

ENEMPIPORASSUNTO

Biologia

APRESENTAÇÃO

O que uma prova concorrida, difícil e complexa exige do candidato? Antes de tudo, disposição para estudar. Isto significa: atenção às aulas, dedicação às leituras, insistência nos exercícios, persistência na busca de respostas e soluções. Ou seja: muito esforço para alcançar o que deseja. É assim há muito tempo e continua sendo assim.

Sendo assim, é plenamente defensável a tese de que grandes conquistadores das vagas mais concorridas nas Universidades têm sido os estudantes com maior Espírito Empreendedor. Alguns são empreendedores sem saber e agem de modo instintivo. Outros agem mesmo, estrategicamente. O que há em comum entre esses dois tipos de vestibulandos? A vitória. Infelizmente, muitos estudantes ainda não encaram sua vida acadêmica como um grande Empreendimento, na verdade, o maior e mais democrático. Empreendedorismo é a capacidade de inovação através da criatividade e comprometimento com o que faz, assumindo, inclusive, riscos calculados.

Mas, de alguns anos para cá, os exames como o ENEM ou os vestibulares de universidades importantes (USP, UNICAMP, UNESP, UNIFESP, UERJ, etc.) vêm exigindo que o estudante aplique seus conhecimentos em situações e problemas – isto é, que demonstre uma assimilação concreta do que foi estudado.

Os conteúdos abordados nas questões têm apresentado um novo ponto de vista. Em primeiro lugar, por sua variedade – acionando um amplo leque de conhecimentos e saberes diversos. Em segundo lugar, por sua articulação – o que supõe que o candidato seja capaz de utilizar, ao mesmo tempo, ferramentas oriundas de diversas disciplinas da grade curricular.

Assim, o estudante tem que continuar equilibrando, em doses iguais, a teoria (aulas, estudos, leituras) e a prática (exercícios, simulados); mas tem que levar adiante as reflexões que faz em seus estudos, e as conclusões a que chega nos exercícios que realiza.

Os vestibulares exigem cada vez mais um aluno que pensa, que não se contenta com respostas prontas e que está preparado para discuti-las, questioná-las e procurar alternativas para elas. Um candidato que tenha condições de compreender o mundo e vontade de transformá-lo. Um cidadão com fome de conhecimento e sede de mudança.

Paraphrasing George Shaw, “O homem sensato se adapta ao mundo; o insensato insiste em tentar adaptar o mundo a si. Portanto, todo progresso depende do insensato”.

Este ENEM POR ASSUNTO traz alguns dados fundamentais a respeito de assuntos e abordagens recorrentes no exame, desde a sua primeira aplicação – ou, para usar um linguajar que os alunos entendem bem, o famoso “o que mais cai”. Esse conhecimento é parte da sua preparação.

Fica evidente que o vestibulando-empresendedor é realmente um administrador dos seus sonhos, um estrategista, um planejador consciente e designer ativo do seu projeto de vida.

Aproveite este material com a mesma inteligência exigida pelos vestibulares: retirando dele as informações gerais e aplicando-as às suas necessidades específicas.

Profº Lásaro Henrique
Biologia

ANÁLISE DE UMA QUESTÃO NO ESTILO ENEM

OBJETO DE CONHECIMENTO – A TEORIA EVOLUTIVA DE CHARLES DARWIN.

COMPETÊNCIA DE ÁREA 4 - Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais.

HABILIDADE 16 – Compreender o papel da evolução na produção de padrões, processos biológicos ou na organização taxonômica dos seres vivos.

A priori, ao observarmos, na questão, o trecho dado, encontramos 3 (três) constituintes discursivos textuais:

→ **Questão 33, Caderno de Ciências da Natureza, pág. 12 – AZUL – ENEM 2009**

“...Os ratos *Peromyscus polionotus* encontram-se distribuídos em ampla região na América do Norte.

1

A pelagem de ratos dessa espécie varia do marrom claro até o escuro, sendo que os ratos de uma mesma população têm coloração muito semelhante.

Afirmação Inicial
(introdução do assunto)

2

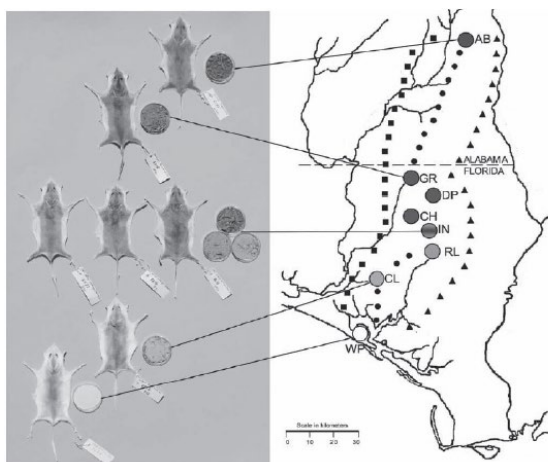
Em geral, a coloração da pelagem também é muito parecida à cor do solo da região em que se encontram, que também apresenta a mesma variação de cor, distribuída ao longo de um gradiente sul-norte. Na figura, encontram-se representadas sete diferentes populações de *P. polionotus*.

Delimitação do Assunto

3

Cada população é representada pela pelagem do rato, por uma amostra de solo e por sua posição geográfica no mapa.

Afirmação comparativa / explicativa
(exemplificação)



NÃO ESQUEÇA!
Destaque o que é relevante

MULLEN, L. M.; HOEKSTRA, H. E. Natural selection along an environmental gradient: a classic cline in mouse pigmentation. *Evolution*, 2008.

O mecanismo evolutivo envolvido na associação entre cores de pelagem e de substrato é:

- a) a alimentação, pois pigmentos de terra são absorvidos e alteram a cor da pelagem dos roedores.
- b) o fluxo gênico entre as diferentes populações, que mantém constante a grande diversidade interpopulacional.
- c) a seleção natural, que, nesse caso, poderia ser entendida como a sobrevivência diferenciada de indivíduos com características distintas.
- d) a mutação genética, que, em certos ambientes, como os de solo mais escuro, têm maior ocorrência e capacidade de alterar significativamente a cor da pelagem dos animais.
- e) a herança de caracteres adquiridos, capacidade de organismos se adaptarem a diferentes ambientes e transmitirem suas características genéticas aos descendentes.

Conforme observamos, a questão analisa a relação entre o mecanismo evolutivo e a distribuição geográfica (densidade de indivíduos com fenótipos variáveis) na América do Norte. Assim, podemos concluir que o substrato (cor do solo) é um fator edáfico de Seleção Natural, onde as variações de pigmentação apresentadas pelos ratos da espécie em questão são positivamente selecionadas pela sobrevivência daqueles de mesmo pigmento que o solo.

Seleção Natural, dentre outros significados, quer dizer:

“... Dei o nome de Seleção Natural ou de persistência do mais capaz à preservação das diferenças e das variações individuais favoráveis e à eliminação das variações nocivas. As variações insignificantes, isto é, as que não são nem úteis nem nocivas ao indivíduo, não seriam prejudicadas pela seleção natural e seriam deixadas no estado de elementos variáveis, talvez como as que vemos em algumas espécies polimorfos, e terminariam por tornarem-se fixas, graças à natureza do organismo e às das condições de vida.”

Origem das Espécies – Charles Darwin – Capítulo 4: A seleção natural ou a perseverança do mais capaz

Desta forma, a seleção natural seria o mecanismo que determinou a frequência das características observadas na distribuição de ratos da ampla região da América do Norte.



**BIO
LO
GIA**

A análise do referido item mostra que o ENEM tem tido, em todas as suas aplicações, a preocupação de contextualizar os temas propostos. Isso se associa à maior quantidade em questões de Ecologia e de Histologia e Fisiologia Animal e Humana. A valorização da Genética Molecular, da Evolução e da Fisiologia Celular (Citologia) indica uma preocupação do INEP na avaliação do conhecimento, pelos candidatos, dos conceitos básicos que orientam o estudo da Biologia moderna. Outra característica observada nos últimos anos é a grande semelhança nos assuntos enfocados pelo ENEM e pelos grandes vestibulares. A única diferença significativa é a maior ênfase do ENEM nas questões de ecologia.

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

Lista de Habilidades

> Habilidades mais cobradas em questões de Biologia

H01 RECONHECER CARACTERÍSTICAS OU PROPRIEDADES DE FENÔMENOS ONDULATÓRIOS OU OSCILATÓRIOS, RELACIONANDO-OS A SEUS USOS EM DIFERENTES CONTEXTOS.	H02 ASSOCIAR A SOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE COMUNICAÇÃO, TRANSPORTE, SAÚDE OU OUTRO, COM O CORRESPONDENTE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO.	H03 CONFRONTAR INTERPRETAÇÕES CIENTÍFICAS COM INTERPRETAÇÕES BASEADAS NO SENSO COMUM, AO LONGO DO TEMPO OU EM DIFERENTES CULTURAS.
H04 AVALIAR PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO NO AMBIENTE, CONSIDERANDO A QUALIDADE DA VIDA HUMANA OU MEDIDAS DE CONSERVAÇÃO, RECUPERAÇÃO OU UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DA BIODIVERSIDADE.	H05 DIMENSIONAR CIRCUITOS OU DISPOSITIVOS ELÉTRICOS DE USO COTIDIANO.	H06 RELACIONAR INFORMAÇÕES PARA COMPREENDER MANUAIS DE INSTALAÇÃO OU UTILIZAÇÃO DE APARELHOS, OU SISTEMAS TECNOLÓGICOS DE USO COMUM.
H07 SELECIONAR TESTES DE CONTROLE, PARÂMETROS OU CRITÉRIOS PARA A COMPARAÇÃO DE MATERIAIS E PRODUTOS, TENDO EM VISTA A DEFESA DO CONSUMIDOR, A SAÚDE DO TRABALHADOR OU A QUALIDADE DE VIDA.	H08 IDENTIFICAR ETAPAS EM PROCESSOS DE OBTENÇÃO, TRANSFORMAÇÃO, UTILIZAÇÃO OU RECICLAGEM DE RECURSOS NATURAIS, ENERGÉTICOS OU MATÉRIAS-PRIMAS, CONSIDERANDO PROCESSOS BIOLÓGICOS, QUÍMICOS OU FÍSICOS NELES ENVOLVIDOS.	H09 COMPREENDER A IMPORTÂNCIA DOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS OU DO FLUXO DE ENERGIA PARA A VIDA, OU DA AÇÃO DE AGENTES OU FENÔMENOS QUE PODEM CAUSAR ALTERAÇÕES NESSES PROCESSOS.
H10 ANALISAR PERTURBAÇÕES AMBIENTAIS, IDENTIFICANDO FONTES, TRANSPORTE E(OU) DESTINO DOS POLUENTES OU PREVENDO EFEITOS EM SISTEMAS NATURAIS, PRODUTIVOS OU SOCIAIS.	H11 RECONHECER BENEFÍCIOS, LIMITAÇÕES E ASPECTOS ÉTICOS DA BIOTECNOLOGIA, CONSIDERANDO ESTRUTURAS E PROCESSOS BIOLÓGICOS ENVOLVIDOS EM PRODUTOS BIOTECNOLÓGICOS.	H12 AVALIAR IMPACTOS EM AMBIENTES NATURAIS DECORRENTES DE ATIVIDADES SOCIAIS OU ECONÔMICAS, CONSIDERANDO INTERESSES CONTRADITÓRIOS.
H13 RECONHECER MECANISMOS DE TRANSMISSÃO DA VIDA, PREVENDO OU EXPLICANDO A MANIFESTAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DOS SERES VIVOS.	H14 IDENTIFICAR PADRÕES EM FENÔMENOS E PROCESSOS VITAIS DOS ORGANISMOS, COMO MANUTENÇÃO DO EQUILÍBRIO INTERNO, DEFESA, RELAÇÕES COM O AMBIENTE, SEXUALIDADE, ENTRE OUTROS.	H15 INTERPRETAR MODELOS E EXPERIMENTOS PARA EXPLICAR FENÔMENOS OU PROCESSOS BIOLÓGICOS EM QUALQUER NÍVEL DE ORGANIZAÇÃO DOS SISTEMAS BIOLÓGICOS.

<p>H16</p> <p>COMPREENDER O PAPEL DA EVOLUÇÃO NA PRODUÇÃO DE PADRÕES, PROCESSOS BIOLÓGICOS OU NA ORGANIZAÇÃO TAXONÔMICA DOS SERES VIVOS.</p>	<p>H17</p> <p>RELACIONAR INFORMAÇÕES APRESENTADAS EM DIFERENTES FORMAS DE LINGUAGEM E REPRESENTAÇÃO USADAS NAS CIÊNCIAS FÍSICAS, QUÍMICAS OU BIOLÓGICAS, COMO TEXTO DISCURSIVO, GRÁFICOS, TABELAS, RELAÇÕES MATEMÁTICAS OU LINGUAGEM SIMBÓLICA.</p>	<p>H18</p> <p>RELACIONAR PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS OU BIOLÓGICAS DE PRODUTOS, SISTEMAS OU PROCEDIMENTOS TECNOLÓGICOS ÀS FINALIDADES A QUE SE DESTINAM.</p>
<p>H19</p> <p>AVALIAR MÉTODOS, PROCESSOS OU PROCEDIMENTOS DAS CIÊNCIAS NATURAIS QUE CONTRIBUAM PARA DIAGNOSTICAR OU SOLUCIONAR PROBLEMAS DE ORDEM SOCIAL, ECONÔMICA OU AMBIENTAL.</p>	<p>H20</p> <p>CARACTERIZAR CAUSAS OU EFEITOS DOS MOVIMENTOS DE PARTÍCULAS, SUBSTÂNCIAS, OBJETOS OU CORPOS CELESTES.</p>	<p>H21</p> <p>UTILIZAR LEIS FÍSICAS E (OU) QUÍMICAS PARA INTERPRETAR PROCESSOS NATURAIS OU TECNOLÓGICOS INSERIDOS NO CONTEXTO DA TERMODINÂMICA E (OU) DO ELETROMAGNETISMO.</p>
<p>H22</p> <p>COMPREENDER FENÔMENOS DECORRENTES DA INTERAÇÃO ENTRE A RADIAÇÃO E A MATÉRIA EM SUAS MANIFESTAÇÕES EM PROCESSOS NATURAIS OU TECNOLÓGICOS, OU EM SUAS IMPLICAÇÕES BIOLÓGICAS, SOCIAIS, ECONÔMICAS OU AMBIENTAIS.</p>	<p>H23</p> <p>AVALIAR POSSIBILIDADES DE GERAÇÃO, USO OU TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA EM AMBIENTES ESPECÍFICOS, CONSIDERANDO IMPLICAÇÕES ÉTICAS, AMBIENTAIS, SOCIAIS E/OU ECONÔMICAS.</p>	<p>H24</p> <p>UTILIZAR CÓDIGOS E NOMENCLATURA DA QUÍMICA PARA CARACTERIZAR MATERIAIS, SUBSTÂNCIAS OU TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS.</p>
<p>H25</p> <p>CARACTERIZAR MATERIAIS OU SUBSTÂNCIAS, IDENTIFICANDO ETAPAS, RENDIMENTOS OU IMPLICAÇÕES BIOLÓGICAS, SOCIAIS, ECONÔMICAS OU AMBIENTAIS DE SUA OBTENÇÃO OU PRODUÇÃO.</p>	<p>H26</p> <p>AVALIAR IMPLICAÇÕES SOCIAIS, AMBIENTAIS E/OU ECONÔMICAS NA PRODUÇÃO OU NO CONSUMO DE RECURSOS ENERGÉTICOS OU MINERAIS, IDENTIFICANDO TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS OU DE ENERGIA ENVOLVIDAS NESSES PROCESSOS.</p>	<p>H27</p> <p>AVALIAR PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO NO MEIO AMBIENTE APLICANDO CONHECIMENTOS QUÍMICOS, OBSERVANDO RISCOS OU BENEFÍCIOS.</p>
<p>H28</p> <p>ASSOCIAR CARACTERÍSTICAS ADAPTATIVAS DOS ORGANISMOS COM SEU MODO DE VIDA OU COM SEUS LIMITES DE DISTRIBUIÇÃO EM DIFERENTES AMBIENTES, EM ESPECIAL EM AMBIENTES BRASILEIROS.</p>	<p>H29</p> <p>INTERPRETAR EXPERIMENTOS OU TÉCNICAS QUE UTILIZAM SERES VIVOS, ANALISANDO IMPLICAÇÕES PARA O AMBIENTE, A SAÚDE, A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS, MATÉRIAS-PRIMAS OU PRODUTOS INDUSTRIAIS.</p>	<p>H30</p> <p>AVALIAR PROPOSTAS DE ALCANCE INDIVIDUAL OU COLETIVO, IDENTIFICANDO AQUELAS QUE VISAM A PRESERVAÇÃO E A IMPLEMENTAÇÃO DA SAÚDE INDIVIDUAL, COLETIVA OU DO AMBIENTE.</p>

