

## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

### QUESTÃO 41

O número de bactérias na Terra é estimado em  $5 \times 10^{30}$ , com massa total de cerca de  $10^{12}$  kg. No mar, por exemplo, estima-se que perfaçam 90% ou mais da massa total de organismos vivos. É expressivo o número de bactérias para uso biotecnológico. As cianobactérias, por exemplo, são utilizadas na produção de biocombustíveis como o  $H_2$ . Entre as características que essas bactérias possuem e as distinguem dos eucariotos incluem

- A peptideoglicano nas paredes, ribossomos 80S e flagelos com microtúbulos.
- B ribossomos 70S, ausência de carioteca e presença de histonas associadas ao DNA.
- C DNA associado a proteínas não histonas, ribossomos 70S e mitocôndrias.
- D centríolos, ribossomos 80S e DNA não circundado por membranas.
- E conjugação, DNA circular ou nucleoide e enzimas respiratórias na membrana plasmática.

### QUESTÃO 42

Membranas biológicas desempenham um papel essencial no tráfego de substâncias e na proteção do conteúdo intracelular. Uma célula eucariótica vegetal inclui como componentes da membrana plasmática

- A o citocromo  $b_6f$ , responsável pelos processos de óxido-redução na membrana.
- B os canais iônicos, proteínas responsáveis pela passagem de íons, tais qual o  $K^+$ .
- C os monossacarídeos redutores, como glicose e frutose.
- D o manitol, um açúcar-álcool responsável pela estabilidade da membrana.
- E as fosfolipases, responsáveis pela formação dos fosfolípidos.

### QUESTÃO 43

Acerca da plasmalema, que pode ser desestabilizada por condições ambientais, assinale a opção correta.

- A Baixas temperaturas podem gerar poração nas membranas, como consequência do aumento da fluidez da membrana.
- B Como forma de proteção a altas temperaturas, as células sintetizam proteínas LEA, transportadores de membrana que aumentam a incorporação de água.
- C A exposição a altas concentrações de sódio (salinização) leva à mudança do potencial de membrana, reduzindo a incorporação de íons  $Cl^-$ .
- D Metais pesados em excesso podem levar a reações redox incontroladas, gerando radicais livres que induzem à peroxidação lipídica.
- E O calor constante induz a formação de um maior número de moléculas de colesterol, o que leva a um aumento na fluidez de membrana.

### QUESTÃO 44

Acerca da estrutura e das funções do complexo de Golgi, organela celular de grande importância, cujos estudos recentes mostram que sua funcionalidade pode estar relacionada até mesmo ao desenvolvimento da doença de Alzheimer, assinale a opção correta.

- A É responsável por degradar componentes celulares que se tornaram obsoletos para a célula ou organismo.
- B As enzimas em maior abundância em seu interior são peroxidase e catalase.
- C Consiste em empilhamentos de sacos achatados, em forma de discos ou cisternas, com uma face de formação e uma de maturação.
- D Comporta os ribossomos sintetizados no retículo endoplasmático rugoso.
- E Em seu interior, ocorre a formação de ATP, gerado na cadeia transportadora de elétrons, processo que ocorre em suas membranas.

### QUESTÃO 45

A parede celular diferencia as células vegetais dos animais. Entre suas propriedades incluem-se

- A matriz de moléculas não celulósicas entrelaçadas, pectinas e hemicelulose.
- B glicoproteínas, tais quais as ceras e os ribossomos.
- C paredes secundárias, quando presentes, depositadas diretamente em contato com a lamela mediana.
- D ausência de minerais.
- E proteínas integrantes, que atuam como canais seletivos de passagem de íons, às custas de ATP.

### QUESTÃO 46

As inclusões celulares são frequentes nas células vegetais eucarióticas. Constituem exemplos de tais estruturas

- A a suberina, os corpos de polifosfato e as drusas.
- B as ráfides, as drusas e o amido.
- C as drusas, os glioxissomas e as gomas.
- D o amido, as gomas e a suberina.
- E os glioxissomos, os alcaloides e os carboxissomos.

## QUESTÃO 47

As taxas de produtividade afetam a viabilidade do uso das plantas como matéria-prima para biocombustível. Considerando a funcionalidade dos cloroplastos e organelas a eles associadas na realização da fotossíntese, assinale a opção correta.

- A Plastos de algumas algas são dotados de pirenoídeos, que otimizam a fixação de  $\text{CO}_2$ .
- B Os plastos dotados de carboxissomos são eficientes na captação de baixa irradiância.
- C O vacúolo colabora com a fotossíntese, pois estoca  $\text{O}_2$ , necessário na fotossíntese.
- D A mitocôndria compete com o cloroplasto pelo  $\text{O}_2$ , por isso a fotossíntese ocorre somente durante o dia e a respiração, durante a noite.
- E Os vacúolos normalmente apresentam pH superior ao encontrado no citoplasma das células. Essa diferença auxilia a percepção do momento correto de ativação das enzimas responsáveis pela fotossíntese, que se encontram no citoplasma.

## QUESTÃO 48

Entre os organismos multicelulares, o contato físico direto entre células vizinhas é alcançado principalmente por formas não exclusivas de junções, denominadas *tight-junctions* (junções apertadas), desmossomos, hemidesmossomos, *gap-junctions* (junções comunicantes) e plasmodesmos. Quanto as características dessas formas, assinale a opção correta.

- A *Tight junctions* correspondem a zonas de oclusão, formadas por proteínas sintetizadas na membrana externa de uma célula que se liga a proteínas similares na membrana de uma célula vizinha.
- B Desmossomos são regiões de poros abertos envolvidos por proteínas transmembranas do tipo conexinas e panexinas que passam através do espaço entre células adjacentes.
- C *Gap-junctions* ou *maculae adherentes* fazem a adesão de células, por meio de glicoproteínas pertencentes à família das caderinas, associadas a filamentos intracelulares.
- D Hemidesmossomos são regiões de poros abertos entre células com frouxa conexão, que geralmente não são submetidas a estresses mecânicos.
- E Plasmodesmos são regiões de adesão entre células animais que permitem a passagem de organelas e núcleo.

## QUESTÃO 49

Em 1927, o biólogo norte-americano Ivan Wallin escreveu: “É uma proposta bastante assustadora que as bactérias, organismos popularmente associados à doença, possam representar o fator causativo fundamental na origem das espécies”. O autor defendia que novas espécies eram formadas pela aquisição permanente de bactérias simbióticas.

L. Margulis e D. Sagan. *O que é vida?* ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2002.

Embora a ideia acima citada tenha sido por muito tempo refutada pela comunidade científica, o autor de certa forma estava correto. Atualmente, não restam dúvidas de que cloroplastos e mitocôndrias descendem de bactérias simbiotes. Com referência essas estruturas, assinale a opção correta.

- A Mitocôndrias e cloroplastos são organelas cujos interiores apresentam membranas na forma de cristas, denominadas tilacoides.
- B Os plastos podem estar intimamente relacionados ao lisossomo, e unidos por uma membrana de retículo endoplasmático rugoso.
- C As mitocôndrias podem apresentar de 2 a 4 membranas envoltórias.
- D Nas mitocôndrias, ocorre a oxidação de açúcares ou de outras moléculas orgânicas, formando dióxido de carbono e água, produzindo ATP.
- E Plastos são organelas mais derivadas do que as mitocôndrias, pois são desprovidas de material genético.

## QUESTÃO 50

A respeito das características e funções do núcleo celular, assinale a opção correta.

- A É envolto por uma membrana única, proteica.
- B Contém cromatinas, que são tipos especializados de ribossomos.
- C Apresenta substâncias eletrondensas, ditas pirenoídeos, que são visíveis à microscopia óptica.
- D Contém poros circulares na carioteca, que podem chegar a 100 nm de diâmetro.
- E O genoma não apresenta cópias de sequências de nucleotídeos.