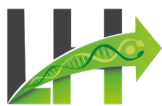
ASSUNTOS	ENEM 2009 (CANC)	ENEM 2009 (APLIC)	ENEM 2009 (PPL)	ENEM 2010 (APLIC)	ENEM 2010 (PPL)	ENEM 2011 (APLIC)	ENEM 2011 (PPL)	ENEM 2012 (APLIC)	ENEM 2012 (PPL)	ENEM 2013 (APLIC)	ENEM 2013 (PPL)	ENEM 2014 (APLIC)	ENEM 2014 (PPL)	ENEM 2014 (3APLIC)	ENEM 2015 (APLIC)	ENEM 2015 (PPL)	ENEM 2016 (APLIC)	ENEM 2016 (3APLIC)	ENEM 2017 (APLIC)	ENEM 2017 (PPL)	ENEM 2018 (APLIC)	ENEM 2018 (PPL)	ENEM 2019 (APLIC)	ENEM 2019 (PPL)	TOTAL	
MOLECULAS, CELULAS E BIOTECNOLOGIA																										
CITOLOGIA		1	2	1	2	4	2	3	3	2	2	1	1	1	3	1	2	3	4	4	3	4	3	3	3	54
Biologia Molecular	3		2				2			1	1	1	1				1		1	1		3		1	20	
Biocologia	3	3		2	2	1	1	1	3	2	2	2	2		1		2	2	1	1	1		3		29	
HEREDITARIEDADE E DIVERSIDADE DA VIDA																										
GENETICA MENDELIANA	2		1				1	1	1		1	2	1	1		1	1	1	2	2		1	1		17	
GENETICA MOLECULAR		2				1		1							2		1		1		2	2			12	
IDENTIDADE DOS SERES VIVOS																										
TAXONOMIA/SISTEMATICA							1				1		1	1		1	1	1	1	1						08
EMBRIOLOGIA E REPRODUÇÃO (ANIMAL HUMANA)	1	1		1	1		1	1	1	1				2	1	1	1									10
HISTOLOGIA E FISIOLOGIA (ANIMAL HUMANA)	2	2	2	3	3	4	1	1	2	4	1	2	1	1	5	4	2	1	2	2	2	2	5	4		58
BOTANICA				1	2			1					1			1	1	1			2					08
ZOOLOGIA								1				1			1	1	1	1			1		1			08
ECOLOGIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS																										
FUNDAMENTOS DA ECOLOGIA	3	2	1	2		2	3	2		2	2	2	2	3	1	1	2	2	1	1	1	1	1	3	3	43
CADIAS E TEAS				1	1		2	1		1		1		1	2	2	1		2							15
BIOMAS	2	4	3	1		1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
HUMANIDADE E AMBIENTE	6	4	8	4	4	4	6	3	3	1	4	2	4	8	1	1	1	1	2	2	3	1	2	2	2	80
ORIGEM E EVOLUÇÃO DA VIDA																										
ORIGEM DA VIDA								1				1														02
EVOLUÇÃO	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1		2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	25
METODO CIENTIFICO		2			1																					04
QUALIDADE DE VIDA DAS POPULAÇÕES HUMANAS (7,8%)																										
INDICADORES SOCIAIS			1																							01
MICROBIOLOGIA E DOENÇAS ASSOCIADAS			2	2	2	2	4	2			2		2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	29
LEGISLAÇÃO E CIDADANIA			1															1								02
TOTAL	22	20	24	18	17	21	24	17	16	15	17	16	15	22	16	16	15	19	16	17	16	17	16	19	19	444

PERCENTUAL DOS ASSUNTOS QUE MAIS CAEM NO ENEM 2009 a 2019



Sumário

CITOLOGIA.....	11
BIOLOGIA MOLECULAR (ORGÂNICA E INORGÂNICA).....	22
BIOTECNOLOGIA	26
GENÉTICA MENDELIANA.....	32
GENÉTICA MOLECULAR.....	36
TAXONOMIA SISTEMÁTICA	38
EMBRIOLOGIA E REPRODUÇÃO (ANIMAL E HUMANA).....	40
HISTOLOGIA E FISILOGIA (ANIMAL E HUMANA)	42
BOTÂNICA	55
ZOOLOGIA.....	56
FUNDAMENTOS DA ECOLOGIA.....	57
CADEIAS E TEIAS (FLUXO DE ENERGIA).....	66
BIOMAS	71
HUMANIDADE E AMBIENTE	75
ORIGEM DA VIDA	93
EVOLUÇÃO	93
MÉTODO CIENTÍFICO	100
INDICADORES SOCIAIS.....	101
MICROBIOLOGIA E DOENÇAS ASSOCIADAS (PARASITOLOGIA).....	102
LEGISLAÇÃO E CIDADANIA	109



CITOLOGIA

1. (Enem/2009) A fotossíntese é importante para a vida na Terra. Nos cloroplastos dos organismos fotossintetizantes, a energia solar é convertida em energia química que, juntamente com água e gás carbônico (CO_2), é utilizada para a síntese de compostos orgânicos (carboidratos). A fotossíntese é o único processo de importância biológica capaz de realizar essa conversão. Todos os organismos, incluindo os produtores, aproveitam a energia armazenada nos carboidratos para impulsionar os processos celulares, liberando CO_2 para a atmosfera e água para a célula por meio da respiração celular. Além disso, grande fração dos recursos energéticos do planeta, produzidos tanto no presente (biomassa) como em tempos remotos (combustível fóssil), é resultante da atividade fotossintética.

As informações sobre obtenção e transformação dos recursos naturais por meio dos processos vitais de fotossíntese e respiração, descritas no texto, permitem concluir que

- o CO_2 e a água são moléculas de alto teor energético.
 - os carboidratos convertem energia solar em energia química.
 - a vida na Terra depende, em última análise, da energia proveniente do Sol.
 - o processo respiratório é responsável pela retirada de carbono da atmosfera.
 - a produção de biomassa e de combustível fóssil, por si, é responsável pelo aumento de CO_2 atmosférico.
2. (Enem/2009) Um estudo experimental mostrou que a cana-de-açúcar mantida em ambiente com o dobro da concentração de CO_2 realiza 30% a mais de fotossíntese e produz 30% a mais de açúcar que a cana-de-açúcar que cresce sob a concentração normal de CO_2 . Nas câmaras que mantinham esse ar rico em gás carbônico, cresceram plantas também mais altas e mais encorpadas.

Revista da Fapesp, N. 148, junho de 2008, p. 40-45.

Depreende-se do texto que o CO_2 é

- incorporado para produção de biomassa.
 - imitado completamente durante a respiração.
 - concentrado no ambiente para reduzir a fotossíntese.
 - removido do ambiente apenas pelas plantas mais altas.
 - absorvido em maior quantidade sob concentração normal.
3. (Enem/2010) Um ambiente capaz de asfixiar todos os animais conhecidos do planeta foi colonizado por pelo menos três espécies diferentes de invertebrados marinhos. Descobertos a mais de 3 000 m de profundidade no Mediterrâneo, eles são os primeiros membros do reino animal a prosperar mesmo diante da ausência total de oxigênio. Até agora, achava-se que só bactérias pudessem ter esse estilo de vida. Não admira que os bichos pertençam a um grupo pouco conhecido, o dos loricíferos, que mal chegam a 1,0 mm. Apesar do tamanho, possuem cabeça, boca, sistema digestivo e uma carapaça.

A adaptação dos bichos à vida no sufoco é tão profunda que suas células dispensaram as chamadas mitocôndrias.

LOPES, R. J. Italianos descobrem animal que vive em água sem oxigênio. *Folha de São Paulo*. Disponível: <<http://www.folha.uol.com.br>>. Acesso em: 10 abr. 2010. (Adaptado)

Que substâncias poderiam ter a mesma função do O_2 na respiração celular realizada pelos loricíferos?

- S e CH_4
 - S e NO_3^-
 - H_2 e NO_3^-
 - CO_2 e CH_4
 - H_2 e CO_2
4. (Enem/2010) O aquecimento global, ocasionado pelo aumento do efeito estufa, tem como uma de suas causas a disponibilização acelerada de átomos de carbono para a atmosfera como a gasolina, os óleos e o carvão, que liberam o gás carbônico (CO_2) para a atmosfera. Por outro lado, a produção de metano (CH_4), outro gás causador do efeito estufa, está associada à pecuária e à degradação de matéria orgânica em aterros sanitários. Apesar dos problemas causados pela disponibilização acelerada dos gases citados, eles são imprescindíveis à vida na Terra e importantes para a manutenção do equilíbrio ecológico, porque, por exemplo,
- metano é fonte de carbono para os organismos fotossintetizantes.
 - metano é fonte de hidrogênio para os organismos fotossintetizantes.
 - gás carbônico é fonte de energia para os organismos fotossintetizantes.
 - gás carbônico é fonte de carbono inorgânico para os organismos fotossintetizantes.
 - gás carbônico é fonte de oxigênio molecular para os organismos heterotróficos aeróbios.
5. (Enem/2010) Um molusco, que vive no litoral oeste dos EUA, pode redefinir tudo o que se sabe sobre a divisão entre animais e vegetais. Isso porque o molusco (*Elysia chlorotica*) é um híbrido de bicho com planta. Cientistas americanos descobriram que o molusco conseguiu incorporar um gene das algas e, por isso, desenvolveu a capacidade de fazer fotossíntese. É o primeiro animal a se “alimentar” apenas de luz e CO_2 , como as plantas.

GARATONI, B. *Superinteressante*. Edição 276. mar. 2010. (Adaptado)

A capacidade de o molusco fazer fotossíntese deve estar associada ao fato de o gene incorporado permitir que ele passe a sintetizar

- clorofila, que utiliza a energia do carbono para produzir glicose.
- citocromo, que utiliza a energia da água para formar oxigênio.
- clorofila, que doa elétrons para converter gás carbônico em oxigênio.
- citocromo, que doa elétrons da energia luminosa para produzir glicose.
- clorofila, que transfere a energia da luz para compostos orgânicos.

6. (Enem/2011) A cal (óxido de cálcio, CaO), cuja suspensão em água é muito usada como uma tinta de baixo custo, dá uma tonalidade branca aos troncos de árvores. Essa é uma prática muito comum em praças públicas e locais privados, geralmente usada para combater a proliferação de parasitas. Essa aplicação, também chamada de caiação, gera um problema: elimina microrganismos benéficos para a árvore.

Superinteressante. Disponível em: <http://super.abril.com.br>. Acesso em: 1 abr. 2010 (adaptado).

A destruição do microambiente, no tronco de árvores pintadas com cal, é devida ao processo de

- difusão, pois a cal se difunde nos corpos dos seres do microambiente e os intoxica.
 - osmose, pois a cal retira água do microambiente, tornando-o inviável ao desenvolvimento de microrganismos.
 - oxidação, pois a luz solar que incide sobre o tronco ativa fotoquimicamente a cal, que elimina os seres vivos do microambiente.
 - aquecimento, pois a luz do Sol incide sobre o tronco e aquece a cal, que mata os seres vivos do microambiente.
 - vaporização, pois a cal facilita a volatilização da água para a atmosfera, eliminando os seres vivos do microambiente.
7. (Enem/2011) Moradores sobreviventes da tragédia que destruiu aproximadamente 60 casas no Morro do Bumba, na Zona Norte de Niterói (RJ), ainda defendem a hipótese de o deslizamento ter sido causado por uma explosão provocada por gás metano, visto que esse local foi um lixão entre os anos 1960 e 1980.

Jornal Web. Disponível em: <http://www.ojornalweb.com>. Acesso em: 12 abr. 2010 (adaptado).

O gás mencionado no texto é produzido

- como subproduto da respiração aeróbia bacteriana.
 - pela degradação anaeróbia de matéria orgânica por bactérias.
 - como produto da fotossíntese de organismos pluricelulares autotróficos.
 - pela transformação química do gás carbônico em condições anaeróbias.
 - pela conversão, por oxidação química, do gás carbônico sob condições aeróbias.
8. (Enem/2011)



De acordo com o relatório “A grande sombra da pecuária” (*Livestock’s Long Shadow*), feito pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação, o gado é responsável por cerca de 18% do aquecimento global, uma contribuição maior que a do setor de transportes.

Disponível em: <www.conpet.gov.br>. Acesso em: 22 jun. 2010.

A criação de gado em larga escala contribui para o aquecimento global por meio da emissão de

- metano durante o processo de digestão.
 - óxido nítrico durante o processo de ruminação.
 - clorofluorcarbono durante o transporte de carne.
 - óxido nítrico durante o processo respiratório.
 - dióxido de enxofre durante o consumo de pastagens.
9. (Enem/2011) Certas espécies de algas são capazes de absorver rapidamente compostos inorgânicos presentes na água, acumulando-os durante seu crescimento. Essa capacidade fez com que se pensasse em usá-las como biofiltros para a limpeza de ambientes aquáticos contaminados, removendo, por exemplo, nitrogênio e fósforo de resíduos orgânicos e metais pesados provenientes de rejeitos industriais lançados nas águas. Na técnica do cultivo integrado, animais e algas crescem de forma associada, promovendo um maior equilíbrio ecológico.

SORIANO, E. M. Filtros vivos para limpar a água. *Revista Ciência Hoje*. V. 37, nº 219, 2005. (Adaptado)

A utilização da técnica do cultivo integrado de animais e algas representa uma proposta favorável a um ecossistema mais equilibrado porque

- os animais eliminam metais pesados, que são usados pelas algas para a síntese de biomassa.
 - os animais fornecem excretas orgânicos nitrogenados, que são transformados em gás carbônico pelas algas.
 - as algas usam os resíduos nitrogenados liberados pelos animais e eliminam gás carbônico na fotossíntese, usado na respiração aeróbia.
 - as algas usam os resíduos nitrogenados provenientes do metabolismo dos animais e, durante a síntese de compostos orgânicos, liberam oxigênio para o ambiente.
 - as algas aproveitam os resíduos do metabolismo dos animais e, durante a quimiossíntese de compostos orgânicos, liberam oxigênio para o ambiente.
10. (Enem/2011) Os materiais radioativos emitem diferentes tipos de radiação. A radiação gama, por exemplo, por sua alta energia e penetração, consegue remover elétrons dos átomos dos tecidos internos e romper ligações químicas por ionização, podendo causar mutação no DNA. Já as partículas beta têm o mesmo efeito ionizante, mas atuam sobre as células da pele.

RODRIGUES JR., A. A. O que é radiação? E contaminação radioativa? Vamos esclarecer. *Física na Escola*. V. 8, nº 2, 2007. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física. (Adaptado).

Segundo o texto, um indivíduo irradiado por uma fonte radioativa é exposto ao risco de:

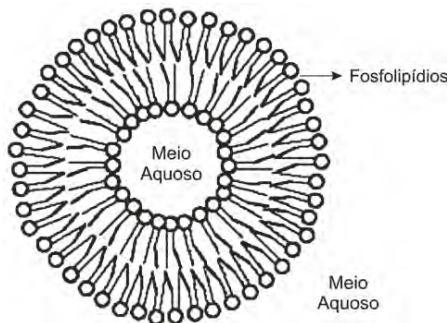
- transformar-se em um corpo radioativo.
- absorver a radiação e armazená-la.
- emitir radiação e contaminar outras pessoas.
- sofrer alterações gênicas e desenvolver câncer.
- transportar a radiação e contaminar outros ambientes.

11. (Enem/2011) Há milhares de anos o homem faz uso da biotecnologia para a produção de alimentos como pães, cervejas e vinhos. Na fabricação de pães, por exemplo, são usados fungos unicelulares, chamados de leveduras, que são comercializados como fermento biológico. Eles são usados para promover o crescimento da massa, deixando-a leve e macia.

O crescimento da massa do pão pelo processo citado é resultante da

- liberação de gás carbônico.
- formação de ácido láctico.
- formação de água.
- produção de ATP.
- liberação de calor.

12. (Enem/2012) Quando colocados em água, os fosfolipídios tendem a formar lipossomos, estruturas formadas por uma bicamada lipídica, conforme mostrado na figura. Quando rompida, essa estrutura tende a se reorganizar em um novo lipossomo.



Disponível em: <<http://course1.winona.edu>>
Acesso em: 1 mar. 2012. (Adaptado)

Esse arranjo característico se deve ao fato de os fosfolipídios apresentarem uma natureza

- polar, ou seja, serem inteiramente solúveis em água.
 - apolar, ou seja, não serem solúveis em solução aquosa.
 - anfotérica, ou seja, podem comportar-se como ácidos e bases.
 - insaturada, ou seja, possuírem duplas ligações em sua estrutura.
 - anfifílica, ou seja, possuírem uma parte hidrofílica e outra hidrofóbica.
13. (Enem/2012) Osmose é um processo espontâneo que ocorre em todos os organismos vivos e é essencial à manutenção da vida. Uma solução 0,15 mol/L de NaCl (cloreto de sódio) possui a mesma pressão osmótica das soluções presentes nas células humanas. A imersão de uma célula humana em uma solução 0,20 mol/L de NaCl tem, como consequência, a
- adsorção de íons Na^+ sobre a superfície da célula.
 - difusão rápida de íons Na^+ para o interior da célula.
 - diminuição da concentração das soluções presentes na célula.
 - transferência de íons Na^+ da célula para a solução.
 - transferência de moléculas de água do interior da célula para a solução.

14. (Enem/2012) A produção de biocombustíveis é resultado direto do fomento a pesquisas científicas em biotecnologia que ocorreu no Brasil nas últimas décadas. A escolha do vegetal a ser usado considera, entre outros aspectos, a produtividade da matéria-prima em termos de rendimento e custos associados. O etanol é produzido a partir da fermentação de carboidratos e quanto mais simples a molécula de glicídio, mais eficiente é o processo.