**QUESTÃO 51**

Participar nas junções celulares, dar flexibilidade à célula, contribuir para a movimentação dos conteúdos intracelulares e da própria célula são algumas das funções da estrutura celular denominada

- A lisossomo.
- B mitocôndria.
- C plasmodesmo.
- D cloroplasto.
- E citoesqueleto.

**QUESTÃO 52**

A expansão da parede celular é essencial no processo de divisão celular, bem como na diferenciação celular. Células xilemáticas, por exemplo, chegam a 100 vezes o volume original, e em casos extremos, a até 10.000 vezes. Assinale a opção correta quanto à estrutura da parede celular em expansão.

- A O crescimento longitudinal se dá pela deposição isotrópica das microfibrilas de celulose na parede primária.
- B Nesse momento, essa estrutura contém muitas enzimas hidrolíticas.
- C As hemiceluloses depositam-se sobre a celulose, formando géis, importantes na lamela mediana.
- D Nesse momento, tal estrutura contém hormônios que são responsáveis pelo reconhecimento tecidual, tais como os alcaloides e a vasopressina.
- E Ao expandir-se, a parede perde, momentaneamente, a fração proteica e carboidrática.

**QUESTÃO 53**

A respeito dos microtúbulos, importantes componentes do citoesqueleto, assinale a opção correta.

- A Estão envolvidos em certos movimentos celulares, tais quais o batimento de cílios e flagelos, porém, não fazem parte do transporte de vesículas no citoplasma.
- B São exemplos de microtúbulos os filamentos actínicos, importantes na contração muscular.
- C Existem duas populações de microtúbulos: estáveis (duradouros) e instáveis (efêmeros).
- D São polímeros de dupla fita helicoidalmente entrelaçados, com diâmetro de até 9 nm.
- E São estruturas que não apresentam diferenciação morfológica entre as extremidades.

**QUESTÃO 54**

Peroxisomos são encontrados em células vegetais e animais. A deficiência dessa organela pode levar a doenças, tal como a doença genética humana adrenoleucodistrofia ligada ao cromossomo X. É função do peroxissomo

- A atuar na separação dos cromossomos durante a divisão celular.
- B formar ATP pela oxidação de ácidos graxos.
- C oxidar componentes lipídicos de membrana.
- D atuar juntamente com os ribossomos na síntese proteica.
- E manter o potencial osmótico da célula.

**QUESTÃO 55**

Os vacúolos são importantes organelas nas células vegetais, essenciais em muitos processos de estresse. Em relação a sua estrutura e função, assinale a opção correta.

- A Em geral, a concentração de sais em seu interior é menor que a presente no citoplasma.
- B São estruturas envoltas por dupla membrana.
- C Contêm enzimas que participam da síntese de proteínas em pH básico.
- D Estão envolvidos na manutenção da pressão de turgor da célula.
- E Contêm material genético.

**QUESTÃO 56**

O conteúdo da parede celular de muitas espécies vegetais cogitadas para servirem como matéria-prima de biocombustíveis varia entre os principais componentes: celulose, hemicelulose e lignina. Esses compostos possuem vias de síntese bem distintas e uma maneira de bioengenhá-las para melhor produzir biocombustível é justamente focando esses processos. Considerando esse assunto, assinale a opção correta.

- A Os principais tipos de hemicelulose depositados nas paredes celulares vegetais são hidroxiprolina e extensinas.
- B Mananas são mais abundantes que as xilanas, e produzem pentoses na sua degradação.
- C A lignina provém de monolignóis glicosilados, sintetizados no citossol.
- D A lignina é o componente de degradação mais simples no processo de decomposição da parede em condições naturais.
- E A celulose se deposita aleatoriamente na formação da parede secundária.

**QUESTÃO 57**

Os compostos de reserva na semente são presentes no endosperma do embrião, e mais raramente no perisperma ou calazasperma, ou ainda em uma combinação desses tecidos. Acerca desses compostos presentes nas células de reserva, assinale a opção correta.

- A Os carboidratos são estocados na forma de tubulina.
- B Lipídios são armazenados em pequenas vesículas, chamadas carboxissomos.
- C Proteínas são estocadas na forma de pequenos grânulos, denominados aleurona.
- D Os ácidos nucleicos são armazenados em pirenoides.
- E As betalainas são armazenadas nos cloroplastos.

**QUESTÃO 58**

A respeito dos oleossomos, importantes componentes celulares de plantas destinadas à produção de biocombustível, assinale a opção correta.

- A São compostos essencialmente de triacilgliceróis.
- B São envoltos por dupla membrana, composta de esfingolípídios.
- C Contêm oleosina, tipo de hidrocarboneto que contribui para aumentar a coalescência entre os oleossomos.
- D São formados durante períodos de restrição de carboidratos, quando há diminuição da fixação de carbono.
- E Têm, entre outras, a função de regular a temperatura das células.

**QUESTÃO 59**

Os carboidratos produzidos na fotossíntese são precursores dos carboidratos e hidrocarbonetos extraídos de espécies vegetais. Acerca das características morfológicas e funcionais dos plastos de plantas terrestres, assinale a opção correta.

- A Apresentam lamelas tilacoides livres, sem granum.
- B Em plantas de locais sombreados, são encontrados em posição paralela aos raios solares, a fim de otimizar a captação de luz.
- C Acumulam amido no seu interior.
- D Possuem material genético responsável pela codificação de todas as proteínas necessárias para o seu funcionamento.
- E Em escassez de nutrientes, eles podem ser convertidos em oleossomos.

**QUESTÃO 60**

A estrutura celular que contém abundante quantidade de proteínas em sementes; é local de acúmulo de pigmentos, como, por exemplo, antocianina e betacianina, e outros compostos secundários como alcalóides, saponinas e glicosídeos cianogênicos; acumula sais potencialmente tóxicos em halófitas é o

- A citoplasma.
- B cloroplasto.
- C vacúolo.
- D lisossomo.
- E complexo de Golgi.

**QUESTÃO 61**

No preparo de amostras biológicas, a preocupação principal é a preservação de seus componentes. Acerca do método da criofratura, assinale a opção correta.

- A A membrana dos eritrócitos, visualizada pela técnica da criofratura, revela uma distribuição simétrica das proteínas.
- B A criofratura consiste em congelamento do tecido, mesmo que lento, seguido de fratura.
- C A criofratura é uma técnica utilizada para demonstrar as proteínas integrais da membrana.
- D A membrana submetida à criofratura sofre fratura na região entre a camada lipídica e a proteica.
- E As lâminas formadas pela fratura da membrana expõem faces situadas no interior da membrana. A lâmina interna é denominada face I.

**QUESTÃO 62**

A célula é considerada uma unidade da matéria viva, e esse conceito não exclui o entendimento de que os organismos multicelulares são constituídos por populações de células que interagem entre si. Quanto à utilização de técnicas para o estudo da célula, assinale a opção correta.

- A Ao se estudar a estrutura do cloroplasto, a técnica da criofratura permite identificar a presença de três folhetos na membrana dessa organela.
- B A técnica de criofratura permite definir a estrutura da junção comunicante (GAP).
- C A visualização do cloroplasto criofraturado revela uma faixa lisa correspondente aos tilacoides empilhados.
- D A técnica da criodecapagem é útil para a descrição do modelo de monocamada de Danielle e Davson.
- E As réplicas obtidas pela criofratura podem ser observadas em microscopia óptica.

**QUESTÃO 63**

O estudo das células avançou substancialmente após o incremento da microscopia eletrônica. Em paralelo, aperfeiçoaram-se técnicas de separação de organelas celulares e de estudo de suas moléculas e suas respectivas funções. A respeito de microscopia de alta resolução, assinale a opção correta.

- A A microscopia de alta resolução permite a realização de diagnósticos muito precisos, como no caso da disbiose intestinal.
- B O uso da microscopia de varredura de alta resolução limita-se ao campo da biomedicina e medicina diagnóstica.
- C A técnica de microscopia de varredura de alta resolução consiste em obtenção de imagens de elétrons primários e secundários, que são os sinais de maior interesse.
- D Na tomografia de elétrons, um fóton de alta energia incide sobre o material e transfere sua energia para o material, formando a imagem.
- E A microscopia eletrônica de varredura incorporou entre seus atributos a capacidade de fornecer imagens em meio aquoso.

**QUESTÃO 64**

A introdução da técnica de tunelamento (STM) por Binnig e Rohrer, em 1981, fez surgir as técnicas nanométricas. Com relação à microscopia de força atômica, assinale a opção correta.

- A O princípio de funcionamento da microscopia de força atômica (AFM) baseia-se na varredura da superfície da amostra por uma ponta helicoidal.
- B O manuseio da técnica de AFM se realiza por apenas dois modos distintos.
- C No modo contato da técnica de AFM, o cantiléver é mantido de dezenas a centenas de ângstrons (Å) de distância da superfície da amostra e a força interatômica entre a ponta e a amostra é atrativa.
- D A integração da AFM e a eletroquímica resultou no desenvolvimento da microscopia de varredura eletroquímica, que permite obter imagens simultâneas de tomografia e atividade eletroquímica.
- E A ponteira do cantiléver mesmo agindo como um ultramicroeletrodo não interfere na obtenção da imagem topográfica da amostra.

**QUESTÃO 65**

Ainda acerca da microscopia de força atômica, assinale a opção correta.

- A** Os ensaios que utilizam a microscopia de força atômica exigem o emprego de marcadores para monitorar as interações, por exemplo, entre as moléculas de antígeno e de anticorpo.
- B** A sensibilidade dessa técnica de microscopia, mesmo sendo elevada, não proporciona um satisfatório grau de confiabilidade dos resultados obtidos.
- C** O emprego da microscopia de força atômica na medicina limita-se ao estudo de diagnósticos de doenças.
- D** A ponteira mais comum empregada na microscopia de força atômica é uma estrutura arredondada, cuja base forma uma pirâmide e está localizada na extremidade fixa do cantiléver.
- E** A microscopia de força atômica é importante na análise de imunoenaios, com a possibilidade de explorar os eventos biomoleculares em nível de interação entre as moléculas.

**QUESTÃO 66**

A evolução da sociedade exige que a tecnologia avance na mesma medida. Assim, o advento da microscopia eletrônica permite a observação de materiais cada vez mais diversificados. No que se refere à microscopia eletrônica de transmissão, assinale a opção correta.

- A** Uma das maiores dificuldades de emprego da microscopia eletrônica de transmissão é a possibilidade de se alterar a superfície das amostras a serem analisadas, em especial, de embalagens metálicas.
- B** O alto poder de resolução e a grande profundidade de foco possibilitam a obtenção de imagens com aparência tridimensional.
- C** A microscopia de transmissão não tem se mostrado adequada para a obtenção de imagens diretas de nanopartículas.
- D** A amostra nessa técnica deve ser espessa, de modo a suportar o impacto do bombardeamento de elétrons a que será submetida.
- E** Um sistema de três estágios de lentes condensadoras permite a variação da abertura de iluminação. O sistema de imagens consiste em lentes objetivas e uma câmera.

**QUESTÃO 67**

O funcionamento do microscópio eletrônico de transmissão apresenta peculiaridades que diferenciam tal equipamento de outros microscópios eletrônicos. Em relação ao assunto, assinale a opção correta.

- A** O moderno microscópio eletrônico de transmissão possui um conjunto de cinco ou seis lentes magnéticas, além de bobinas eletromagnéticas de deflexão e aberturas localizadas ao longo do caminho do feixe eletrônico.
- B** Com relação ao fenômeno da difração eletrônica que ocorre nas lentes do microscópio de transmissão, destacam-se a lente objetiva e a abertura seletiva de difração.
- C** No microscópio de transmissão, os elétrons saem da amostra pela superfície inferior com uma distribuição de intensidade e direção controladas pelas leis da termodinâmica impostas pelo arranjo dos átomos.
- D** As amostras a serem utilizadas no microscópio de transmissão devem ter menos de 500 Å e sua superfície não deve ser polida.
- E** São empregados apenas dois tipos de réplicas para análise no microscópio de transmissão a de carbono e a óxido.

**QUESTÃO 68**

A microscopia eletrônica analítica tem sido empregada no setor alimentício, de modo a examinar minuciosamente os componentes dos alimentos industrializados. Acerca dessa técnica, assinale a opção correta.

- A** Essa técnica permite a identificação de componentes celulares como suas organelas citoplasmáticas.
- B** O tamponamento é um método eficaz para a obtenção das nanopartículas dos alimentos a serem analisados na microscopia analítica.
- C** Nessa técnica, em sua fase inicial, o material recebe um bombardeio de raios colimados de partículas que contêm baixa carga de energia.
- D** Essa técnica permite obter dados quantitativos, estruturais e químicos de amostras bem definidas.
- E** Essa técnica tem sido empregada para monitoramento de compostos químicos muito específicos, em especial, os relacionados ao controle da síntese de proteínas.

**QUESTÃO 69**

Durante o processo de transformação para obtenção do couro, a pele sofre transformações de propriedades físicas e químicas, conforme o tratamento a que é submetida. Com relação ao assunto e à microscopia eletrônica, assinale a opção correta.

- A Na preparação do couro a ser analisado por microscopia eletrônica de varredura, deve-se lavar a amostra com tampão cacodilato, fixá-la com Karnovsky e, em seguida, colocá-la em solução de ósmio a 20%.
- B O microscópio eletrônico de varredura se apresenta como recurso de grande versatilidade, para o estudo da pele, pois a interação entre os elétrons incidentes e os átomos das amostras coletadas ocorre pelo fenômeno do espalhamento elástico.
- C A estrutura do colágeno pode ser caracterizada por diferentes técnicas de microscopia, entre elas, a de força atômica, a de transmissão eletrônica, a de varredura e a difração de raios X.
- D Na preparação do material a ser analisado por microscopia de transmissão, deve-se utilizar o mesmo procedimento da microscopia de varredura, com o emprego de solução de ósmio a 1%, não devendo submeter o material a processo de metalização com ouro.
- E A detecção de elétrons secundários no material analisado guarda relação de dependência com o número atômico e a energia dos elétrons, dado importante no estudo das propriedades físicas da pele.

**QUESTÃO 70**

Acerca de microscopia espectroscópica por perda de energia, assinale a opção correta.

- A Na microscopia espectroscópica por perda de elétrons, os elétrons do feixe incidente desviam dos átomos da amostra.
- B A técnica vislumbra a ocorrência de algum processo no feixe de elétrons irradiados, como vibrações, rearranjo na rede cristalina, excitação eletrônica e outros.
- C A energia analisada dos átomos permite inferir que houve perda de energia dos elétrons espalhados pelo material.
- D É uma técnica que explica o modelo de órbita circular, com emissão constante de energia, dos elétrons em volta dos átomos em geral.
- E O experimento de Frank e Hertz pretendia medir os estados quantizados dos átomos, tanto em sólidos quanto em gases.

**QUESTÃO 71**

Quanto ao congelamento de espécimes biológicos, sabe-se que, ao se congelar água, ocorre o aumento da concentração dos solutos ali existentes à medida que a água congela. Levando em consideração a presença de microrregiões extracelulares com concentração de solutos maiores que as encontradas no interior das células, assinale a opção correta quanto aos efeitos sobre o espécime biológico devido a um processo de congelamento lento.