“Etanol de quê?” *Revista Pesquisa Fapesp*, 28 nov. 2007. (Adaptada)

O vegetal que apresenta maior eficiência no processo da produção do etanol é

- o milho, pois apresenta sementes com alto teor de amido.
 - a mandioca, pois apresenta raízes com alto teor de celulose.
 - a soja, pois apresenta sementes com alto teor de glicogênio.
 - o feijão, pois apresenta sementes com alto teor de quitina.
 - a cana-de-açúcar, pois apresenta colmos com alto teor de sacarose.
15. (Enem/2012) O DNA (ácido desoxirribonucleico), material genético de seres vivos, é uma molécula de fita dupla, que pode ser extraída de forma caseira a partir de frutas, como morango ou banana amassados, com uso de detergente, de sal de cozinha, de álcool comercial e de uma peneira ou de um coador de papel. O papel do detergente nessa extração de DNA é
- aglomerar o DNA em solução para que se torne visível.
 - promover lise mecânica do tecido para obtenção do DNA.
 - emulsificar a mistura para promover a precipitação do DNA.
 - promover atividades enzimáticas para acelerar a extração do DNA.
 - romper as membranas celulares para liberação do DNA em solução.
16. (Enem/2012) Para preparar uma massa básica de pão, deve-se misturar apenas farinha, água, sal e fermento. Parte do trabalho deixa-se para o fungo presente no fermento: ele utiliza amido e açúcares da farinha em reações químicas que resultam na produção de alguns outros compostos importantes no processo de crescimento da massa. Antes de assar, é importante que a massa seja deixada num recipiente por algumas horas para que o processo de fermentação ocorra. Esse período de esfera é importante para que a massa cresça, pois é quando ocorre a
- reprodução do fungo na massa.
 - formação de dióxido de carbono.
 - liberação de energia pelos fungos.
 - transformação de água líquida em vapor d'água.
 - evaporação do álcool formado na decomposição dos açúcares.

17. (Enem/2012) Alimentos como carnes, quando guardados de maneira inadequada, deterioram-se rapidamente devido à ação de bactérias e fungos. Esses organismos se instalam e se multiplicam rapidamente por encontrarem ali condições favoráveis de temperatura, umidade e nutrição. Para preservar tais alimentos é necessário controlar a presença desses microrganismos. Uma técnica antiga e ainda bastante difundida para preservação desse tipo de alimento é o uso do sal de cozinha (NaCl).

Nessa situação, o uso do sal de cozinha preserva os alimentos por agir sobre os microrganismos

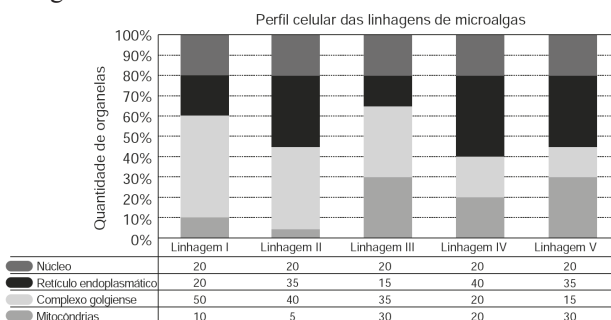
- desidratando suas células.
- inibindo sua síntese proteica.
- inibindo sua respiração celular.
- bloqueando sua divisão celular.
- desnaturando seu material genético.

18. (Enem/2013) Plantas terrestres que ainda estão em fase de crescimento fixam grandes quantidades de CO₂, utilizando-o para formar novas moléculas orgânicas, e liberam grande quantidade de O₂. No entanto, em florestas maduras, cujas árvores já atingiram o equilíbrio, o consumo de O₂ pela respiração tende a igualar sua produção pela fotossíntese. A morte natural de árvores nessas florestas afeta temporariamente a concentração de O₂ e de CO₂ próximo à superfície do solo onde elas caíram.

A concentração de O₂ próximo ao solo, no local da queda, será

- menor, pois haverá consumo de O₂ durante a decomposição dessas árvores.
- maior, pois haverá economia de O₂ pela ausência das árvores mortas.
- maior, pois haverá liberação de O₂ durante a fotossíntese das árvores jovens.
- igual, pois haverá consumo e produção de O₂ pelas árvores maduras restantes.
- menor, pois haverá redução de O₂ pela falta da fotossíntese realizada pelas árvores mortas.

19. (Enem/2013) Uma indústria está escolhendo uma linhagem de microalgas que otimize a secreção de polímeros comestíveis, os quais são obtidos do meio de cultura de crescimento. Na figura podem ser observadas as proporções de algumas organelas presentes no citoplasma de cada linhagem.



Qual é a melhor linhagem para se conseguir maior rendimento de polímeros secretados no meio de cultura?

- I
- II
- III
- IV
- V

20. (Enem/2013) A fabricação de cerveja envolve a atuação de enzimas amilases sobre as moléculas de amido da cevada. Sob temperatura de cerca de 65 °C, ocorre a conversão do amido em maltose e glicose. O caldo obtido (mosto) é fervedo para a inativação das enzimas. Após o resfriamento e a filtração, são adicionados o lúpulo e a levedura para ocorrer a fermentação. A cerveja sofre maturação de 4 a 40 dias, para ser engarrafada e pasteurizada.

PANEK, A. D. *Ciência Hoje*. São Paulo, v. 47, n. 279, mar. 2011. (Adaptado)

Dentre as etapas descritas, a atividade biológica no processo ocorre durante o(a)

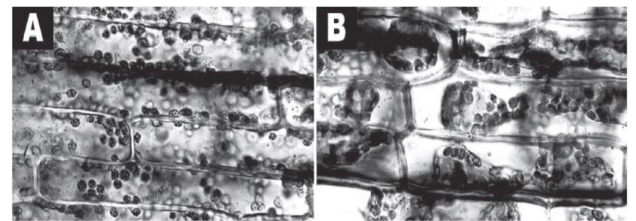
- filtração do mosto.
- resfriamento do mosto.
- pasteurização de bebida.
- fermentação da maltose e da glicose.
- inativação enzimática no aquecimento.

21. (Enem/2013) Mitocôndrias são organelas citoplasmáticas em que ocorrem etapas do processo de respiração celular. Nesse processo, moléculas orgânicas são transformadas e, juntamente com o O₂, são produzidos CO₂ e H₂O, liberando energia, que é armazenada na célula na forma de ATP.

Na espécie humana, o gameta masculino (espermatozoide) apresenta, em sua peça intermediária, um conjunto mitocôndrias, cuja função é

- facilitar a ruptura da membrana do ovócito.
- acelerar sua maturação durante a espermatogênese.
- localizar a tuba uterina para fecundação do gameta feminino.
- aumentar a produção de hormônios sexuais masculinos.
- fornecer energia para sua locomoção.

22. (Enem/2014) As figuras A e B mostram um tecido vegetal observado sob microscópio, evidenciando o fenômeno da plasmólise de uma célula vegetal, quando em contato com um meio externo de diferente concentração.



ROSSI-RODRIGUES, B. C.; HELENO, M. G.; SANTOS, R.V.D. *Osmose em célula vegetal observada ao microscópio óptico*.

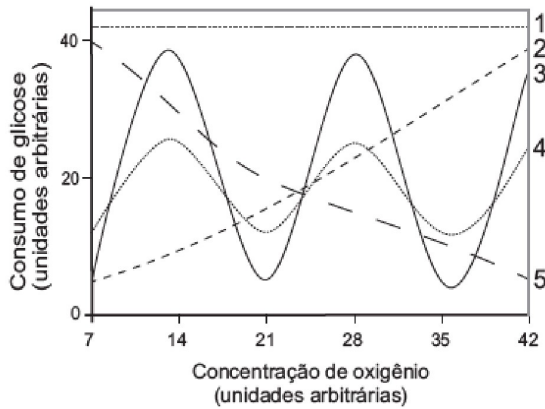
Disponível em: <www.ib.unicamp.br>

Acesso em: 22 fev. 2012. (Adaptado)

Considerando que as figuras A e B mostram duas situações de um mesmo experimento, pode-se afirmar que as células da figura

- A estão em contato com um meio mais concentrado, sofrendo aumento de volume.
- A e B foram colocadas em meio isotônico, não sofrendo mudança de volume.
- B foram colocadas em meio externo hipertônico, apresentando diminuição de volume.
- B foram colocadas em contato com meio externo menos concentrado, apresentando aumento de volume dos vacúolos.
- A foram mergulhadas em meio externo menos concentrado, apresentando seus cloroplastos espalhados no citoplasma.

23. (Enem/2015) Normalmente, as células do organismo humano realizam a respiração aeróbica, na qual o consumo de uma molécula de glicose gera 38 moléculas de ATP. Contudo, em condições anaeróbicas, o consumo de uma molécula de glicose pelas células é capaz de gerar apenas duas moléculas de ATP.



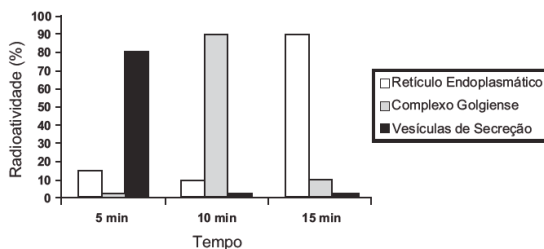
Qual a curva representa o perfil de consumo de glicose para manutenção de homeostase de uma célula que inicialmente está em uma condição anaeróbica e é submetida, e um aumento gradual da concentração de oxigênio?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

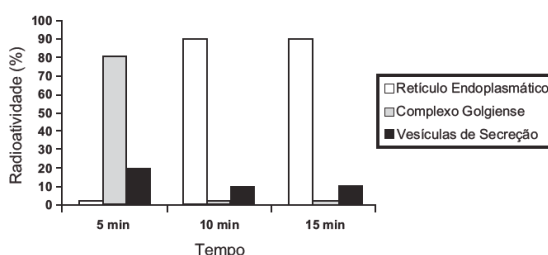
24. (Enem/2015) Muitos estudos de síntese e endereçamento de proteínas utilizam aminoácidos marcados radioativamente para acompanhar as proteínas, desde fases iniciais de sua produção até seu destino final. Esses ensaios foram muito empregados para estudo e caracterização de células secretoras.

Após esses ensaios de radioatividade, qual gráfico representa a evolução temporal da produção de proteínas e sua localização em uma célula secretora?

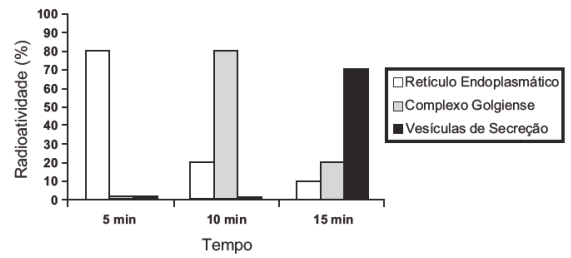
a)



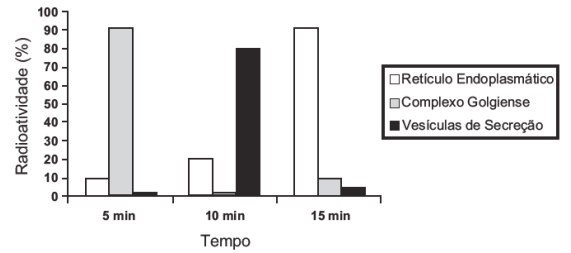
b)



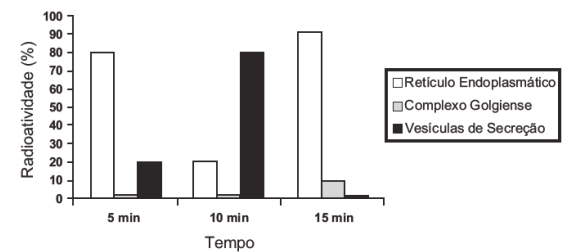
c)



d)



e)

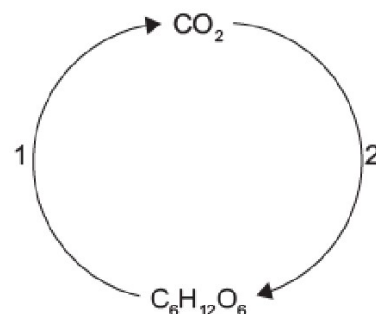


25. (Enem/2015) A cariotipagem é um método que analisa células de um indivíduo para determinar seu padrão cromossômico. Essa técnica consiste na montagem fotográfica, em sequência, dos pares de cromossomos e permite identificar um indivíduo normal (46, XX ou 46, XY) ou com alguma alteração cromossômica. A investigação do cariótipo de uma criança do sexo masculino com alterações morfológicas e comprometimento cognitivo verificou que ela apresentava fórmula cariotípica 47, XY, +18.

A alteração cromossômica da criança pode ser classificada como

- a) estrutural, do tipo deleção.
- b) numérica, do tipo euploidia.
- c) numérica, do tipo poliploidia.
- d) estrutural, do tipo duplicação.
- e) numérica, do tipo aneuploidia.

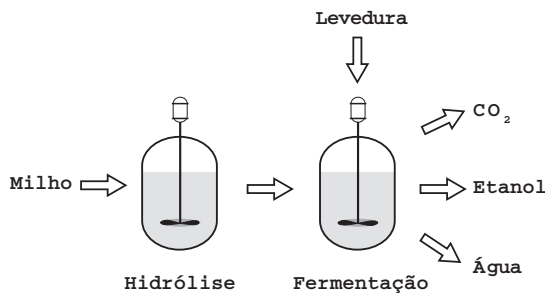
26. (Enem/2015)



No esquema representado, o processo identificado pelo número 2 é realizado por

- seres herbívoros.
- fungos fermentadores.
- bactérias heterótrofas.
- organismos produtores.
- microrganismos decompositores.

27. (Enem/2016) O esquema representa, de maneira simplificada, o processo de produção de etanol utilizando milho como matéria-prima.



A etapa de hidrólise na produção de etanol a partir do milho é fundamental para que

- a glicose seja convertida em sacarose.
 - as enzimas dessa planta sejam ativadas.
 - a maceração favoreça a solubilização em água.
 - o amido seja transformado em substratos utilizáveis pela levedura.
 - os grãos com diferentes composições químicas sejam padronizados.
28. (Enem/2016) As proteínas de uma célula eucariótica possuem peptídeos sinais, que são sequências de aminoácidos responsáveis pelo seu endereçamento para as diferentes organelas, de acordo com suas funções. Um pesquisador desenvolveu uma nanopartícula capaz de carregar proteínas para dentro de tipos celulares específicos. Agora ele quer saber se uma nanopartícula carregada com uma proteína bloqueadora do ciclo de Krebs *in vitro* é capaz de exercer sua atividade em uma célula cancerosa, podendo cortar o aporte energético e destruir essas células.

Ao escolher essa proteína bloqueadora para carregar as nanopartículas, o pesquisador deve levar em conta um peptídeo sinal de endereçamento para qual organela?

- Núcleo.
 - Mitocôndria.
 - Peroxisomo.
 - Complexo golgiense.
 - Reticulo endoplasmático.
29. (Enem/2016) O paclitaxel é um triterpeno poli-hidroxiado que foi originalmente isolado da casca de *Taxus brevifolia*, árvore de crescimento lento e em risco de extinção, mas agora é obtido por rota química semissintética. Esse fármaco é utilizado como agente quimioterápico no tratamento de tumores de ovário, mama e pulmão. Seu mecanismo de ação antitumoral envolve sua ligação à tubulina interferindo com a função dos microtúbulos.

KRETZER, I. F. *Terapia antitumoral combinada de derivados do paclitaxel e etoposídeo associados à nanoemulsão lipídica rica em colesterol - LDE*. Disponível em: www.teses.usp.br. Acesso em: 29 fev. 2012 (adaptado).

De acordo com a ação antitumoral descrita, que função celular é diretamente afetada pelo paclitaxel?

- Divisão celular.
- Transporte passivo.
- Equilíbrio osmótico.
- Geração de energia.
- Síntese de proteínas.

30. (Enem/2016)

COMPANHEIRA VIAJANTE

Suavemente revelada? Bem no interior de nossas células, uma clandestina e estranha alma existe. Silenciosamente, ela trama e aparece cumprindo seus afazeres domésticos cotidianos, descobrindo seu nicho especial em nossa fogosa cozinha metabólica, mantendo entropia em apuros, em ciclos variáveis noturnos e diurnos. Contudo, raramente ela nos acende, apesar de sua fornalha consumi-la. Sua origem? Microbiana, supomos. Julga-se adaptada às células eucariotes, considerando-se como escrava – uma serve a serviço de nossa verdadeira evolução.

McMURRAY, W. C. The traveler. *Trends in Biochemical Sciences*, 1994 (adaptado).

A organela celular descrita de forma poética no texto é o(a)

- centríolo.
 - lisossomo.
 - mitocôndria.
 - complexo golgiense.
 - retículo endoplasmático liso.
31. (Enem/2016) Um pesquisador preparou um fragmento do caule de uma flor de margarida para que pudesse ser observado em microscopia óptica. Também preparou um fragmento de pele de rato com a mesma finalidade. Infelizmente, após algum descuido, as amostras foram misturadas.

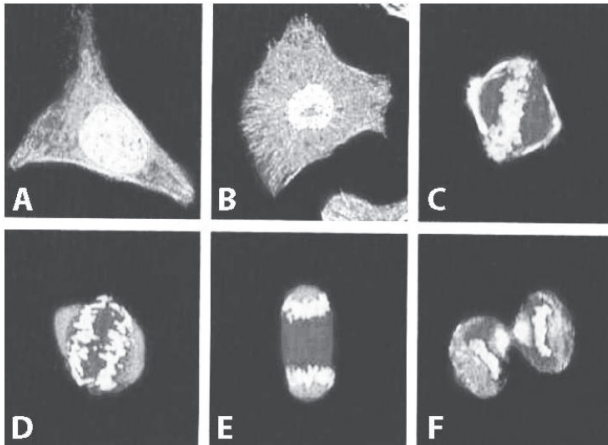
Que estruturas celulares permitiriam a separação das amostras, se reconhecidas?