- A Ocorreriam graves perturbações na estrutura celular, pois a elevada concentração de solutos nessas microrregiões extracelulares atrairia para elas, por osmose, a água ainda não congelada do interior das células, causando a perda de água celular e a deformação das células.
- B A estrutura celular se manteria intacta, sem nenhum tipo de alteração morfológica, uma vez que a membrana plasmática, por apresentar simetria na composição lipídica de suas camadas, não permitiria que a água saísse de dentro das células.
- C O congelamento lento é ideal para a preservação das estruturas celulares, pois a influência dos processos osmóticos é mínima quando a queda de temperatura do espécime biológico é lenta.
- D Durante o processo de congelamento lento de espécimes biológicos, independentemente das concentrações dos solutos, a água entra nas células, sem, no entanto, alterar a sua morfologia.
- E Durante o congelamento lento ocorre um aumento da fluidez da membrana plasmática da célula, equilibrando o volume de água do citoplasma com o do meio extracelular, mantendo a morfologia celular inalterada.

**QUESTÃO 72**

O método ideal de congelamento é aquele que consegue manter o espécime com boa morfologia, ultraestrutura, distribuição de solutos e viabilidade.

Wanderley de Souza. *Técnicas de microscopia eletrônica aplicadas às ciências biológicas*. Sociedade Brasileira de Microscopia e Microanálise. 2007. p. 214.

Para atingir os objetivos do congelamento, mantendo o espécime conforme descrito no texto acima, procura-se combinar procedimentos. Entre eles, destaca-se o uso da crioproteção, que consiste em

- A impregnar o material biológico com uma resina acrílica de forma a proteger termicamente as estruturas celulares.
- B substituir toda a água por outro tipo de solvente e, dessa forma, facilitar as trocas de calor entre os meios intracelular e extracelular.
- C utilizar substâncias químicas que interferem nas propriedades físicas da água, diminuindo acentuadamente a probabilidade de formação de cristais de gelo.
- D aumentar de forma brusca a temperatura durante o processamento da amostra biológica, de forma que seu congelamento seja uniforme.
- E congelar as amostras biológicas em ambiente contendo nitrogênio semissólido e hélio líquido.

**QUESTÃO 73**

O nitrogênio líquido, um dos criógenos mais utilizados atualmente, apresenta ponto de congelamento igual a  $-210\text{ }^{\circ}\text{C}$  e ponto de ebulição igual a  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ , à pressão de 1 atm. Essa proximidade de temperatura de mudança de estado físico é vantajosa quando se pretende alcançar o congelamento rápido de amostras biológicas. Com relação a esse assunto, assinale a opção correta.

- A Quando uma amostra está em contato com o nitrogênio líquido para ser congelada, este passa para o estado gasoso em menos de cinco minutos. Dessa forma, para que não haja descongelamento da amostra, deve-se retirá-la quando restarem poucos mililitros de nitrogênio no frasco.
- B Quando há uma grande diferença entre a temperatura da amostra biológica (temperatura ambiente) e a do nitrogênio líquido, ocorre uma troca de calor em torno da amostra, o que a isola do contato direto com o nitrogênio e retarda, como consequência, seu congelamento.
- C O contato do nitrogênio líquido com o ar diminui a temperatura na superfície do líquido, o que favorece sua mudança de estado de líquido para sólido, impedindo a submersão da amostra biológica e dificultando o processo de congelamento.
- D Quando o nitrogênio líquido está em contato com a amostra biológica à temperatura ambiente, ocorre uma ebulição em sua superfície, o que acelera a troca de calor entre o nitrogênio e a amostra, acelerando o processo de congelamento da amostra.
- E Ao entrar em contato com um material biológico que se encontra à temperatura ambiente, o nitrogênio líquido tem sua temperatura diminuída bruscamente devido à composição glicídica da superfície das membranas celulares. Esse fenômeno contribui para a redução da taxa de conservação das amostras biológicas devido à baixa temperatura na superfície do material biológico em contato com o nitrogênio.

**QUESTÃO 74**

Para que uma técnica de congelamento de amostras biológicas se aproxime do ideal, é preciso evitar a formação de núcleos de cristalização de gelo no material. Com relação à estratégia a ser adotada para enfrentar esse tipo de problema, à pressão de 1 atm, assinale a opção correta.

- A Amostras biológicas devem ser mantidas por aproximadamente 5 min a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  para que possam ser congeladas de maneira uniforme.
- B Considerando que a faixa crítica de cristalização da água pura está entre  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $-140\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a forma de se obter um bom congelamento dessa substância seria fazê-la atravessar a referida faixa de temperatura de modo extremamente rápido, minimizando-se, assim, a formação de cristais de gelo.
- C Como o ponto de fusão da água é de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  e o ponto de nucleação homogênea é de  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , para se evitar a formação de cristais de gelo a amostra deve ser mantida nessa faixa de temperatura até o seu completo congelamento.
- D Como o ponto de recristalização da água ocorre a  $-140\text{ }^{\circ}\text{C}$ , para se evitar a formação de cristais de gelo no material biológico a ser congelado, este deve ser lentamente resfriado até a temperatura mínima de  $-140\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- E O material biológico deve ser mantido a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  de forma a impedir a formação de cristais de gelo, tendo em vista que o ponto de fusão da água é  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  e o ponto de recristalização,  $-140\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**QUESTÃO 75**

Um dos objetivos de se congelar células é a obtenção de um material vítreo. Na ausência desse estado de vitrificação, o processo de congelamento deve visar à formação de cristais de gelo de menor tamanho possível. Nesse contexto, materiais biológicos congelados

- A apresentam aspecto translúcido e ausência de cristais de gelo, devido à sua composição salina.
- B apresentam alta resistência mecânica e presença de cristais de gelo, os quais são de mesmo tamanho e restritos às superfícies desses materiais.
- C possuem cristais de gelo restritos à região perinuclear, devido à alta concentração de sais no retículo endoplasmático.
- D apresentam cristais de gelo de tamanho uniforme, os quais são formados de forma dependente da composição celular e independente da velocidade de congelamento à qual o material foi submetido.
- E possuem normalmente cristais de gelo cujos tamanhos, variáveis entre si, dependem da composição dos fluidos desse material e da velocidade de congelamento à qual o material foi submetido.

**QUESTÃO 76**

No processo de congelamento ultrarrápido de amostras biológicas, pode-se encontrar diversas técnicas adaptadas à especificidade do material biológico. Assinale a opção em que a técnica de *spray-freezing* é corretamente descrita.

- A Essa técnica é utilizada para materiais biológicos de dimensões bastante reduzidas (frações celulares, microrganismos e células isoladas), em suspensão, mantidas em emulsão líquida. O criógeno líquido fica em um recipiente e o material biológico é lançado na forma de *spray* sobre ele. Em seguida, faz-se a evaporação do criógeno líquido por uma bomba de vácuo rotatória, deixando no recipiente pequenas gotas congeladas do material biológico.
- B *Spray-freezing* é uma técnica utilizada para material biológico vivo em cultura, que fica imóvel enquanto o criógeno se movimenta na forma de jatos sobre esse material. Normalmente, é utilizado propano resfriado por nitrogênio líquido, o que promove o congelamento instantâneo do material biológico.
- C Nessa técnica, utilizada em materiais biológicos vivos e em movimento, o material é colocado em um suporte de ouro ou níquel e pressurizado a 2.100 bar em 20 milissegundos. Em seguida, jatos de nitrogênio líquido são lançados, à mesma pressão, sobre o suporte que contém o material, o que congela o material instantaneamente.
- D A técnica em apreço é utilizada para o congelamento de macromoléculas. Suspensões de macromoléculas purificadas são colocadas em um recipiente mantido a 5 cm de distância da superfície de outro recipiente que contém nitrogênio líquido. As macromoléculas são, dessa forma, congeladas instantaneamente.
- E Nessa técnica, utilizada para análise de materiais biológicos em cultivo, uma alíquota do material é colocada em um recipiente de alumínio puro e borrifada, na forma de *spray*, com acetona a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Nesse procedimento, o material biológico é congelado instantaneamente no interior do recipiente.

## QUESTÃO 77

Por meio de microscopia eletrônica de transmissão, pode-se analisar o número e a distribuição de proteínas encontradas no folheto interno da membrana plasmática de determinada célula. Assinale a opção que apresenta uma metodologia adequada de preparação de material biológico para análise por microscopia eletrônica de transmissão.

- A O processo de preparação deve obedecer às seguintes etapas: obtenção de frações celulares por ultracentrifugação, fixação, pós-fixação, desidratação e inclusão dessas frações em resina acrílica hidrofóbica. Em seguida, as amostras incluídas em resina devem ser processadas em ultramicrotomo e as secções ultrafinas colhidas em grades de cobre e contrastadas.
- B A amostra biológica deve inicialmente ser submetida a fixação seguida de pós-fixação, desidratação e inclusão em resina hidrofílica. Em seguida, deve ser realizada ultramicrotomia da amostra incluída em resina. As secções ultrafinas devem ser colhidas em grades de níquel submetidas a imunomarcção e a revelação da marcação deve ser feita com anticorpos conjugados a ouro coloidal.
- C A amostra biológica deve ser submetida a congelamento por *spray-freezing* e o material congelado, submetido a criosubstituição seguida de desidratação e inclusão em resina hidrofílica. Na ultramicrotomia da amostra incluída em resina, as secções ultrafinas devem ser colhidas em grades de níquel e submetidas a imunomarcção. A revelação da marcação deve ser feita com anticorpos conjugados a ouro coloidal.
- D A amostra biológica deve ser submetida a congelamento por imersão em *freon* resfriado por nitrogênio líquido. Em seguida, a amostra congelada deve ser transferida para um aparelho de criofratura, onde será fraturada e sombreada por platina a 45 °C. O material deve receber, então, uma camada de carbono. A réplica metálica do material deve ser removida sob água e transferida para uma solução de limpeza para a retirada dos resíduos orgânicos, restando apenas a réplica de platina/carbono, a qual deve ser recolhida em grade de 200 *mesh*.
- E A amostra biológica deve ser submetida a fixação, pós-fixação, desidratação e inclusão em resina hidrofóbica. Uma vez realizada a ultramicrotomia da amostra incluída em resina, as secções ultrafinas deverão ser colhidas em grades de níquel e submetidas a marcação com lecitinas específicas conjugadas a ouro coloidal.

## QUESTÃO 78

A técnica de microscopia de força atômica, além de possuir melhor resolução quando comparada à microscopia eletrônica, permite obter imagens sob as mais variadas condições (ar, vácuo e em meio líquido). Assinale a opção que apresenta corretamente, de forma simplificada, o princípio de funcionamento do microscópio de força atômica.

- A Um emissor *laser* de argônio incide luz coerente diretamente sobre a amostra, percorrendo-a linearmente no sentido horizontal. Durante essa varredura, ocorre a excitação dos elétrons, que mudam de orbitais tornando os átomos instáveis. As energias liberadas no processo são captadas por detectores e apresentadas na forma de imagens.
- B O sistema baseia-se na absorção de energia, pela amostra, emitida por uma fonte de campo magnético oscilante. As propriedades da substância são obtidas por meio da correlação entre energia absorvida e frequência, na faixa de megahertz (MHz) do espectro eletromagnético. As transições entre níveis de energia rotacionais dos núcleos componentes das espécies (átomos ou íons) contidas na amostra são os parâmetros utilizados para montar a imagem da amostra em resolução atômica.
- C O sistema baseia-se no princípio de que amostras biológicas com diferentes composições absorvem a radiação X de forma diferenciada. Assim, a microscopia de força atômica indica a quantidade de radiação absorvida pelas partes da amostra analisada (radiodensidade) e traduz essas variações em uma escala de diferentes tons de cinza, produzindo uma imagem de alta resolução.
- D O sistema se baseia na emissão de ondas sonoras de 2 MHz até 14 MHz, emitidas por meio de uma fonte/detector de cristal piezoelétrico que fica em contato com a amostra e recebe os ecos gerados, posteriormente interpretados com auxílio de computação gráfica. A atenuação e a mudança de fase dos sinais emitidos variam de acordo com a densidade e a composição das estruturas. Dessa forma, uma imagem de alta resolução da amostra é formada.
- E O sistema se baseia em uma haste flexível (cantiléver) cuja parte inferior contém uma ponta com dimensão de poucos micrômetros. Esse sistema é capaz de realizar movimentos em três direções (*xyz*), com precisão de angstrom. Durante essa varredura, é utilizado um sistema de alinhamento, por meio do qual um feixe de *laser* incide sobre o cantiléver refletindo-se sobre um sensor de quatro quadrantes. Isso fornece para o sistema informações acerca da posição do cantiléver durante a varredura, o que permite a formação da imagem topográfica do material analisado.



**QUESTÃO 79**

A técnica que permite obter informações acerca da topografia, da força de atrito, da adesão, da distribuição de cargas e dos domínios magnéticos em amostras biológicas é a microscopia

- A** eletrônica de varredura de dois feixes.
- B** de força atômica.
- C** eletrônica de transmissão com sistema de análise por espectroscopia de perda de energia.
- D** de varredura de emissão de campo.
- E** eletrônica de transmissão com gerador de alta voltagem.

**QUESTÃO 80**

A respeito do canhão de elétrons, componente encontrado em microscópios de varredura de emissão de campo, assinale a opção correta.

- A** O sistema é constituído por um filamento de tungstênio afilado submetido a uma diferença de potencial positiva superior a 10 kV. O feixe de elétrons dentro da coluna produzido no filamento, por ser coerente, não requer interferência das lentes magnéticas.
- B** O sistema é constituído por um filamento de zircônio afilado submetido a uma diferença de potencial elétrico de 100 kV. Elétrons são arrancados e acelerados, por meio de um conjunto de lentes magnéticas, e colidem com a amostra.
- C** Esse dispositivo apresenta um filamento de tungstênio submetido a uma diferença de potencial pulsada e variada, responsável pela produção de um feixe de elétrons, o qual é orientado por lentes magnéticas especiais até atingir a amostra.
- D** Esse dispositivo apresenta um emissor pontiagudo (catodo), do tipo Müller, mantido a um potencial negativo de vários quilovolts em relação ao eletrodo próximo, o que é suficiente para causar a emissão de elétrons. O emissor pode ser do tipo catodo frio, feito de um único cristal de tungstênio.
- E** Esse sistema apresenta um emissor de íons alimentado por alta voltagem e, por se tratar de feixe de íons, não necessita de lentes magnéticas para correção do feixe.

**QUESTÃO 81**

Acerca das características do feixe de elétrons produzido em um microscópio de varredura de emissão de campo e seus efeitos na análise das amostras por essa técnica, assinale a opção correta.

- A** O feixe de elétrons produzido apresenta um diâmetro bastante reduzido tanto no modo de baixa energia quanto no de alta energia. Essas características contribuem para melhorar a resolução espacial e minimizar danos e sobrecargas elétricas nas amostras, produzindo imagens com pouca distorção eletrostática.
- B** O feixe produzido apresenta diâmetro largo e é caracterizado pela alta energia dos elétrons. Esse feixe cobre uma área extensa da amostra, o que reduz o tempo de exposição e, conseqüentemente, os danos na mesma e garante uma alta resolução.
- C** O feixe produzido apresenta diâmetro pequeno no modo de baixa energia, o que contribui para aumentar a velocidade de varredura e interferir na formação da imagem, limitando a resolução das medidas.
- D** O feixe de elétrons produzidos apresenta diâmetro largo no modo de baixa energia dos elétrons. Dessa forma, o sistema apresenta alta velocidade de varredura, o que garante uma resolução espacial de 5 nm.
- E** O feixe de elétrons produzido possui baixa energia e tem poder de penetração no material dez vezes maior que o feixe de elétrons do microscópio de varredura convencional, o que faz que o tempo de varredura seja pequeno e que a resolução das imagens seja de aproximadamente 10 nm.