- Ribossomos e mitocôndrias, ausentes nas células animais.
 - Centríolos e lisossomos, organelas muito numerosas nas plantas.
 - Envoltório nuclear e nucléolo, característicos das células eucarióticas.
 - Lisossomos e peroxissomos, organelas exclusivas de células vegetais.
 - Parede celular e cloroplastos, estruturas características de células vegetais.
32. (Enem/2016) Na preparação da massa do pão, presente na mesa do café da maioria dos brasileiros, utiliza-se o fungo *Saccharomyces cerevisiae* vivo, contido no fermento. Sua finalidade é fazer com que a massa cresça por meio da produção de gás carbônico.

Esse processo químico de liberação de gás é causado pela

- glicogênese láctica.
- fermentação alcoólica.
- produção de ácido láctico.
- produção de lactobacilos.
- formação do ácido pirúvico.

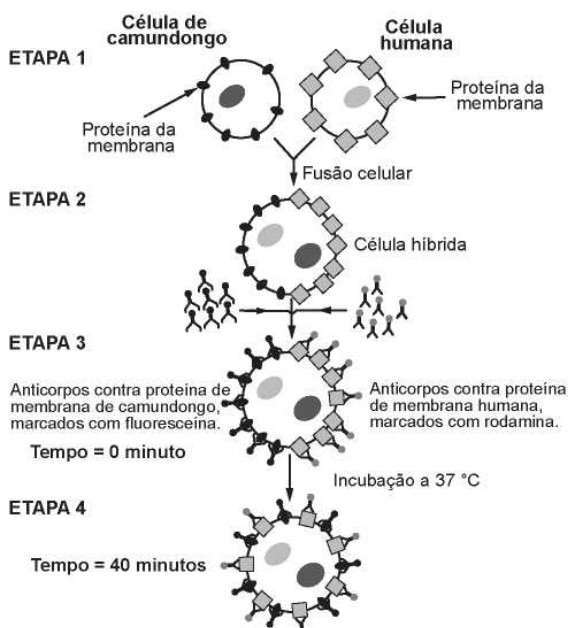
33. (Enem/2016) A figura apresenta diferentes fases do ciclo de uma célula somática, cultivada e fotografada em microscópio confocal de varredura a laser. As partes mais claras evidenciam o DNA.



JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. *Histologia básica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004 (adaptado).

Na fase representada em D, observa-se que os cromossomos encontram-se em

- migração.
 - duplicação.
 - condensação.
 - recombinação.
 - reestruturação.
34. (Enem/2017) Visando explicar uma das propriedades da membrana plasmática, fusionou-se uma célula de camundongo com uma célula humana, formando uma célula híbrida. Em seguida, com o intuito de marcar as proteínas de membrana, dois anticorpos foram inseridos no experimento, um específico para as proteínas de membrana do camundongo e outro para as proteínas de membrana humana. Os anticorpos foram visualizados ao microscópio por meio de fluorescência de cores diferentes.



ALBERTS, B. et al. *Biologia molecular da célula*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997 (adaptado).

A mudança observada da etapa 3 para a etapa 4 do experimento ocorre porque as proteínas

- movimentam-se livremente no plano da bicamada lipídica.
 - permanecem confinadas em determinadas regiões da bicamada.
 - auxiliam o deslocamento dos fosfolipídios da membrana plasmática.
 - são mobilizadas em razão da inserção de anticorpos.
 - são bloqueadas pelos anticorpos.
35. (Enem/2017) Pesquisadores conseguiram estimular a absorção de energia luminosa em plantas graças ao uso de nanotubos de carbono. Para isso, nanotubos de carbono “se inseriram” no interior dos cloroplastos por uma montagem espontânea, através das membranas dos cloroplastos. Pigmentos da planta absorvem as radiações luminosas, os elétrons são “excitados” e se deslocam no interior de membranas dos cloroplastos, e a planta utiliza em seguida essa energia elétrica para a fabricação de açúcares. Os nanotubos de carbono podem absorver comprimentos de onda habitualmente não utilizados pelos cloroplastos, e os pesquisadores tiveram a ideia de utilizá-los como “antenas”, estimulando a conversão de energia solar pelos cloroplastos, com o aumento do transporte de elétrons.

Nanotubos de carbono incrementam a fotossíntese de plantas.
Disponível em: <<http://lqes.iqm.unicamp.br>>.
Acesso em: 14 nov. 2014 (adaptado).

O aumento da eficiência fotossintética ocorreu pelo fato de os nanotubos de carbono promoverem diretamente a

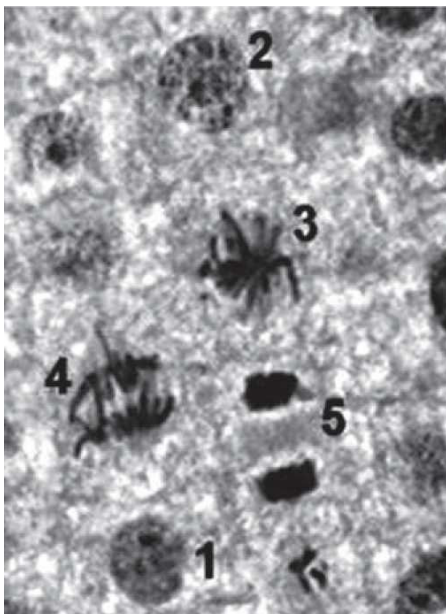
- O utilização de água.
 - absorção de fótons.
 - formação de gás oxigênio.
 - proliferação dos cloroplastos.
 - captação de dióxido de carbono.
36. (Enem/2017) Uma das estratégias para conservação de alimentos é o salgamento, adição de cloreto de sódio (NaCl), historicamente utilizado por tropeiros, vaqueiros e sertanejos para conservar carnes de boi, porco e peixe. O que ocorre com as células presentes nos alimentos preservados com essa técnica?
- O sal adicionado diminui a concentração de solutos em seu interior.
 - O sal adicionado desorganiza e destrói suas membranas plasmáticas.
 - A adição de sal altera as propriedades de suas membranas plasmáticas.
 - Os íons Na^+ e Cl^- provenientes da dissociação do sal entram livremente nelas.
 - A grande concentração de sal no meio extracelular provoca a saída de água de dentro delas.

37. (Enem/2017) A célula fotovoltaica é uma aplicação prática do efeito fotoelétrico. Quando a luz incide sobre certas substâncias, libera elétrons que, circulando livremente de átomo para átomo, formam uma corrente elétrica. Uma célula fotovoltaica é composta por uma placa de ferro recoberta por uma camada de selênio e uma película transparente de ouro. A luz atravessa a película, incide sobre o selênio e retira elétrons, que são atraídos pelo ouro, um ótimo condutor de eletricidade. A película de ouro é conectada à placa de ferro, que recebe os elétrons e os devolve para o selênio, fechando o circuito e formando uma corrente elétrica de pequena intensidade.

DIAS, C. B. *Célula fotovoltaica*. Disponível em: <<http://super.abril.com.br>>. Acesso em: 16 ago. 2012 (adaptado).

O processo biológico que se assemelha ao descrito é a

- fotossíntese.
 - fermentação.
 - quimiossíntese.
 - hidrólise de ATP.
 - respiração celular.
38. (Enem/2017) Para estudar os cromossomos, é preciso observá-los no momento em que se encontram no ponto máximo de sua condensação. A imagem corresponde ao tecido da raiz de cebola, visto ao microscópio, e cada número marca uma das diferentes etapas do ciclo celular.

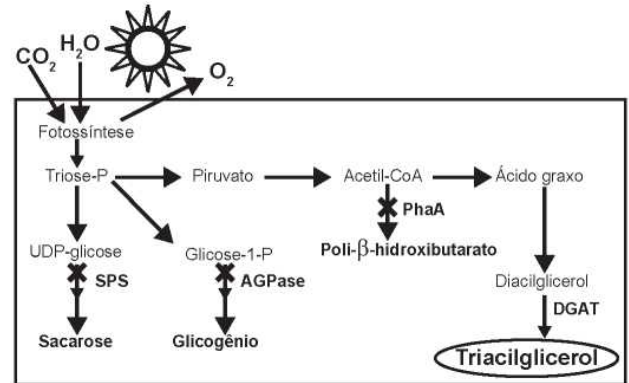


Disponível em: <www.histologia.icb.ufg.br>. Acesso em: 6 mar. 2015 (adaptado).

Qual número corresponde à melhor etapa para que esse estudo seja possível?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

39. (Enem/2017) O quadro é um esquema da via de produção de biocombustível com base no cultivo de uma cianobactéria geneticamente modificada com a inserção do gene DGAT. Além da introdução desse gene, os pesquisadores interromperam as vias de síntese de outros compostos orgânicos, visando aumentar a eficiência na produção do biocombustível (triacilglicerol).



National Renewable Energy Laboratory. *NREL creates new pathways for producing biofuels and acids from cyanobacteria*. Disponível em: <www.nrel.gov>. Acesso em: 16 maio 2013 (adaptado).

Considerando as vias mostradas, uma fonte de matéria-prima primária desse biocombustível é o(a)

- ácido graxo, produzido a partir da sacarose.
 - gás carbônico, adquirido via fotossíntese.
 - sacarose, um dissacarídeo rico em energia.
 - gene DGAT, introduzido por engenharia genética.
 - glicogênio, reserva energética das cianobactérias.
40. (Enem/2017) Os sapos passam por uma metamorfose completa. Os girinos apresentam cauda e brânquias externas, mas não têm pernas. Com o crescimento e desenvolvimento do girino, as brânquias desaparecem, as pernas surgem e a cauda encolhe. Posteriormente, a cauda desaparece por apoptose ou morte celular programada, regulada por genes, resultando num sapo adulto jovem.

A organela citoplasmática envolvida diretamente no desaparecimento da cauda é o

- ribossomo.
 - lisossomo.
 - peroxissomo.
 - complexo golgiense.
 - retículo endoplasmático.
41. (Enem/2017) A horticultura tem sido recomendada para a agricultura familiar, porém as perdas são grandes devido à escassez de processos compatíveis para conservar frutas e hortaliças. O processo, denominado desidratação osmótica, tem se mostrado uma alternativa importante nesse sentido, pois origina produtos com boas condições de armazenamento e qualidade semelhante à matéria-prima.

GOMES, A. T.; CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. Desidratação osmótica: uma tecnologia de baixo custo para o desenvolvimento da agricultura familiar. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, n. 3, set.-dez. 2007 (adaptado).

Esse processo para conservar os alimentos remove a água por

- aumento do ponto de ebulição do solvente.
- passagem do soluto através de uma membrana semipermeável.
- utilização de solutos voláteis, que facilitam a evaporação do solvente.
- aumento da volatilidade do solvente pela adição de solutos ao produto.
- pressão gerada pela diferença de concentração entre o produto e a solução.

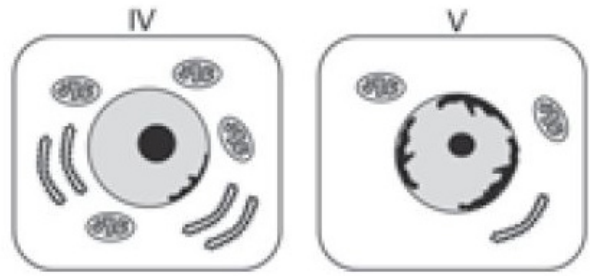
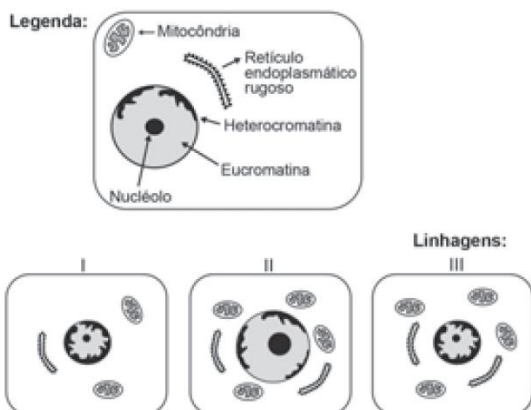
42. (Enem/2018) No ciclo celular atuam moléculas reguladoras. Dentre elas, a proteína p53 é ativada em resposta a mutações no DNA, evitando a progressão do ciclo até que os danos sejam reparados, ou induzindo a célula a autodestruição.

ALBERTS, B. et al. Fundamentos da biologia celular. Porto Alegre: Artmed, 2011 (adaptado).

A ausência dessa proteína poderá favorecer a

- redução da síntese de DNA, acelerando o ciclo celular.
- saída imediata do ciclo celular, antecipando a proteção do DNA.
- ativação de outras proteínas reguladoras, induzindo a apoptose.
- manutenção da estabilidade genética, favorecendo a longevidade.
- proliferação celular exagerada, resultando na formação de um tumor.

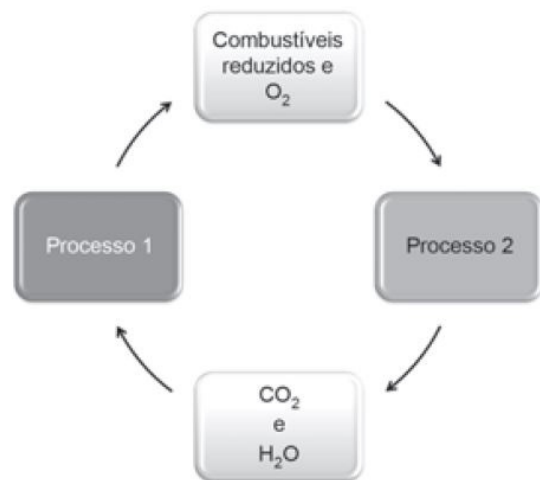
43. (Enem/2018) O nível metabólico de uma célula pode ser determinado pela taxa de síntese de RNAs e proteínas, processos dependentes de energia. Essa diferença na taxa de síntese de biomoléculas é refletida na abundância e características morfológicas dos componentes celulares. Em uma empresa de produção de hormônios proteicos a partir do cultivo de células animais, um pesquisador deseja selecionar uma linhagem com o metabolismo de síntese mais elevado, dentre as cinco esquematizadas na figura.



Qual linhagem deve ser escolhida pelo pesquisador?

- I
- II
- III
- IV
- V

44. (Enem/2018) As células e os organismos precisam realizar trabalho para permanecerem vivos e se reproduzirem. A energia metabólica necessária para a realização desse trabalho é oriunda da oxidação de combustíveis, gerados no ciclo do carbono, por meio de processos capazes de interconverter diferentes formas da energia.



NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger**: princípios de bioquímica. São Paulo: Sarvier, 2002 (adaptado).

Nesse ciclo, a formação de combustíveis está vinculada à conversão de energia

- térmica em cinética.
- química em térmica.
- eletroquímica em calor.
- cinética em eletromagnética.
- eletromagnética em química.

45. (Enem/2018) No século XVII, um cientista alemão chamado Jan Baptista van Helmont fez a seguinte experiência para tentar entender como as plantas se nutriam: plantou uma muda de salgueiro, que pesava 2,5 kg, em um vaso contendo 100 kg de terra seca. Tampou o vaso com uma placa de ferro perfurada para deixar passar água. Molhou diariamente a planta com água da chuva. Após 5 anos, pesou novamente a terra seca e encontrou os mesmos 100 kg, enquanto que a planta de salgueiro pesava 80 kg.

BACKER, J. J. W.; ALLEN, G. E. Estudo da biologia. São Paulo: Edgar Blucher, 1975 (adaptado).

Os resultados desse experimento permitem confrontar a interpretação equivocada do senso comum de que as plantas

- absorvem gás carbônico do ar.
 - usam a luz como fonte de energia.
 - absorvem matéria orgânica do solo.
 - usam a água para construir seu corpo.
 - produzem oxigênio na presença de luz.
46. (Enem/2018) A fotossíntese é um processo físico-químico realizado por organismos clorofilados. Nos vegetais, é dividido em duas fases complementares: uma responsável pela síntese de ATP e pela redução do NADP⁺ e a outra pela fixação de carbono.

Para que a etapa produtora de ATP e NADPH ocorra, são essenciais

- água e oxigênio.
 - glicose e oxigênio.
 - radiação luminosa e água.
 - glicose e radiação luminosa.
 - oxigênio e dióxido de carbono.
47. (Enem/2018) A ricina, substância tóxica extraída da mamona, liga-se ao açúcar galactose presente na membrana plasmática de muitas células do nosso corpo. Após serem endocitadas, penetram no citoplasma da célula, onde destroem os ribossomos, matando a célula em poucos minutos.

SADAVA, D. et al. Vida: a ciência da biologia. Porto Alegre: Artmed, 2009 (adaptado).

O uso dessa substância pode ocasionar a morte de uma pessoa ao inibir, diretamente, a síntese de

- RNA.
 - DNA.
 - lipídios.
 - proteínas.
 - carboidratos.
48. (Enem/2018) A figura apresenta um processo alternativo para obtenção de etanol combustível, utilizando o bagaço e as folhas de cana-de-açúcar. Suas principais etapas são identificadas com números.



Em qual etapa ocorre a síntese desse combustível?