**QUESTÃO 82**

Existem diversos tipos de microscópio eletrônico de varredura com capacidades distintas de obtenção de imagens. Com relação ao uso da microscopia eletrônica de varredura de emissão de campo (FESEM), assinale a opção correta.

- A A FESEM é utilizada para visualizar seções transversais de qualquer tipo de amostra, fornecendo uma resolução estável de 10 nm. Essa técnica é indicada para a observação de macromoléculas celulares e micropartículas.
- B Devido ao seu alto poder de penetração nas amostras, a FESEM é usada para visualizar as estruturas internas de um corpo tridimensional, fornecendo uma resolução fixada em 10 nm. É utilizada para observação de microrganismos, fragmentos de tecido e micropolímeros.
- C A FESEM é utilizada para visualizar as camadas abaixo da superfície das amostras, sendo a única modalidade de microscopia eletrônica capaz de realizar esse tipo de análise em um corpo tridimensional.
- D A FESEM é usada para interpretar características atômicas das amostras, tais como atração e repulsão nucleares e diâmetro das eletrosferas. É indicada para análises com resoluções de 1  $\mu\text{m}$ .
- E A FESEM é adequada para visualizar detalhes topográficos pequenos na superfície de amostras inteiras ou fracionadas. É indicada para observação de estruturas que podem ser menores que 1,5 nm, podendo ser empregada para o estudo de organelas celulares, material genético, polímeros sintéticos, revestimentos de *microchips*, entre outros.

**QUESTÃO 83**

Foi solicitado a um pesquisador que realizasse um diagnóstico diferencial de uma possível contaminação viral em fragmentos de tecido pulmonar colhidos por biópsia. Esse pesquisador decidiu usar microscopia para fazer esse diagnóstico. Nesse caso, o equipamento mais adequado para fazer o diagnóstico diferencial é o microscópio

- A de força atômica.
- B eletrônico de varredura de alto vácuo.
- C eletrônico de transmissão.
- D eletrônico de varredura de duplo feixe.
- E eletrônico de varredura com condições ambientais de análise.

**QUESTÃO 84**

Uma das características de operação do microscópio de varredura de dois feixes é o ajuste do eixo  $z$  de trabalho, conhecido como ajuste da altura eucêntrica. Com relação à posição final da amostra em relação ao feixe de íons, nessa técnica, assinale a opção correta.

- A Após a inclinação adequada, a amostra ficará paralela ao feixe de íons.
- B Após a rotação adequada do emissor do feixe de íons, a amostra ficará paralela ao feixe de íons.
- C Após a rotação adequada do emissor do feixe de íons, a amostra ficará perpendicular ao feixe de íons.
- D Após a rotação adequada do emissor do feixe de íons, a amostra ficará  $10^\circ$  inclinada em relação ao feixe de íons.
- E Após a inclinação adequada, a amostra ficará perpendicular ao feixe de íons.

**QUESTÃO 85**

A tomografia de elétrons é um método que permite a reconstrução tridimensional de estruturas subcelulares. Com relação à aquisição das imagens em que se baseia esse método, assinale a opção correta.

- A As imagens são adquiridas com variação de rotação nos eixos  $x$  e  $y$  de  $5^\circ$  por imagem, dentro de uma faixa de  $180^\circ$ .
- B As imagens são obtidas em intervalos regulares de tempo com incremento constante de 1 kV na energia que alimenta o filamento do microscópio, dentro de uma faixa de 60 kV a 80 kV.
- C São obtidas imagens seriadas da amostra com ajustes na angulação da amostra de  $1^\circ$  a  $2^\circ$  por imagem, dentro de uma faixa angular aproximada de  $-60^\circ$  a  $+60^\circ$ .
- D São obtidas imagens seriadas da amostra com ajuste automático na corrente do filamento em intervalos de 10  $\mu\text{A}$  em uma faixa que varia de 43  $\mu\text{A}$  até 63  $\mu\text{A}$ .
- E As imagens são obtidas em intervalos regulares de tempo, por um período de 30 s, com variações automáticas do posicionamento do feixe de elétrons dentro da coluna em uma faixa de 100  $\mu\text{m}$ .

## QUESTÃO 86

Ao se propor uma abordagem de análise em microscopia eletrônica, deve-se conhecer em profundidade as características e a adequação dos equipamentos disponíveis para a análise proposta. Com base nessa premissa, assinale a opção correta com relação ao fator crítico para a formação e a captura das imagens por tomografia de elétrons.

- Ⓐ A tensão de aceleração do elétron é crítica para a formação das imagens. Com a amostra inclinada, o caminho percorrido pelo feixe de elétrons dentro da amostra varia entre duas a três vezes a espessura total da amostra. Tensões de aceleração convencionais rapidamente deterioram a qualidade da imagem a grandes inclinações. Por isso, são recomendadas tensões intermediárias (200 kV a 400 kV) ou alta tensão (1,0 MV).
- Ⓑ A intensidade da corrente sobre o filamento é crítica para a formação das imagens. Uma vez que um grande número de imagens é obtido em um curto intervalo de tempo, todas as imagens devem apresentar índices de intensidade diferenciados para que seja possível a sua reconstrução tridimensional. Recomenda-se corrente entre 43  $\mu$ A e 63  $\mu$ A.
- Ⓒ A rotação do *écran* é crítica na formação da imagem tridimensional. Como as imagens são adquiridas em diferentes posições em um intervalo de tempo definido, o equipamento deverá obrigatoriamente estar equipado com um *écran* motorizado que permita a rotação da imagem dentro dos parâmetros estabelecidos para a tomografia de elétrons.
- Ⓓ O diâmetro do feixe de elétrons é crítico para a formação das imagens. Como a tomografia de elétrons se baseia na montagem tridimensional de imagens de alta resolução, o microscópio deverá estar equipado com um oscilador de diâmetro de feixe em uma faixa que varia de 10 nm a 100 nm, para formar imagens com resoluções suficientes para serem utilizadas nessa análise.
- Ⓔ A intermitência do feixe é crítica para a formação das imagens. O feixe de elétrons deve oscilar em uma frequência de 40 Hz, de forma que a câmara de captura de imagem (CCD) possa capturar as variações de sombras produzidas nos pontos da imagem devido à oscilação do feixe de elétrons, formando imagens individuais de alta resolução.

## QUESTÃO 87

A reconstrução tridimensional de imagens de alta resolução não está limitada a microscópios de média e alta tensão de aceleração de elétrons. Por meio da utilização de uma metodologia que pode ser utilizada em modelos mais comuns de microscópio eletrônico de transmissão, pode-se obter uma reconstrução tridimensional da imagem com auxílio de um *software* dedicado a essa tarefa. Simplificadamente, as etapas que compõem essa metodologia são:

- Ⓐ i) obtenção de cortes do material; ii) recolhimento desses cortes em grades de níquel; iii) aquisição de imagens com mudança de aplicação de corrente elétrica no filamento; iv) mudança rotacional das imagens em 10° a cada aquisição; v) montagem e reconstrução tridimensional por meio de *software* apropriado.
- Ⓑ i) obtenção de cortes com espessura de 150 nm; ii) recolhimento desses cortes em grade de ouro; iii) incremento de tensão no feixe de elétrons na faixa de 60 kV a 80 kV; iv) obtenção de imagens e reconstrução tridimensional por *software* dedicado.
- Ⓒ i) obtenção de cortes ultrafinos; ii) recolhimento desses cortes em grades de cobre; iii) obtenção de imagens com variação de posicionamento *x, y* de 50% a cada imagem; iv) alinhamento e reconstrução tridimensional por meio de *software* dedicado.
- Ⓓ i) obtenção de cortes do material em espessuras de 800 nm; ii) recolhimento desses cortes em grades de 400 *mesh*; iii) aquisição de imagens com variações na angulação do porta-espécime na faixa de 70° a 90°; iv) alinhamento e reconstrução das imagens por meio de *software* especializado.
- Ⓔ i) obtenção de cortes seriados do material; ii) recolhimento desses cortes em grades dotadas de fenda central; iii) aquisição de imagens de cada corte contendo a estrutura celular a ser reconstruída; iv) alinhamento das imagens e reconstrução tridimensional por meio de *software* dedicado.

**QUESTÃO 88**

A tomografia de elétrons depende do alinhamento final das imagens. Esse alinhamento é feito por meio

- A** da detecção do perímetro da imagem e é relacionado com os demais perímetros, de forma a posicionar todas as imagens em um mesmo plano vertical.
- B** da detecção do ponto central da imagem, que é obtido digitalmente pela colocação de um marcador na imagem, a partir do qual todas as imagens são alinhadas.
- C** da detecção de retas, denominadas diagonais, traçadas no momento da aquisição das imagens, que são relacionadas entre si gerando o posicionamento final da imagem.
- D** de pontos fiduciais, que são reconhecíveis em imagens consecutivas do espécime e que podem ser criados pelo tratamento dos cortes com uma solução coloidal diferente da primeira.
- E** do ponto mediano dos lados maiores da imagem e é relacionado com o mesmo ponto das demais imagens.

**QUESTÃO 89**

Diversas modalidades de microscopia de varredura requerem a metalização das amostras para sua observação. O principal objetivo dessa metalização é

- A** tornar a amostra condutiva para a corrente de elétrons.
- B** tornar a amostra isolante para a corrente de elétrons.
- C** tornar a amostra maleável sob a corrente de elétrons.
- D** promover uma barreira que impeça a transferência térmica entre a amostra e o meio.
- E** tornar a amostra resistente ao aquecimento pela incidência de elétrons.

**QUESTÃO 90**

Ao se planejar a compra de um equipamento, é necessário conhecer as vantagens que determinados tipos de análise conferem aos trabalhos. Para isso o pesquisador deve conhecer os princípios que geram essas informações. O princípio geral da microanálise de raios X na microscopia eletrônica é

- A** a identificação das coordenadas atômicas da emissão dos raios X emitidos por uma amostra durante a incidência do feixe de elétrons sobre a mesma, que são características da energia do elétron emitido e que possibilitam a identificação do elemento químico emissor da energia.
- B** a identificação da direção dos raios X que são liberados da amostra após a incidência do feixe de elétrons sobre a mesma. Cada elemento químico libera raios X em uma direção específica. Dentro de uma esfera de detecção, a direção da onda é específica do elemento químico emissor.
- C** a identificação e a quantificação da diferença energética entre as emissões dos raios X e dos elétrons retroespalhados por determinada amostra durante a incidência do feixe de elétrons na mesma.
- D** a identificação e a medição de elementos químicos e sua localização, considerando que o raio X emitido por um elemento excitado por um feixe de elétrons tem um comprimento de onda característico desse elemento e uma intensidade relacionada à sua concentração. Nesse caso, a análise é feita por um microscópio eletrônico acoplado a um espectrômetro de raios X em modo de varredura ou transmissão.
- E** a quantificação da energia emitida pelos núcleos dos átomos após terem sido bombardeados pelo feixe de elétrons produzido pelo microscópio. A diminuição da energia nuclear pode ser calculada e associada a um elemento de forma específica.

## QUESTÃO 91

A escolha correta de acessórios para equipamentos de microscopia eletrônica é uma das tarefas-chave de um pesquisador. Acerca da escolha do detector a ser utilizado em microanálise de raios X, assinale a opção correta.

- A O tipo do detector a ser utilizado está diretamente relacionado à composição da resina na qual a amostra foi incluída. Para resinas acrílicas, o método WDS (*wavelength dispersive spectrometer*) deve ser o utilizado, mas para outros tipos de resinas o método EDS (*energy dispersive spectrometer*) deve ser o escolhido.
- B O tipo de detector a ser utilizado está relacionado com a espessura da amostra. Portanto, para amostras ultrafinas, com espessura da ordem de nanômetros, observadas por microscopia eletrônica de transmissão, deve-se empregar o método EDS. Para amostras espessas, cujas dimensões são medida em micrômetros, pode-se empregar tanto EDS quanto WDS.
- C O tipo de detector a ser utilizado está relacionado com o equipamento, não sendo possível utilizar mais de um detector por equipamento. Desse modo, a detecção da amostra pode ser realizada exclusivamente por EDS ou por WDS, dependendo do equipamento.
- D Não há necessidade de escolher entre um método e outro de detecção, uma vez que os detectores são equipamentos multifuncionais (EDS/WDS) e podem ser ajustados para detectar diferentes tipos de emissão de raios X.
- E Os detectores EDS devem ser utilizados em amostras biológicas recobertas com carbono, enquanto os detectores WDS devem ser empregados em amostras recobertas com platina.

## QUESTÃO 92

Para microscopia eletrônica analítica, ao se fazer microanálise de raios X, deve-se tomar alguns cuidados na preparação da amostra. Nesse sentido, dois cuidados críticos nesse procedimento são coletar

- A os cortes em grades de níquel e cobrir as amostras com platina.
- B os cortes em grades de cobre e cobrir as amostras com carbono.
- C os cortes em grades de náilon ou berílio e evitar coloração em bloco ou em corte.
- D as amostras em grade de níquel ou cobre e cobrir as amostras com ouro.
- E as amostras em grade de níquel e triplicar o tempo de contrastação.

## QUESTÃO 93

A microanálise de raios X é uma ferramenta poderosa de análise que vem sendo cada vez mais utilizada em amostras biológicas. Assinale a opção que apresenta corretamente, de forma simplificada, uma descrição do fenômeno que dá origem à emissão de raios X por amostras submetidas a um feixe de elétrons em microscopia eletrônica.

- A O feixe de elétrons remove elétrons de camadas eletrônicas internas de átomos que compõem a amostra. Esse espaço é preenchido por elétrons de camadas mais externas e o excesso de energia gerado por essas transições eletrônicas é eliminado pelos átomos na forma de emissão de raios X com comprimentos de onda característicos.
- B O feixe de elétrons transfere energia para elétrons da amostra que passam a variar os seus *spins* entre  $-1$  e  $+1$ , em intervalos de tempo muito curtos. Esse aumento da energia vibracional nas camadas eletrônicas excitadas pelo feixe de elétrons promove a emissão de raios X com comprimentos de onda característicos.
- C A interação entre o feixe de elétrons e os núcleos dos átomos que compõem a amostra gera uma instabilidade nuclear, fenômeno que obedece à Lei de Coulomb. Para que o átomo se estabilize, o núcleo libera energia na forma de raios X com comprimentos de onda característicos.
- D O feixe de elétrons remove elétrons de camadas eletrônicas internas dos átomos que compõem a amostra. Esse espaço é preenchido por elétrons de camadas mais externas e o excesso de energia gerado por essa transição eletrônica é transmitido a outros elétrons das camadas externas, os quais são ejetados, emitindo raios X com comprimentos de onda característicos.
- E Os elétrons do feixe são repelidos pelos núcleos dos átomos da amostra em função das cargas opostas dessas espécies. Em decorrência dessa repulsão, os elétrons do feixe colidem entre si, gerando um excesso de energia que é eliminado na forma de raios X com comprimentos de onda característicos.

## QUESTÃO 94

Durante a obtenção de imagens por microscopia eletrônica, ocorre a interação do feixe de elétrons com a amostra, o que promove o surgimento de diversos fenômenos. O fenômeno relacionado à interação do feixe de elétrons com o material observado por microscopia eletrônica e que é utilizado na espectroscopia de perda de energia de elétrons (EELS) é

- A o espalhamento elástico.
- B o retroespalhamento de elétrons.
- C a catodoluminescência.
- D a emissão de raios X.
- E o espalhamento inelástico.

**QUESTÃO 95**

A análise de amostras biológicas se beneficia da microscopia analítica devido à natureza das informações obtidas por esta técnica. Assinale a opção que apresenta a informação obtida por EELS.