- 1.
 - 2.
 - 3.
 - 4.
 - 5.
49. (Enem/2019) O 2,4-dinitrofenol (DNP) é conhecido como desacoplador da cadeia de elétrons na mitocôndria e apresenta um efeito emagrecedor. Contudo, por ser perigoso e pela ocorrência de casos letais, seu uso como medicamento é proibido em diversos países, inclusive no Brasil. Na mitocôndria, essa substância captura, no espaço intermembranas, prótons (H⁺) provenientes da atividade das proteínas da cadeia respiratória, retornando-os à matriz mitocondrial. Assim, esses prótons não passam pelo transporte enzimático, na membrana interna.

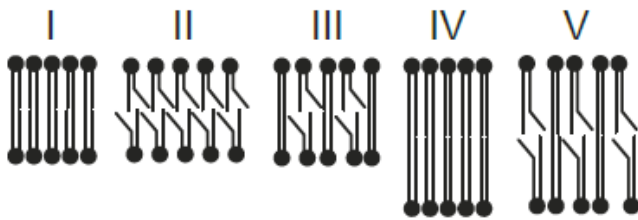
GRUNDLINGH, J. et. al. 2,4-Dinitrophenol (DNP): a Weight Loss Agent with Significant Acute Toxicity and Risk of Death. Journal of Medical Toxicology, v. 7, 2011 (adaptado).

O efeito emagrecedor desse composto está relacionado ao(à)

- obstrução da cadeia respiratória, resultando em maior consumo celular de ácidos graxos.
- bloqueio das reações do ciclo de Krebs, resultando em maior gasto celular de energia.
- diminuição da produção de acetil CoA, resultando em maior gasto celular de piruvato.
- inibição da glicólise de ATP, resultando em maior gasto celular de nutrientes.
- redução da produção de ATP, resultando em maior gasto celular de nutrientes.

50. (Enem/2019) A fluidez da membrana celular é caracterizada pela capacidade de movimento das moléculas componentes dessa estrutura. Os seres vivos mantêm essa propriedade de duas formas: controlando a temperatura e/ou alterando a

Representação simplificada da estrutura de um fosfolípido



Qual das bicamadas lipídicas apresentadas possui maior fluidez?

- a) I.
- b) II.
- c) III.
- d) IV.
- e) V.

51. (Enem/2019) Uma cozinheira colocou sal a mais no feijão que estava cozinhando. Para solucionar o problema, ela acrescentou batatas cruas e sem tempero dentro da panela. Quando terminou de cozinhá-lo, as batatas estavam salgadas, porém absorveram parte do caldo com excesso do sal.

Finalmente ela adicionou água para completar o caldo do feijão. O sal foi absorvido pelas batatas por

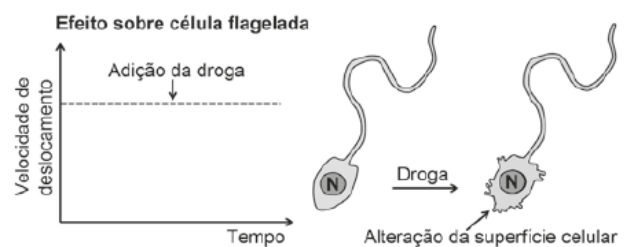
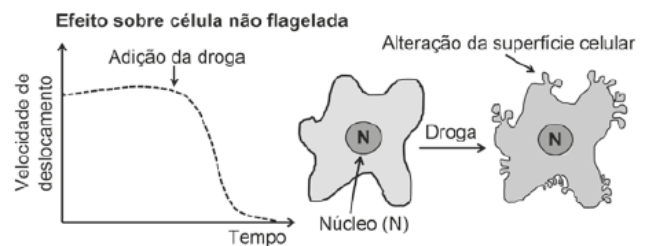
- a) osmose, por envolver apenas o transporte do solvente.
- b) fagocitose, porque o sal transportado é uma substância sólida.
- c) exocitose, uma vez que o sal foi transportado da água para a batata.
- d) pinocitose, porque o sal estava diluído na água quando foi transportado.
- e) difusão, porque o transporte ocorreu a favor do gradiente de concentração.

52. (Enem/2019) Um dos processos biotecnológicos mais antigos é a utilização de microrganismos para a produção de alimentos. Num desses processos, certos tipos de bactérias anaeróbicas utilizam os açúcares presentes nos alimentos e realizam sua oxidação parcial, gerando como produto final da reação o ácido lático.

Qual produto destinado ao consumo humano tem sua produção baseada nesse processo?

- a) Pão.
- b) Vinho.
- c) Iogurte.
- d) Vinagre.
- e) Cachaça.

53. (Enem/2019) A ação de uma nova droga antitumoral sobre o citoesqueleto foi investigada. O pesquisador comparou o efeito da droga na velocidade de deslocamento celular e na integridade de filamentos do córtex celular e de flagelos, conforme apresentado na figura.



O pesquisador concluiu que a droga age sobre os

- a) microtúbulos apenas.
- b) filamentos de actina apenas.
- c) filamentos intermediários apenas.
- d) filamentos de actina e microtúbulos.
- e) filamentos de actina e filamentos intermediários.

54. (Enem/2019) As algas são uma opção sustentável na produção de biocombustível, pois possuem estrutura simples e se reproduzem mais rapidamente que os vegetais, além da grande capacidade de absorverem dióxido de carbono. Esses organismos não são constituídos por tecidos heterogêneos, entretanto, assim como os vegetais, possuem parede celular.

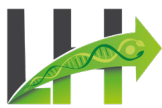
Algas podem substituir metade do petróleo e inaugurar química verde (Agência Fapesp, 16/08/2010).

Disponível em: www.inovacaotecnologica.com.br

Acesso em: 1 ago. 2012 (adaptado).

Para obtenção de biocombustível a partir de algas e vegetais, é necessário utilizar no processo a enzima

- a) amilase.
- b) maltase.
- c) celulase.
- d) fosfatase.
- e) quitinase.

**BIOLOGIA MOLECULAR (ORGÂNICA E INORGÂNICA)**

01. (Enem – Cancelado/2009) Arroz e feijão formam um “par perfeito”, pois fornecem energia, aminoácidos e diversos nutrientes. O que falta em um deles pode ser encontrado no outro. Por exemplo, o arroz é pobre no aminoácido lisina, que é encontrado em abundância no feijão, e o aminoácido metionina é abundante no arroz e pouco encontrado no feijão. A tabela seguinte apresenta informações nutricionais desses dois alimentos.

	Arroz (1 colher de sopa)	Feijão (1 colher de sopa)
calorias	41 kcal	58 kcal
carboidratos	8,07 g	10,6 g
proteínas	0,58 g	3,53 g
lipídios	0,73 g	0,18 g
colesterol	0 g	0 g

SILVA, R. S. *Arroz e feijão, um par perfeito*.
Disponível em: <<http://www.correpar.com.br>>

A partir das informações contidas no texto e na tabela, conclui-se que

- os carboidratos contidos no arroz são mais nutritivos que os do feijão.
 - o arroz é mais calórico que o feijão por conter maior quantidade de lipídios.
 - as proteínas do arroz têm a mesma composição de aminoácidos que as do feijão.
 - a combinação de arroz com feijão contém energia e nutrientes e é pobre em colesterol.
 - duas colheres de arroz e três de feijão são menos calóricas que três colheres de arroz e duas de feijão.
02. (Enem – Cancelado/2009) A água apresenta propriedades físico-químicas que a coloca em posição de destaque como substância essencial à vida. Dentre essas, destacam-se as propriedades térmicas biologicamente muito importantes, por exemplo, o elevado valor de calor latente de vaporização. Esse calor latente refere-se à quantidade de calor que deve ser adicionada a um líquido em seu ponto de ebulição, por unidade de massa, para convertê-lo em vapor na mesma temperatura, que no caso da água é igual a 540 calorias por grama. A propriedade físico-química mencionada no texto confere à água a capacidade de

- servir como doador de elétrons no processo de fotossíntese.
- funcionar como regulador térmico para os organismos vivos.
- agir como solvente universal nos tecidos animais e vegetais.
- transportar os íons de ferro e magnésio nos tecidos vegetais.
- funcionar como mantenedora do metabolismo nos organismos vivos.

03. (Enem – Cancelado/2009) Sabe-se que a ingestão frequente de lipídios contendo ácidos graxos (ácidos monocarboxílicos alifáticos) de cadeia carbônica insaturada com isomeria trans apresenta maior risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, sendo que isso não se observa com os isômeros cis.

Dentre os critérios seguintes, o mais adequado à escolha de um produto alimentar saudável contendo lipídios é:

- Se contiver bases nitrogenadas, estas devem estar ligadas a uma ribose e a um aminoácido.
 - Se contiver sais, estes devem ser de bromo ou de flúor, pois são essas as formas mais frequentes nos lipídios cis.
 - Se estiverem presentes compostos com ligações peptídicas entre os aminoácidos, os grupos amino deve ser esterificados.
 - Se contiver lipídios com duplas ligações entre os carbonos, os ligantes de maior massa devem estar do mesmo lado da cadeia.
 - Se contiver polihidroxi aldeídos ligados covalentemente entre si, por ligações simples, esses compostos devem apresentar estrutura linear.
04. (Enem/2009) O flúor tem sido adicionado à água para prevenir cáries. Contudo, o Conselho Nacional de Pesquisas norte-americano publicou um relatório em que a adição de flúor na água é condenada. O relatório concluiu que o atual limite de fluoreto na água potável, indicado pela Agência de Proteção Ambiental norte-americana – 4 mg/L – deveria ser diminuído por causa dos altos riscos, tanto para crianças como para adultos. O fluoreto, apesar de prevenir uma doença, acaba causando outras, pois age sobre os tecidos do corpo que contêm cálcio e 99% do fluoreto ingerido não são excretados, permanecendo no corpo.

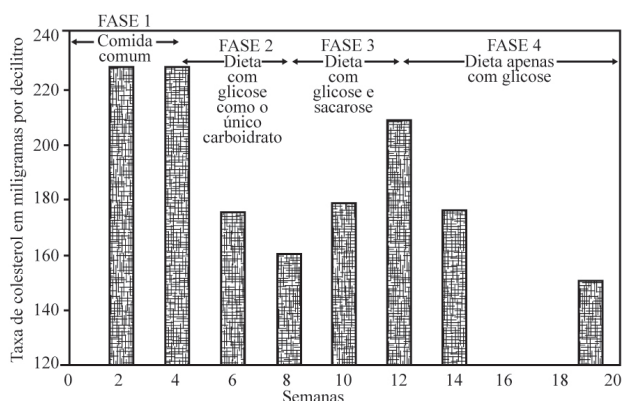
FAGIN, D. Controvérsias sobre o flúor. *Scientific American Brasil*.
Edição 69. Fevereiro de 2008. Disponível em: <http://www.uol.com.br/sociam/reportagens/controversias_sobre_o_fluor_4.html> Acesso em: 08 nov. 2008 (adaptado).



Os médicos do posto de saúde de uma pequena cidade começaram uma pesquisa e perceberam que uma parcela dos cidadãos apresentava problemas nas articulações e vários tipos de deformidades na arcada dentária. Suspeitando que a água da região pudesse possuir mais fluoreto que o permitido pela Agência de Proteção Ambiental, os médicos deveriam ter

- pedido aos pacientes que bebessem diariamente mais água dessa região.
 - diminuído o atendimento às pessoas com essas patologias e atendido apenas os casos graves.
 - ficado indiferentes à situação e ter feito o tratamento dos pacientes conforme o caso.
 - realizado mais exames nos pacientes e ter pedido o exame da água, alertando as autoridades, se necessário.
 - tomado medidas para proteger exclusivamente o meio ambiente físico, a fauna e a flora, que estariam sendo agredidos pela presença de fluoretos na água.
05. (Enem/2009) Em um experimento, um grupo de voluntários recebeu, inicialmente, alimento comum e depois uma dieta de especificação rigorosa. As suas necessidades proteicas foram satisfeitas por aminoácidos; a necessidade de massa, por gorduras essenciais; e a necessidade de carboidrato, por glicose ou uma mistura de glicose e sacarose (açúcar comum). As fases do experimento são descritas a seguir.
- Nas primeiras quatro semanas, os indivíduos comeram alimentos comuns;
 - Da 4^a à 8^a semana, o suprimento de carboidrato foi apenas glicose;
 - Da 8^a à 12^a semana, a fonte de carboidrato foi mista; com 75% de glicose e 25% de sacarose;
 - Após a 12^a semana, a fonte de carboidrato voltou a ser glicose (como na fase 2).

O gráfico mostra os resultados obtidos nesse experimento, em termos de taxa de colesterol no sangue (em mg/dL) ao longo de 19 semanas.



PAULING, L. *Como viver mais e melhor*. 8Ed. Cristiane Perez Ribeiro (Trad.). São Paulo: Best Seller. 1988, p. 72 (adaptado).

Do experimento descrito, é correto concluir que o nível de colesterol no sangue pode ser diminuído com a redução da ingestão de

- glicose.
- carboidratos.
- aminoácidos.
- açúcar comum.
- gorduras essenciais.

06. (Enem/2011) Uma opção não usual, para o cozimento do feijão, é o uso de uma garrafa térmica. Em uma panela, coloca-se uma parte de feijão e três partes de água e deixa-se ferver o conjunto por cerca de 5 minutos, logo após transfere-se todo o material para uma garrafa térmica. Aproximadamente 8 horas depois, o feijão estará cozido.

- O cozimento do feijão ocorre dentro da garrafa térmica, pois
- a água reage com o feijão, e essa reação é exotérmica.
 - o feijão continua absorvendo calor da água que envolve, por ser um processo endotérmico.
 - o sistema considerado é praticamente isolado, não permitindo que o feijão ganhe ou perca energia.
 - a garrafa térmica fornece energia suficiente para o cozimento do feijão, uma vez iniciada a reação.
 - a energia envolvida na reação aquece a água, que mantém constante a temperatura, por ser um processo exotérmico.

07. (Enem/2011) Estudos mostram que a prática de esportes pode aumentar a produção de radicais livres, um subproduto da nossa respiração que está ligado ao processo de envelhecimento celular e ao surgimento de doenças como o câncer. Para neutralizar essas moléculas nas células, quem faz esporte deve dar atenção especial aos antioxidantes. As vitaminas C, E e o selênio fazem parte desse grupo.

SÁ, V. *Exercícios bem nutridos*. Disponível em: <<http://saude.abril.com.br>>

Acesso em: 29 abr. 2010. (Adaptado)

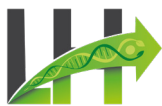
A ação antioxidante das vitaminas C e E e do selênio deve-se às suas capacidades de

- reagir com os radicais livres gerados no metabolismo celular através do processo de oxidação.
- diminuir a produção de oxigênio no organismo e o processo de combustão que gera radicais livres.
- aderir à membrana das mitocôndrias, interferindo no mecanismo de formação desses radicais livres.
- inibir as reações em cadeia utilizadas no metabolismo celular para geração dos radicais.
- induzir a adaptação do organismo em resposta à geração desses radicais.

08. (Enem/2013) Há processos industriais que envolvem reações químicas na obtenção de diversos produtos ou bens consumidos pelo homem. Determinadas etapas de obtenção desses produtos empregam catalisadores químicos tradicionais, que têm sido, na medida do possível, substituídos por enzimas.

Em processos industriais, uma das vantagens de se substituírem os catalisadores químicos tradicionais por enzimas decorre do fato de estas serem

- consumidas durante o processo.
- compostos orgânicos e biodegradáveis.
- inespecíficas para os substratos.
- estáveis em variações de temperatura.
- substratos nas reações químicas.



09. (Enem/2014) Na década de 1940, na Região Centro-Oeste, produtores rurais, cujos bois, porcos, aves e cabras estavam morrendo por uma peste desconhecida, fizeram uma promessa, que consistiu em não comer carne e derivados até que a peste fosse debelada. Assim, durante três meses, arroz, feijão, verduras e legumes formaram o prato principal desses produtores.

O Hoje. 15 out. 2011. (Adaptado)

Para suprir o déficit nutricional a que os produtores rurais se submeteram durante o período da promessa, foi importante eles terem consumido alimentos ricos em

- a) vitaminas A e E.
 - b) frutose e sacarose.
 - c) aminoácidos naturais.
 - d) aminoácidos essenciais.
 - e) ácidos graxos saturados.
10. (Enem/2014) O arroz-dourado é uma planta transgênica capaz de produzir quantidades significativas de betacaroteno, que é ausente na variedade branca. A presença dessa substância torna os grãos amarelados, o que justifica seu nome.

A ingestão dessa variedade geneticamente modificada está relacionada à redução da incidência de

- a) fragilidade óssea.
 - b) fraqueza muscular.
 - c) problemas de visão.
 - d) alterações na tireoide.
 - e) sangramento gengival.
11. (Enem/2014) Meios de cultura são utilizados como fontes de nutrientes para o crescimento de microrganismos em laboratórios. Pesquisadores brasileiros avaliaram a viabilidade da produção de ácido láctico pela bactéria *Leuconostoc mesenteroides* B512F, utilizando na composição do meio de cultura um substrato à base de material obtido do aproveitamento de excedentes da agroindústria tropical local de caju. Os resultados obtidos mostraram que o meio de cultura enriquecido com xarope de caju propiciou um crescimento adequado desta bactéria.

GUILHERME, A. A.; PINTO, G. A. S; RODRIGUES, S. Avaliação da produção de ácido láctico por *Leuconostoc mesenteroides* B512F em xarope de caju. *Ciência tecnologia de Alimentos*, v. 29, n° 24, dez. 2009 (Adaptado).

O carboidrato presente no xarope de caju que auxiliou no crescimento desta bactéria foi a

- a) celulose.
- b) glicose.
- c) maltose.
- d) lactose.
- e) ribose.

12. (Enem/2016) Recentemente um estudo feito em campos de trigo mostrou que níveis elevados de dióxido de carbono na atmosfera prejudicam a absorção de nitrato pelas plantas. Consequentemente, a qualidade nutricional desses alimentos pode diminuir à medida que os níveis de dióxido de carbono na atmosfera atingirem as estimativas para as próximas décadas.

BLOOM, A. J. et al. Nitrate assimilation is inhibited by elevated CO₂ in field-grown wheat. *Nature Climate Change*, n. 4, abr. 2014 (adaptado).

Nesse contexto, a qualidade nutricional do grão de trigo será modificada primariamente pela redução de

- a) amido.
 - b) frutose.
 - c) lipídeos.
 - d) celulose.
 - e) proteínas.
13. (Enem/2016) Em 1950, Erwin Chargaff e colaboradores estudavam a composição química do DNA e observaram que a quantidade de adenina (A) é igual à de timina (T), e a quantidade de guanina (G) é igual à de citosina (C) na grande maioria das duplas fitas de DNA. Em outras palavras, esses cientistas descobriram que o total de purinas (A+ G) e o total de pirimidinas (C + T) eram iguais. Um professor trabalhou esses conceitos em sala de aula e apresentou como exemplo uma fita simples de DNA com 20 adeninas, 25 timinas, 30 guaninas e 25 citosinas.

Qual a quantidade de cada um dos nucleotídeos, quando considerada a dupla fita de DNA formada pela fita simples exemplificada pelo professor?

- a) Adenina: 20; Timina: 25; Guanina: 25; Citosina: 30.
- b) Adenina: 25; Timina: 20; Guanina: 45; Citosina: 45.
- c) Adenina: 45; Timina: 45; Guanina: 55; Citosina: 55.
- d) Adenina: 50; Timina: 50; Guanina: 50; Citosina: 50.
- e) Adenina: 55; Timina: 55; Guanina: 45; Citosina: 45.

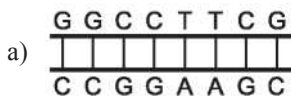
14. (Enem/2016) Para lavar e refrescar o ambiente, que estava a 40 °C, uma pessoa resolveu jogar água sobre um piso de granito. Ela observou que o líquido se concentrou em algumas regiões, molhando parcialmente a superfície. Ao adicionar detergente sobre essa água, a pessoa verificou que o líquido se espalhou e deixou o piso totalmente molhado.

A molhabilidade da superfície foi melhorada em função da

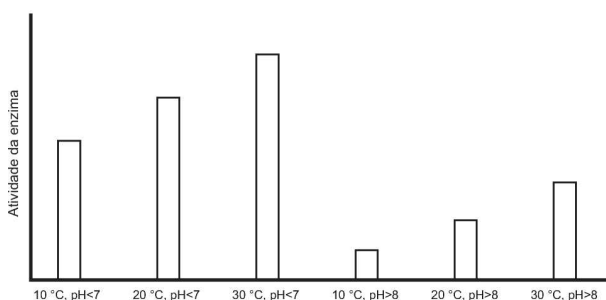
- a) solubilidade do detergente em água ser alta.
- b) tensão superficial da água ter sido reduzida.
- c) pressão de vapor da água ter sido diminuída.
- d) densidade da solução ser maior que a da água.
- e) viscosidade da solução ser menor que a da água.

15. (Enem/2017) A reação em cadeia da polimerase (PCR, na sigla em inglês) é uma técnica de biologia molecular que permite replicação *in vitro* do DNA de forma rápida. Essa técnica surgiu na década de 1980 e permitiu avanços científicos em todas as áreas de investigação genômica. A dupla hélice é estabilizada por ligações de hidrogênio, duas entre as bases adenina (A) e timina (T) e três entre as bases guanina (G) e citosina (C). Inicialmente, para que o DNA possa ser replicado, a dupla hélice precisa ser totalmente desnaturada (desenrolada) pelo aumento da temperatura, quando são desfeitas as ligações de hidrogênio entre as diferentes bases nitrogenadas.

Qual dos segmentos de DNA será o primeiro a desnaturar totalmente durante o aumento da temperatura na reação de PCR?



16. (Enem/2017) Sabendo-se que as enzimas podem ter sua atividade regulada por diferentes condições de temperatura e pH, foi realizado um experimento para testar as condições ótimas para a atividade de uma determinada enzima. Os resultados estão apresentados no gráfico.



Em relação ao funcionamento da enzima, os resultados obtidos indicam que o(a)

- a) aumento do pH leva a uma atividade maior da enzima.
- b) temperatura baixa (10 °C) é o principal inibidor da enzima.
- c) ambiente básico reduz a quantidade de enzima necessária na reação.
- d) ambiente básico reduz a quantidade de substrato metabolizado pela enzima.
- e) temperatura ótima de funcionamento da enzima é 30 °C, independentemente do pH.

17. (Enem/2018) De acordo com o Ministério da Saúde, a cegueira noturna ou nictalopia é uma doença caracterizada pela dificuldade de se enxergar em ambientes com baixa luminosidade. Sua ocorrência pode estar relacionada a uma alteração ocular congênita ou a problemas nutricionais. Com esses sintomas, uma senhora dirigiu-se ao serviço de saúde e seu médico sugeriu a ingestão de vegetais ricos em carotenoides, como a cenoura.

Disponível em: <http://bvsm.sau.gov.br>. Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado).

Essa indicação médica deve-se ao fato de que os carotenoides são os precursores de

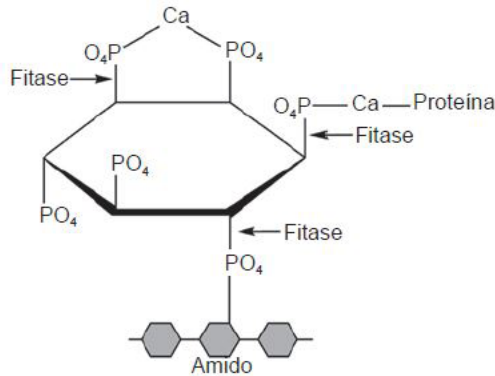
- a) hormônios, estimulantes da regeneração celular da retina.
- b) enzimas, utilizadas na geração de ATP pela respiração celular.
- c) vitamina A, necessária para a formação de estruturas fotorreceptoras.
- d) tocoferol, uma vitamina com função na propagação dos impulsos nervosos.
- e) vitamina C, substância antioxidante que diminui a degeneração de cones e bastonetes.

18. (Enem/2018) Em derramamentos de óleo no mar, os produtos conhecidos como “dispersantes” são usados para reduzir a tensão superficial do petróleo derramado, permitindo que o vento e as ondas “quebrem” a mancha em gotículas microscópicas. Estas são dispersadas pela água do mar antes que a mancha de petróleo atinja a costa. Na tentativa de fazer uma reprodução do efeito desse produto em casa, um estudante prepara um recipiente contendo água e gotas de óleo de soja. Há disponível apenas azeite, vinagre, detergente, água sanitária e sal de cozinha.

Qual dos materiais disponíveis provoca uma ação semelhante à situação descrita?

- a) Azeite.
- b) Vinagre.
- c) Detergente.
- d) Água sanitária.
- e) Sal de cozinha.

19. (Enem/2018) O fitato, presente em diversos cereais, apresenta a propriedade de associar-se a alguns minerais, proteínas e carboidratos, formando complexos insolúveis e incapazes de serem digeridos por animais monogástricos. Por esse motivo, muitas rações ricas em cereais contêm, na sua formulação final, a enzima fitase como aditivo. O esquema de ação dessa enzima sobre o fitato está representado na figura.



A adição de fitase nessas rações acarretará um aumento da

- eliminação de produtos nitrogenados.
 - disponibilidade de nutrientes.
 - desnaturação das proteínas.
 - assimilação de fitato.
 - absorção de amido.
20. (Enem/2019) Atualmente, uma série de dietas alimentares têm sido divulgadas com os mais diferentes propósitos: para emagrecer, para melhorar a produtividade no trabalho e até mesmo dietas que rejuvenescem o cérebro. No entanto, poucas têm embasamento científico, e o consenso dos nutricionistas é que deve ser priorizada uma dieta balanceada, constituída de frutas e vegetais, uma fonte de carboidrato, uma de ácido graxo insaturado e uma de proteína. O quadro apresenta cinco dietas com supostas fontes de nutrientes.

SUPOSTAS FONTES DE NUTRIENTES DE CINCO DIETAS

Dieta	Carboidrato	Ácido graxo insaturado	Proteína
1	Azeite de oliva	Peixes	Carne de aves
2	Carne de aves	Mel	Nozes
3	Nozes	Peixes	Mel
4	Mel	Azeite de oliva	Carne de aves
5	Mel	Carne de boi	Azeite de oliva

A dieta que relaciona adequadamente as fontes de carboidrato, ácido graxo insaturado e proteína é a

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

BIOTECNOLOGIA

01. (Enem – Cancelado/2009) Desde os anos 1990, novas tecnologias para a produção de plásticos biodegradáveis foram pesquisadas em diversos países do mundo. No Brasil, foi desenvolvido um plástico empregando-se derivados da cana-de-açúcar e uma bactéria recém-identificada, capaz de transformar açúcar em plástico.

“A bactéria se alimenta de açúcar, transformando o excedente do seu metabolismo em um plástico biodegradável chamado PHB (polihidroxibutirato). Sua vantagem é que, ao ser descartado, o bioplástico é degradado por microrganismos existentes no solo em no máximo um ano, ao contrário dos plásticos de origem petroquímica, que geram resíduos que demoram mais de 200 anos para se degradarem.”

GOMES, A. C. Biotecnologia ajuda na conservação do ambiente. *Revista Eletrônica Vox Scientia*. Ano V. nº 28. São Paulo: Núcleo de Divulgação Científica José Gomes. Acesso em: 30 abr. 2009. (Adaptado)

A nova tecnologia, apresentada no texto, tem como consequência

- a diminuição da matéria orgânica nos aterros e do mau-cheiro nos lixões.
 - a ampliação do uso de recurso não renováveis, especialmente, os plásticos.
 - a diminuição do metabolismo de bactérias decompositoras presentes nos solos.
 - a substituição de recursos não renováveis por renováveis para fabricar plásticos.
 - o lançamento, no meio ambiente, de produtos plásticos inertes em relação ao ciclo da matéria.
02. (Enem – Cancelado/2009) Quando adquirimos frutas no comércio, observamos com mais frequências frutas sem ou com poucas sementes. Essas frutas têm grande apelo comercial e são preferidas por uma parcela cada vez maior da população. Em plantas que normalmente são diploides, isto é, apresentam dois cromossomos de cada par, uma das maneiras de produzir frutas sem sementes é gerar plantas com uma ploidia diferente de dois, geralmente triploide. Uma das técnicas de produção dessas plantas triploides é a geração de uma planta tetraploide (com 4 conjuntos de cromossomos), que produz gametas diploides e promove a reprodução dessa planta diploide normal.

A planta triploide oriunda desse cruzamento apresentará uma grande dificuldade de gerar gametas viáveis, pois como a segregação dos cromossomos homólogos na meiose I é aleatória e independente, espera-se que

- os gametas gerados sejam diploides.
- as cromátides-irmãs sejam separadas ao final desse evento.
- o número de cromossomos encontrados no gameta seja 23.
- um cromossomo de cada par seja direcionado para uma célula-filha.
- um gameta raramente terá o número correto de cromossomos da espécie.



03. (Enem – Cancelado/2009) Do veneno de serpentes como a jararaca e a cascavel, pesquisadores brasileiros obtiveram um adesivo cirúrgico testado com sucesso em aplicações como colagem de pele, nervos, gengivas e na cicatrização de úlceras venosas, entre outras. A cola é baseada no mesmo princípio natural da coagulação do sangue. Os produtos já disponíveis no mercado utilizam fibrinogênio humano e trombina bovina. Nessa nova formulação são utilizados fibrinogênio de búfalos e trombina de serpentes. A substituição da trombina bovina pela de cascavel mostrou, em testes, ser uma escolha altamente eficaz na cicatrização de tecidos.

ERENO, D. Veneno que cola. *Pesquisa FAPESP*. n° 158. abr. 2009.
(Adaptado)

A principal vantagem deste novo produto biotecnológico é

- estar isento de contaminações por vírus humanos e permitir uma coagulação segura, ou seja, a transformação do fibrinogênio em fibrina.
 - estimular o sistema imunológico a produzir anticorpos que irão transformar as moléculas de protrombina em trombina com a participação de íons cálcio.
 - evitar rejeições pelos pacientes que utilizam essa técnica e desta forma transformar eficientemente a trombina em protrombina, responsáveis pela coagulação.
 - aumentar a formação do tampão plaquetário, uma vez que a trombina é uma enzima que transforma a fibrina em fibrinogênio que estimula a produção de plaquetas.
 - esterilizar os locais em que é aplicado graças à ação antibiótica da trombina e o aumento da síntese dos fatores de coagulação no fígado com a participação dos íons potássio.
04. (Enem/2009) Um novo método para produzir insulina artificial que utiliza tecnologia de DNA recombinante foi desenvolvido por pesquisadores do Departamento de Biologia Celular da Universidade de Brasília (UnB) em parceria com a iniciativa privada. Os pesquisadores modificaram geneticamente a bactéria *Escherichia coli* para torná-la capaz de sintetizar o hormônio. O processo permitiu fabricar insulina em maior quantidade e em apenas 30 dias, um terço do tempo necessário para obtê-la pelo método tradicional, que consiste na extração do hormônio a partir do pâncreas de animais abatidos.

Ciência Hoje. 24 abr. 2001.

Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br>> (Adaptado)

A produção de insulina pela técnica do DNA recombinante tem, como consequência,

- o aperfeiçoamento do processo de extração de insulina a partir do pâncreas suíno.
- a seleção de microrganismos resistentes a antibióticos.

- o progresso na técnica da síntese química de hormônios.
- impacto favorável na saúde de indivíduos diabéticos.
- a criação de animais transgênicos.

05. (Enem/2009) Uma vítima de acidente de carro foi encontrada carbonizada devido a uma explosão. Índícios, como certos adereços de metal usados pela vítima, sugerem que a mesma seja filha de um determinado casal. Uma equipe policial de perícia teve acesso ao material biológico carbonizado da vítima, reduzido, praticamente, a fragmentos de ossos. Sabe-se que é possível obter DNA em condições para análise genética de parte do tecido interno de ossos. Os peritos necessitam escolher, entre cromossomos autossômicos, cromossomos sexuais (X e Y) ou DNAm (DNA mitocondrial), a melhor opção para identificação do parentesco da vítima com o referido casal. Sabe-se que, entre outros aspectos, o número de cópias de um mesmo cromossomo por célula maximiza a chance de se obter moléculas não degradadas pelo calor da explosão.

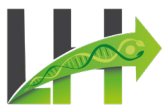
Com base nessas informações e tendo em vista os diferentes padrões de herança de cada fonte de DNA citada, a melhor opção para a perícia seria a utilização

- do DNAm, transmitido ao longo da linhagem materna, pois, em cada célula humana, há várias cópias dessa molécula.
 - do cromossomo X, pois a vítima herdou duas cópias desse cromossomo, estando assim em número superior aos demais.
 - do cromossomo autossômico, pois esse cromossomo apresenta maior quantidade de material genético quando comparado aos nucleares, como, por exemplo, o DNAm.
 - do cromossomo Y, pois, em condições normais, este é transmitido integralmente do pai para toda a prole e está presente em duas cópias em células de indivíduos do sexo feminino.
 - de marcadores genéticos em cromossomos autossômicos, pois estes, além de serem transmitidos pelo pai e pela mãe, estão presentes em 44 cópias por célula, e os demais, em apenas uma.
06. (Enem/2009) A ideia de que uma pequena população de células-tronco malignas pode causar câncer não é exatamente nova. As primeiras pesquisas com células-tronco, nas décadas de 50 e 60 do século passado, tiveram início justamente em tumores.

CLARK, M. F.; BECKER, M. W. O potencial maligno das células-tronco. In.: *Scientific American Brasil*. Ano 5, n° 51, 2006, p-39-46.

As células capazes de gerarem tumores se parecem com as células-tronco em vários aspectos. Entre esse aspectos, inclui-se a capacidade de

- alta especialização.
- matar as células vitais circundantes.