- A a trajetória de dispersão dos elétrons na amostra no feixe
- B a camada eletrônica que perdeu energia
- C a quantidade de elétrons que perderam energia na amostra
- D a identificação dos átomos da amostra
- E o ângulo de espalhamento dos elétrons que perderam energia

**QUESTÃO 96**

Assinale a opção correta, no que se refere à diferenciação entre EELS e microanálise de raios X para obtenção de informação.

- A A EELS registra cada evento de excitação independentemente do mecanismo posterior de retorno do átomo ao seu estado fundamental de energia. Dessa forma, a EELS está fundamentada em um circuito primário, enquanto a microanálise de raios X se baseia em um circuito secundário.
- B A EELS faz uso de um evento secundário, que é a emissão de energia pelo núcleo do átomo ionizado, enquanto a microanálise de raios X detecta um evento primário, que é a emissão de energia de um elétron.
- C Para obter informações da amostra, a EELS emprega um evento secundário, que é a emissão de energia pelo elétron, ao passo que a microanálise de raios X utiliza um evento primário, que é a emissão de raios X pelos elétrons do átomo ionizado.
- D A EELS utiliza um evento secundário: o decaimento da energia dos raios X. A microanálise de raios X detecta as mínimas variações na intensidade dos raios X.
- E A EELS usa eventos primários e secundários simultaneamente, detectando variações de energia liberadas pelo núcleo e pelos elétrons dos átomos ionizados. A microanálise de raios X, por sua vez, detecta apenas o evento primário de liberação de energia dos elétrons dos átomos ionizados.

**QUESTÃO 97**

Por meio de microscopia eletrônica analítica, pode-se identificar um elemento químico presente em uma amostra. A detecção desse elemento por EELS pode ser determinada utilizando-se elétrons de duas maneiras: pela análise

- A direta dos orbitais afetados pela ionização do átomo ou pela formação de imagem a partir dos elétrons retroespalhados.
- B direta da emissão de partículas alfa do núcleo energizado ou pela formação de imagens a partir da captação dos elétrons secundários.
- C direta do espectro de perda de energia ou pela produção de imagens espectroscópicas eletrônicas, fazendo-se a seleção de elétrons do feixe com diferentes faixas de perdas de energia.
- D indireta da liberação de energia de um elétron que mudou de orbital na camada eletrônica dos átomos da amostra ou pela produção de imagens a partir dos elétrons Auger.
- E direta da energia dos elétrons Auger emitidos pela amostra ou pela produção de imagens a partir do fenômeno da catodoluminescência.

**QUESTÃO 98**

A preparação de amostras para a análise por EELS merece especial atenção. Assinale a opção em que a característica da amostra preparada está corretamente relacionada com o resultado da análise por EELS.

- A Nas análises por EELS, o material deve apresentar a maior espessura suportada pela microscopia eletrônica de transmissão. Em regiões espessas, o espalhamento dos elétrons é único, o que melhora a sensibilidade da detecção.
- B Nas análises por EELS, assume-se que o sinal capturado é provocado principalmente por elétrons de espalhamento único, mas isso só é válido para amostras muito finas. Em regiões espessas, o espalhamento múltiplo diminui a sensibilidade e pode induzir a erros de interpretação dos resultados.
- C Na preparação de amostras para análise por EELS, a espessura da cobertura de carbono a ser aplicada no material deve ser elevada, pois em regiões de cobertura espessa a sensibilidade da detecção é amplificada pelo fenômeno de espalhamento único.
- D Na preparação de amostras para análise por EELS, um parâmetro que deve ser levado em consideração é a concentração de ferritina cationizada utilizada nessa preparação. Concentrações abaixo de 1,5 mol/L devem ser evitadas por não possibilitarem o espalhamento único dos elétrons, o que compromete a sensibilidade da técnica.
- E Na preparação de amostras para análise por EELS, a espessura da cobertura de platina aplicada sobre a amostra deve ser cuidadosamente controlada, pois coberturas espessas amplificam os sinais gerados pela interação entre os elétrons do feixe e os elétrons da amostra, o que aumenta a sensibilidade de detecção.

**QUESTÃO 99**

Considere que foi designada a um pesquisador a tarefa de analisar a morfologia e a composição química fundamental de um grânulo intracelular. Assinale a opção que apresenta a metodologia de escolha para esse tipo de análise.

- A criofratura, obtenção das réplicas e análise por espectroscopia de perda de energia
- B microscopia eletrônica de transmissão e análise por espectroscopia de perda de energia
- C *etching* profundo, obtenção das réplicas e análise por microanálise de raios X
- D fratura do material e análise por microscopia eletrônica de varredura
- E microscopia eletrônica de transmissão, com uso de anticorpos acoplados a ouro coloidal

**QUESTÃO 100**

É imprescindível ao pesquisador interpretar as informações gráficas geradas por microscopia analítica. No espectro obtido por EELS, pode-se identificar um pico denominado perda zero. Assinale a opção que expressa o significado do referido pico no espectro.

- A elétrons Auger
- B partículas alfa emitidas pelos núcleos dos átomos ionizados
- C elétrons de espalhamento elástico
- D elétrons retroespalhados
- E intensidade de catodoluminescência emitida pela amostra

## 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

Nas últimas décadas, há uma crescente busca pela utilização dos resíduos agroindustriais, devido à incessante demanda das atividades agrícolas. O acúmulo desses resíduos contribui para a deterioração do meio ambiente e para o desperdício de recursos, além de aumentar o problema da reciclagem e conservação da biomassa. Diversos processos são desenvolvidos para utilização desses materiais, transformando-os em compostos químicos e produtos com alto valor agregado como álcool, enzimas, ácidos orgânicos, aminoácidos etc. Nesse sentido, a utilização de resíduo de bagaço de cana em bioprocessos é uma alternativa racional para produção de substratos, e uma ajuda para reduzir o problema da poluição ambiental.

Os resíduos lignocelulósicos são uma grande alternativa para a geração de energia. Atualmente, os maiores usos da lignocelulose concentram-se nas polpas e indústrias de papéis, proteína para ração, em meios tecnológicos de alimentação, além de poderem gerar energia por meio da produção de etanol.

C. R. Menezes *et al.* Bagaço de cana: fonte para produção de enzimas lignocelulolíticas. *Estudos Tecnológicos*. Vol. 5, n.º 1:68-78, jan./abr. 2009 (com adaptações).

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

### UTILIZAÇÃO DE PAREDES CELULARES NA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS

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

- ▶ vantagens do uso das paredes celulares vegetais;
- ▶ maiores restrições e desafios ao uso;
- ▶ técnicas de melhoramento.

**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**

É amplamente aceito que a vida na Terra surgiu e se desenvolveu na água e que os organismos mantêm uma estreita dependência metabólica de água. Essa afirmação se baseia no fato de que as células dos mais variados organismos encontrados hoje em nosso planeta apresentam um alto percentual de água (em torno de 70% do conteúdo celular). Entretanto, a presença da água é um dos grandes desafios a ser enfrentado de forma a permitir a análise de amostras biológicas por microscopia eletrônica. De forma geral, em técnicas de rotina, a água é retirada e substituída por solventes e resinas. Todavia, a retirada de água provoca alterações no material biológico, como a remoção de materiais solúveis e mudanças na distribuição de materiais móveis. Com o objetivo de evitar esses problemas, foram desenvolvidos métodos que prescindem da imediata remoção de água.

Considerando que o exposto no texto acima tem caráter unicamente motivador, descreva a metodologia de preparo de amostras biológicas que prescindam da imediata remoção de água dos espécimes, incluindo seus fundamentos. Elabore seu texto de forma objetiva, abordando, necessariamente, os seguintes aspectos:

- ▶ identificação correta da metodologia e descrição da condição a que as células serão submetidas;
- ▶ principal fenômeno a ser evitado durante o procedimento e seus efeitos no material biológico;
- ▶ uso de substâncias químicas que contribuam para a melhoria da metodologia em questão.