- c) originar vários outros tipos de tecido.
d) proliferação lenta, o que está relacionado à longevidade da célula.
e) proliferação agressiva, que faz com que invadam outros tecidos distantes do órgão original.
07. (Enem/2010) A utilização de células-tronco do próprio indivíduo (autotransplante) tem apresentado sucesso como terapia medicinal para a regeneração de tecidos e de órgãos cujas células perdidas não têm capacidade de reprodução, principalmente em substituição aos transplantes, que causam muitos problemas devidos à rejeição pelos receptores. O autotransplante pode causar menos problemas de rejeição quando comparado aos transplantes tradicionais, realizados entre diferentes indivíduos. Isso porque as
- a) células-tronco se mantêm indiferenciadas após sua introdução no organismo do receptor.
b) células provenientes de transplantes entre diferentes indivíduos envelhecem e morrem rapidamente.
c) células-tronco, por serem doadas pelo próprio indivíduo receptor, apresentam material genético semelhante.
d) células transplantadas entre diferentes indivíduos se diferenciam em tecidos tumorais no receptor.
e) células provenientes de transplantes convencionais não se reproduzem dentro do corpo do receptor.
08. (Enem/2010) Investigadores das Universidades de Oxford e da Califórnia desenvolveram uma variedade de *Aedes aegypti* geneticamente modificada que é candidata para uso na busca de redução na transmissão do vírus da dengue. Nessa nova variedade de mosquito, as fêmeas não conseguem voar devido à interrupção do desenvolvimento do músculo das asas. A modificação genética introduzida é um gene dominante condicional, isso é, o gene tem expressão dominante (basta apenas uma cópia do alelo) e este só atua nas fêmeas.
- FU, G. et al. *Female-specific phenotype for mosquito control*. PNAS 107 (10): 4550-4554, 2010.
- Prevê-se, porém, que a utilização dessa variedade de *Aedes aegypti* demore ainda anos para ser implementada, pois há demanda de muitos estudos com relação ao impacto ambiental. A liberação de machos de *Aedes aegypti* dessa variedade geneticamente modificada reduziria o número de casos de dengue em uma determinada região porque
- a) diminuiria o sucesso reprodutivo desses machos transgênicos.
b) restringiria a área geográfica de voo dessa espécie de mosquito.
c) dificultaria a contaminação e reprodução do vetor natural da doença.
d) tornaria o mosquito menos resistente ao agente etiológico da doença.
e) dificultaria a obtenção de alimentos pelos machos geneticamente modificados.

09. (Enem/2011) Um instituto de pesquisa norte-americano divulgou recentemente ter criado uma “célula sintética”, uma bactéria chamada de *Mycoplasma mycoides*. Os pesquisadores montaram uma sequência de nucleotídeos, que formam o único cromossomo dessa bactéria, o qual foi introduzido em outra espécie de bactéria, a *Mycoplasma capricolum*. Após a introdução, o cromossomo da *M. capricolum* foi neutralizado e o cromossomo artificial da *M. mycoides* começou gerenciar a célula, produzindo suas proteínas.

GILBSON et al. Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically synthesized Genome. Science v. 329, 2010. (Adaptado)

A importância dessa inovação tecnológica para a comunidade científica deve à

- a) possibilidade de sequenciar os genomas de bactérias para serem usados como receptoras de cromossomos artificiais.
b) capacidade de criação, pela ciência, de novas formas de vida, utilizando substâncias como carboidratos e lipídios.
c) possibilidade de produção em massa da bactéria *Mycoplasma capricolum* para sua distribuição em ambientes naturais.
d) possibilidade de programar geneticamente microrganismos ou seres mais complexos para produzir medicamentos, vacinas e combustíveis.
e) capacidade da bactéria *Mycoplasma capricolum* de expressar suas proteínas na bactéria sintética e estas serem usadas na indústria.
10. (Enem/2011) Estudos mostram que, através de terapia gênica, é possível alterar a composição e aumentar a resistência dos músculos. Nos músculos normais, quando há necessidade de reparos, as células-satélite são atraídas por sinais químicos emitidos pela lesão, se reproduzem e se fundem às fibras musculares, aumentando, assim, o seu volume. O mecanismo é regulado pelo miostatina, uma proteína que “ordena” que as células-satélite parem de se reproduzir.
- Scientific American Brasil, Nº 27, ago. 2004.
- Uma técnica de terapia gênica consistindo na injeção de um gene que codifica uma proteína capaz de bloquear a ação da miostatina na fibra muscular provocaria
- a) maior proliferação de células-satélite e de fibras musculares.
b) menor produção de células-satélite e de fibras musculares.
c) menor produção de miofibrilas e de fibras musculares atrofiadas.
d) maior produção de células-satélite e diminuição do volume de fibras musculares.
e) maior proliferação de células-satélite e aumento do volume de fibras musculares.
11. (Enem/2012) O milho transgênico é produzido a partir da manipulação do milho original, com a transferência, para este, de um gene de interesse retirado de outro organismo de espécie diferente.



- A característica de interesse será manifestada em decorrência
- do incremento do DNA a partir da duplicação do gene transferido.
 - da transcrição do RNA transportador a partir do gene transferido.
 - da expressão de proteínas sintetizadas a partir do DNA não hibridado.
 - da síntese de carboidratos a partir da ativação do DNA do milho original.
 - da tradução do RNA mensageiro sintetizado a partir do DNA recombinante.

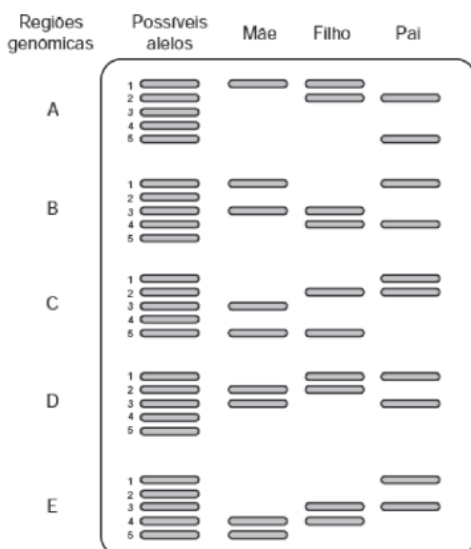
12. (Enem/2012) Um estudo modificou geneticamente a *Escherichia coli*, visando permitir que essa bactéria seja capaz de produzir etanol pela metabolização do alginato, açúcar presente em grande quantidade nas algas marrons. A experiência mostrou que a bactéria transgênica tem capacidade de obter um rendimento elevado na produção de etanol, o que pode ser aplicado em escala industrial.

Combustível de algas. *Revista Pesquisa Fapesp*, ed.192, fev 2012. (Adaptado)

O benefício dessa nova tecnologia, em comparação às fontes atuais de produção de etanol, baseia-se no fato de que esse modelo experimental

- aumentará a extensão de área continental cultivada.
- aumentará a captação de CO₂ atmosférico.
- facilitará o transporte do etanol no final da etapa produtiva.
- reduzirá o consumo de água doce durante a produção de matéria-pima.
- reduzirá a contaminação dos mares por metais pesados.

13. (Enem/2012) Na investigação de paternidade por análise de DNA, avalia-se o perfil genético da mãe, do suposto pai e do filho pela análise de regiões do genoma das pessoas envolvidas. Cada indivíduo apresenta um par de alelos, iguais ou diferentes, isto é, são homocigotos ou heterocigotos, para cada região genômica. O esquema representa uma eletroforese com cinco regiões genômicas (classificadas de A a E), cada uma com cinco alelos (1 a 5), analisadas em uma investigação de paternidade:



Quais alelos, na sequência das regiões apresentadas, o filho recebeu, obrigatoriamente, do pai?

- 2, 4, 5, 2, 4
- 2, 4, 2, 1, 3
- 2, 1, 1, 1, 1
- 1, 3, 2, 1, 3
- 5, 4, 2, 1, 1

14. (Enem/2012) Pela manipulação genética, machos do *Aedes aegypti*, mosquito vetor da dengue, criados em laboratório receberam um gene modificado que produz uma proteína que mata a prole de seu cruzamento.

SILVEIRA, E. Disponível em: <www.pesquisa.fapesp.com.br>. Acesso em: 14 jun. 2011. (Adaptado)

Com o emprego dessa técnica, o número de casos de dengue na população humana deverá diminuir, pois

- os machos modificados não conseguirão fecundar as fêmeas.
- os machos modificados não obterão sucesso reprodutivo.
- os machos modificados possuem genes que impedem a infecção dos mosquitos.
- a inserção de novos mosquitos aumentará a quantidade de mosquitos imunes ao vírus.
- o número de machos modificados crescerá com as gerações.

15. (Enem/2013) A estratégia de obtenção de plantas transgênicas pela inserção de transgenes em cloroplastos, em substituição à metodologia clássica de inserção do transgene no núcleo da célula hospedeira, resultou no aumento quantitativo da produção de proteínas recombinantes com diversas finalidades biotecnológicas. O mesmo tipo de estratégia poderia ser utilizada para produzir proteínas recombinantes em células de organismos eucarióticos não fotossintetizantes, como as leveduras, que são usadas para produção comercial de várias proteínas recombinantes e que podem ser cultivadas em grandes fermentadores.

Considerando a estratégia metodológica descrita, qual organela celular poderia ser utilizada para inserção de transgenes em leveduras?

- Lisossomo.
- Mitocôndria.
- Peroxissomo.
- Complexo golgiense.
- Reticulo endoplasmático.

16. (Enem/2013) Para a identificação de um rapaz vítima de acidente, fragmentos de tecidos foram retirados e submetidos à extração de DNA nuclear, para comparação com o DNA disponível dos possíveis familiares (pai, avô materno, avó materna, filho e filha). Como o teste com o DNA nuclear não foi conclusivo, os peritos optaram por usar também DNA mitocondrial, para dirimir dúvidas.

Para identificar o corpo, os peritos devem verificar se há homologia entre o DNA mitocondrial do rapaz e o DNA mitocondrial do(a)

- pai.
- filho.
- filha.
- avó materna.
- avô materno.

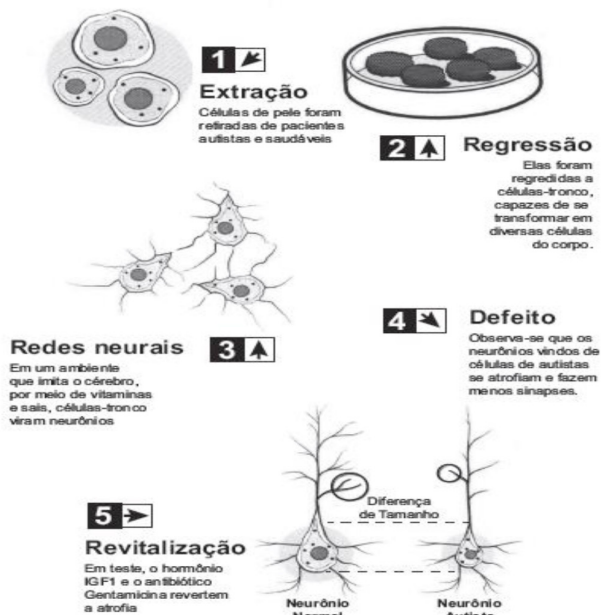
17. (Enem/2013) A transferência de genes que poderiam melhorar o desempenho esportivo de atletas saudáveis foi denominada doping genético. Uma vez inserido no genoma do atleta, o gene se expressaria gerando um produto endógeno capaz de melhorar o desempenho atlético.

ARTOLI, G. G.; HIRATA, R. D. C.; LANCHETA JR., A. H. *Revista Brasileira de Medicina Esportiva*, v. 13, n. 5, 2007. (Adaptado)

Um risco associado ao uso dessa biotecnologia é o(a)

- a) obtenção de baixo condicionamento físico.
- b) estímulo ao uso de anabolizantes pelos atletas.
- c) falta de controle sobre a expressão fenotípica do atleta.
- d) aparecimento de lesões decorrentes da prática esportiva habitual.
- e) limitação das adaptações fisiológicas decorrentes do treinamento físico.

18. (Enem/2013) O estudo do comportamento dos neurônios ao longo de nossa vida pode aumentar a possibilidade de cura do autismo, uma doença genética. A ilustração do experimento mostra a criação de neurônios normais a partir de células da pele de pacientes com autismo:

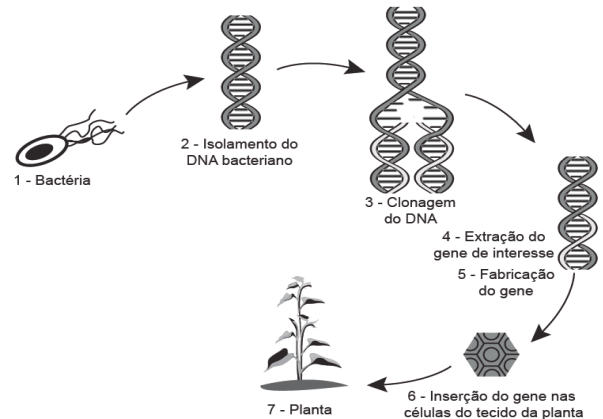


HEIDRICH, G. *Revista Galileu*. Disponível em: <http://revistagalileu.globo.com>. Acesso em: 20 ago. 2011. (Adaptado)

Analisando o experimento, a diferenciação de células-tronco em neurônios ocorre estimulada pela

- a) extração e utilização de células da pele de um indivíduo portador da doença.
- b) regressão das células epiteliais a células-tronco em um meio de cultura apropriado.
- c) atividade genética natural do neurônio autista num meio de cultura semelhante ao cérebro.
- d) aplicação de um fator de crescimento (hormônio IGF1) e do antibiótico Gentamicina no meio de cultura.
- e) criação de um meio de cultura de células que imita o cérebro pela utilização de vitaminas e sais minerais.

19. (Enem/2014) Em um laboratório de genética experimental, observou-se que determinada bactéria continha um gene que conferia resistência a pragas específicas de plantas. Em vista disso, os pesquisadores procederam de acordo com a figura.



Disponível em: <http://ciencia.hsw.uol.com.br>. Acesso em: 22 nov. 2013 (Adaptado)

Do ponto de vista biotecnológico, como a planta representada na figura é classificada?

- a) Clone.
- b) Híbrida.
- c) Mutante.
- d) Adaptada.
- e) Transgênica.

20. (Enem/2014) Na década de 1990, células do cordão umbilical de recém-nascidos humanos começaram a ser guardadas por criopreservação, uma vez que apresentam alto potencial terapêutico em consequência de suas características peculiares.

O poder terapêutico dessas células baseia-se em sua capacidade de

- a) multiplicação lenta.
- b) comunicação entre células.
- c) adesão a diferentes tecidos.
- d) diferenciação em células especializadas.
- e) reconhecimento de células semelhantes.

21. (Enem/2015) A palavra “biotecnologia” surgiu no século XX, quando o cientista Herbert Boyer introduziu a informação responsável pela fabricação da insulina humana em uma bactéria, para que ela passasse a produzir a substância.

Disponível em: www.brasil.gov.br. Acesso em: 28 jul. 2012 (Adaptado)

As bactérias modificadas por Herbert Boyer passaram a produzir insulina humana porque receberam

- a) a sequência de DNA codificante de insulina humana.
- b) a proteína sintetizada por células humanas.
- c) um RNA recombinante de insulina humana.
- d) o RNA mensageiro de insulina humana.
- e) um cromossomo da espécie humana.

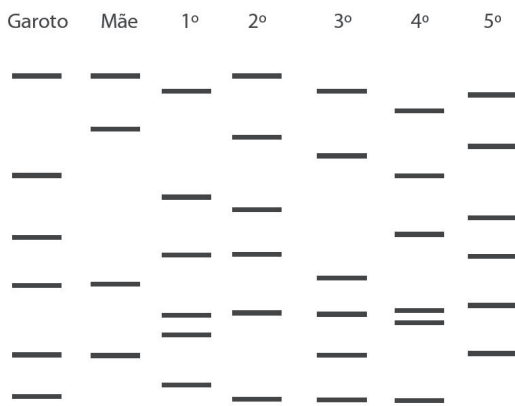
22. (Enem/2016) Após a germinação, normalmente, os tomates produzem uma proteína que os faz amolecer depois de colhidos. Os cientistas introduziram, em um tomateiro, um gene antissentido (imagem espelho do gene natural) àquele que codifica a enzima “amolecedora”. O novo gene antissentido bloqueou a síntese da proteína amolecedora.

SIZER, F.; WHUNEY, E. *Nutrição: conceitos e controvérsias*. Barueri: Manole, 2002 (adaptado).

Um benefício ao se obter o tomate transgênico foi o fato de o processo biotecnológico ter

- a) aumentado a coleção de proteínas que o protegem do apodrecimento, pela produção da proteína antissentido.
- b) diminuído a necessidade do controle das pragas, pela maior resistência conferida pela nova proteína.
- c) facilitado a germinação das sementes, pela falta da proteína que o leva a amolecer.
- d) substituído a proteína amolecedora por uma invertida, que endurece o tomate.
- e) prolongado o tempo de vida do tomate, pela falta da proteína que o amolece.

23. (Enem/2016) Para verificar a eficácia do teste de DNA na determinação de paternidade, cinco voluntários, dentre eles o pai biológico de um garoto, cederam amostras biológicas para a realização desse teste. A figura mostra o resultado obtido após a identificação dos fragmentos de DNA de cada um deles.



OLIVEIRA, F. B.; SILVEIRA, R. M. V. O teste de DNA na sala de aula: é possível ensinar biologia a partir de temas atuais. *Revista Genética na Escola*, abr. 2010.

Após a análise das bandas de DNA, pode-se concluir que o pai biológico do garoto é o

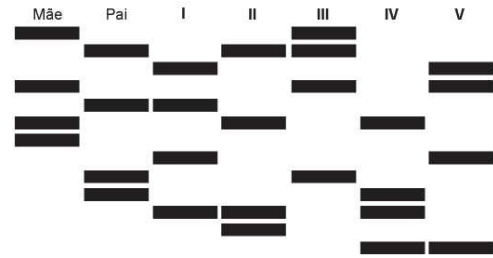
- a) 1° voluntário.
- b) 2° voluntário.
- c) 3° voluntário.
- d) 4° voluntário.
- e) 5° voluntário.

24. (Enem/2017) Um geneticista observou que determinada planta era sensível a um tipo de praga que atacava as flores da lavoura. Ao mesmo tempo, ele percebeu que uma erva daninha que crescia associada às plantas não era destruída. A partir de técnicas de manipulação genética, em laboratório, o gene da resistência à praga foi inserido nas plantas cultivadas, resolvendo o problema.

Do ponto de vista da biotecnologia, como essa planta resultante da intervenção é classificada?

- a) Clone.
- b) Híbrida.
- c) Mutante.
- d) Dominante.
- e) Transgênica.

25. (Enem/2017) O resultado de um teste de DNA para identificar o filho de um casal, entre cinco jovens, está representado na figura. As barras escuras correspondem aos genes compartilhados.



Qual dos jovens é filho do casal?

- a) I
- b) II
- c) III
- d) IV
- e) V

26. (Enem/2018) Companhias que fabricam jeans usam cloro para o clareamento, seguido de lavagem. Algumas estão substituindo o cloro por substâncias ambientalmente mais seguras como peróxidos, que podem ser degradados por enzimas chamadas peroxidases. Pensando nisso, pesquisadores inseriram genes codificadores de peroxidases em leveduras cultivadas nas condições de clareamento e lavagem dos jeans e selecionaram as sobreviventes para produção dessas enzimas.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. *Microbiologia*. Rio de Janeiro: Artmed, 2016 (adaptado).

Nesse caso, o uso dessas leveduras modificadas objetiva

- a) reduzir a quantidade de resíduos tóxicos nos efluentes da lavagem.
- b) eliminar a necessidade de tratamento da água consumida.
- c) elevar a capacidade de clareamento dos jeans.
- d) aumentar a resistência do jeans a peróxidos.
- e) associar ação bactericida ao clareamento.

27. (Enem/2019) Um pesquisador observou, em uma árvore, um ninho de uma espécie de falcão. Apenas um filhote apresentava uma coloração típica de penas de ambos os pais. Foram coletadas amostras de DNA dos pais e filhotes para caracterização genética dos alelos responsáveis pela coloração das penas. O perfil de bandas obtido para cada indivíduo do ninho para os loci 1 e 2, onde se localizam os genes dessa característica, está representado na figura.

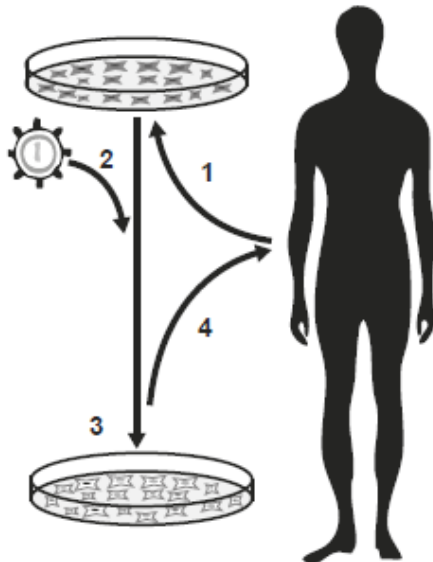
PADRÕES DE BANDAS EM GEL DAS MOLÉCULAS DE DNA DOS INDIVÍDUOS



Dos filhotes, qual apresenta a coloração típica de penas dos pais?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

28. (Enem/2019)



1. Coleta e cultivo *in vitro* das células do paciente;
2. Transdução com vetor carregando o gene terapêutico;
3. Seleção e expansão das células com gene terapêutico;
4. Reintrodução das células modificadas no paciente.

Disponível em: www.repositorio.uniceul.br
Acesso em: 3 maio 2019 (adapta)

A sequência de etapas indicadas na figura representa o processo conhecido como

- a) mutação.
- b) clonagem.
- c) crossing-over.
- d) terapia gênica.
- e) transformação genética.

29. (Enem/2019) Um herbicida de largo espectro foi desenvolvido para utilização em lavouras. Esse herbicida atua inibindo a atividade de uma enzima dos vegetais envolvida na biossíntese de aminoácidos essenciais. Atualmente ele é bastante utilizado em plantações de soja, podendo inclusive inibir a germinação ou o crescimento das plantas cultivadas.

De que forma é desenvolvida a resistência da soja ao herbicida?

- a) Expondo frequentemente uma espécie de soja a altas concentrações do herbicida, levando ao desenvolvimento de resistência.
- b) Cultivando a soja com elevadas concentrações de aminoácidos, induzindo a formação de moléculas relacionadas à resistência.
- c) Empregando raios X para estimular mutações em uma variedade de soja, produzindo a enzima-alvo resistente ao herbicida.

- d) Introduzindo na soja um gene específico de outra espécie, possibilitando a produção da enzima de resistência ao herbicida.
- e) Administrando a enzima-alvo nos fertilizantes utilizados na lavoura, promovendo sua absorção pela espécie cultivada.

GENÉTICA MENDELIANA

01. (Enem – Cancelado/2009) Mendel cruzou plantas puras de ervilha com flores vermelhas e plantas puras com flores brancas, e observou que todos os descendentes tinham flores vermelhas. Nesse caso, Mendel chamou a cor vermelha de dominante e a cor branca de recessiva. A explicação oferecida por ele para esses resultados era a de que as plantas de flores vermelhas da geração inicial (P) possuíam dois fatores dominantes iguais para essa característica (VV), e as plantas de flores brancas possuíam dois fatores recessivos iguais (vv). Todos os descendentes desse cruzamento, a primeira geração de filhos (F1), tinham um fator de cada progenitor e eram Vv, combinação que assegura a cor vermelha nas flores.

Tomando-se um grupo de plantas cujas flores são vermelhas, como distinguir aquelas que são VV das que são Vv?

- a) Cruzando-as entre si, é possível identificar as plantas que têm o fator v na sua composição pela análise de características exteriores dos gametas masculinos, os grãos de pólen.
- b) Cruzando-as com plantas recessivas, de flores brancas. As plantas VV produzirão apenas descendentes de flores vermelhas, enquanto as plantas Vv podem produzir descendentes de flores brancas.
- c) Cruzando-as com plantas de flores vermelhas da geração P. Os cruzamentos com plantas Vv produzirão descendentes de flores brancas.
- d) Cruzando-as entre si, é possível que surjam plantas de flores brancas. As plantas Vv cruzadas com outras Vv produzirão apenas descendentes vermelhas, portanto as demais serão VV.
- e) Cruzando-as com plantas recessivas e analisando as características do ambiente onde se dão os cruzamentos, é possível identificar aquelas que possuem apenas fatores V.

02. (Enem – Cancelado/2009) Anemia Falciforme é uma das doenças hereditárias mais prevalentes no Brasil, sobretudo nas regiões que receberam maciços contingentes de escravos africanos. É uma alteração genética, caracterizada por um tipo de hemoglobina mutante designada por hemoglobina S. Indivíduos com essa doença apresentam eritrócitos com formato de foice, daí o seu nome. Se uma pessoa recebe um gene do pai e outro da mãe para produzir a hemoglobina S, ela nasce com um par de genes SS, e assim terá a Anemia Falciforme. Se receber de um dos pais o gene para hemoglobina S e do outro o gene para hemoglobina A ela não terá doença, apenas o Traço Falciforme (AS), e não precisará de tratamento especializado. Entretanto, deverá saber que se vier a ter filhos com uma pessoa que também herdou o traço, eles poderão desenvolver a doença.

Disponível em: <http://www.opas.org.br>
Acesso em: 02 maio 2009. (Adaptado)

Dois casais, ambos membros heterozigotos do tipo AS para o gene da hemoglobina, querem ter um filho cada. Dado que um casal é composto por pessoas negras e o outro por pessoas brancas, a probabilidade de ambos os casais terem filhos (um para cada casal) com Anemia Falciforme é igual a

- a) 5,05% d) 18,05%
 b) 6,25% e) 25,00%
 c) 10,25%

03. (Enem/2009) Considere que exista um gene com dois alelos: um dominante, que permite a expressão da cor, e um recessivo, que não permite a expressão da cor. Considere, ainda, que, em um oceano, existam duas ilhas próximas e que, na ilha 1, todos os ratos apresentem pelagem branca e, na ilha 2, todos apresentem pelagem selvagem. Nesse contexto, considere que a consequência de uma atividade vulcânica tenha sido o surgimento de uma ponte entre as duas ilhas, o que permitiu o trânsito dos ratos nas duas ilhas. Suponha que, em decorrência disso, todos os acasalamentos tenham ocorrido entre ratos de ilhas diferentes e a geração seguinte (F1) tenha sido composta exclusivamente de ratos com pelagem selvagem.

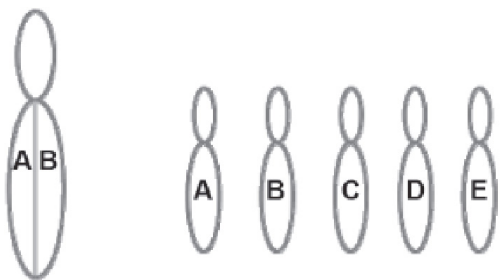
Considerando-se que os acasalamentos para a formação da próxima geração (F2) sejam ao acaso, é correto afirmar que essa geração será constituída de ratos com pelagem

- a) branca.
 b) selvagem.
 c) 50% branca e 50% selvagem.
 d) 75% branca e 25% selvagem.
 e) 75% selvagem e 25% branca.

04. (Enem/2011) Em abelhas, *Apis mellifera*, os óvulos não fertilizados originam machos haploides. Experimentos em laboratório têm obtido machos diploides e demonstram que os machos têm de ser homozigotos para um gene, enquanto as fêmeas têm de ser heterozigotas.

Disponível em: <http://www.nature.com>. (Adaptado)

Supondo que uma fêmea com genótipo AB se acasale com cinco machos com genótipos diferentes A, B, C, D e E, conforme o esquema. Qual a porcentagem de machos na prole desta fêmea?



- a) 40%, pois a fêmea teria descendentes machos apenas nos cruzamentos com os machos A e B.
 b) 20%, pois a fêmea produz dois tipos de gameta com relação a esse gene, e os machos, cinco tipos no total.

- c) 20%, pois a fêmea produz um tipo de gameta com relação a esse gene, e os machos, cinco tipos no total.
 d) 50%, pois a fêmea produz dois tipos de gametas com relação a esse gene, e os machos, um tipo.
 e) 50%, pois a fêmea produz um tipo de gameta com relação a esse gene, e os machos, cinco tipos.

05. (Enem/2012) Após a redescoberta do trabalho de Gregor Mendel, vários experimentos buscaram testar a universalidade de suas leis. Suponha um desses experimentos, realizado em um mesmo ambiente, em que uma planta de linhagem pura com baixa estatura (0,6 m) foi cruzada com uma planta de linhagem pura de alta estatura (1,0 m). Na prole (F1) todas as plantas apresentaram estatura de 0,8 m. Porém, na F2 (F1 × F1) os pesquisadores encontraram os dados a seguir.

Altura da planta (em metros)	Proporção da prole
1,0	63
0,9	245
0,8	375
0,7	255
0,6	62
Total	1 000

Os pesquisadores chegaram à conclusão, a partir da observação da prole, que a altura nessa planta é uma característica que

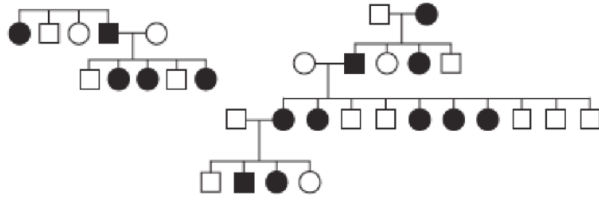
- a) não segue as leis de Mendel.
 b) não é herdada e, sim, ambiental.
 c) apresenta herança mitocondrial.
 d) é definida por mais de um gene.
 e) é definida por um gene com vários alelos.

06. (Enem/2013) A mosca *Drosophila*, conhecida como mosca-das-frutas, é bastante estudada no meio acadêmico pelos geneticistas. Dois caracteres estão entre os mais estudados: tamanho da asa e cor do corpo, cada um condicionado por gene autossômico. Em se tratando do tamanho da asa, a característica asa vestigial é recessiva e a característica asa longa, dominante. Em relação à cor do indivíduo, a coloração cinza é recessiva e a cor preta, dominante.

Em um experimento, foi realizado um cruzamento entre indivíduos heterozigotos para os dois caracteres, do qual foram geradas 288 moscas. Dessas, qual é a quantidade esperada de moscas que apresentam o mesmo fenótipo dos indivíduos parentais?

- a) 288 d) 72
 b) 162 e) 54
 c) 108

07. (Enem/2014)



No heredograma, os símbolos preenchidos representam pessoas portadoras de um tipo raro de doença genética. Os homens são representados pelos quadrados e as mulheres, pelos círculos.

Qual é o padrão de herança observado para essa doença?

- Dominante autossômico, pois a doença aparece em ambos os sexos.
- Recessivo ligado ao sexo, pois não ocorre a transmissão do pai para os filhos.
- Recessivo ligado ao Y, pois a doença é transmitida dos pais heterozigotos para os filhos.
- Dominante ligado ao sexo, pois todas as filhas de homens afetados também apresentam a doença.
- Codominante autossômico, pois a doença é herdada pelos filhos de ambos os sexos, tanto do pai quanto da mãe.

08. (Enem/2014) Em um hospital havia cinco lotes de bolsas de sangue, rotulados com os códigos I, II, III, IV e V. Cada lote continha apenas um tipo sanguíneo não identificado. Uma funcionária do hospital resolveu fazer a identificação utilizando dois tipos de soro, anti-A e anti-B. Os resultados obtidos estão descritos no quadro.

Código dos lotes	Volume de sangue (L)	Soro anti-A	Soro anti-B
I	22	Não aglutinou	Aglutinou
II	25	Aglutinou	Não aglutinou
III	30	Aglutinou	Aglutinou
IV	15	Não aglutinou	Não aglutinou
V	33	Não aglutinou	Aglutinou

Quantos litros de sangue eram do grupo sanguíneo do tipo A?

- 15
- 25
- 30
- 33
- 55

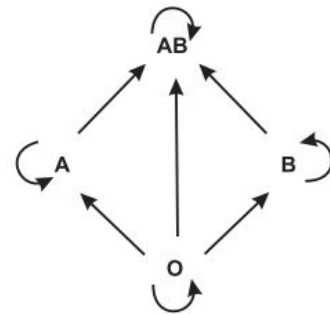
09. (Enem/2014) Antes de técnicas modernas de determinação de paternidade por exame de DNA, o sistema de determinação sanguínea ABO foi amplamente utilizado como ferramenta para excluir possíveis pais. Embora restrito à análise fenotípica, era possível concluir a exclusão de genótipos também. Considere que uma mulher teve um filho cuja paternidade estava sendo contestada. A análise do sangue revelou que ela era tipo sanguíneo AB e o filho, tipo sanguíneo B.

O genótipo do homem, pelo sistema ABO, que exclui a possibilidade de paternidade desse filho é

- $I^A I^A$
- $I^A i$
- $I^B I^B$
- $I^B i$
- ii

10. (Enem/2014) O quadro a seguir refere-se aos grupos sanguíneos humanos e seus respectivos genótipos, e o esquema seguinte representa as possibilidades de doação entre esses diferentes grupos.

Grupos sanguíneos	Genótipos
A	$I^A I^A$ ou $I^A i$
B	$I^B I^B$ ou $I^B i$
AB	$I^A I^B$
O	ii



Um casal tem três filhos, sendo um do grupo A, outro do grupo B e o terceiro do grupo O. Considerando-se somente o sistema ABO para fins de transfusão sanguínea, a probabilidade de o casal dar à luz uma menina que no futuro possa doar sangue para todos os irmãos é de:

- 75,0%
- 50,0%
- 37,5%
- 25,0%
- 12,5%

11. (Enem/2015) A fenilcetonúria é uma doença hereditária autossômica recessiva, associada à mutação do gene PAH, que limita a metabolização do aminoácido fenilalanina. Por isso, é obrigatório, por lei, que as embalagens de alimentos, como refrigerantes dietéticos, informem a presença de fenilalanina em sua composição. Uma mulher portadora de mutação para o gene PAH tem três filhos normais, com um homem normal, cujo pai sofria de fenilcetonúria, devido à mesma mutação no gene PAH encontrada em um dos alelos da mulher.

Qual a probabilidade de a quarta criança gerada por esses pais apresentar fenilcetonúria?

- 0%
- 12,5%
- 25%
- 50%
- 75%

12. (Enem/2016) Um jovem suspeita que não é filho biológico de seus pais, pois descobriu que o seu tipo sanguíneo é O Rh negativo, o de sua mãe é B Rh positivo e de seu pai é A Rh positivo.

A condição genotípica que possibilita que ele seja realmente filho biológico de seus pais é que

- o pai e a mãe sejam heterozigotos para o sistema sanguíneo ABO e para o fator Rh.
- o pai e a mãe sejam heterozigotos para o sistema sanguíneo ABO e homozigotos para o fator Rh.
- o pai seja homozigoto para as duas características e a mãe heterozigota para as duas características.
- o pai seja homozigoto para as duas características e a mãe heterozigota para o sistema ABO e homozigota para o fator Rh.
- o pai seja homozigoto para o sistema ABO e heterozigoto para o fator Rh e a mãe homozigota para as duas características.

13. (Enem/2016) Os indivíduos de uma população de uma pequena cidade, fundada por uma família de europeus, são, frequentemente, frutos de casamentos consanguíneos. Grande parte dos grupos familiares dessa localidade apresenta membros acometidos por uma doença rara, identificada por fraqueza muscular progressiva, com início aos 30 anos de idade. Em famílias com presença dessa doença, quando os pais são saudáveis, somente os filhos do sexo masculino podem ser afetados. Mas em famílias cujo pai é acometido pela doença e a mãe é portadora do gene, 50% da descendência, independentemente do sexo, é afetada.

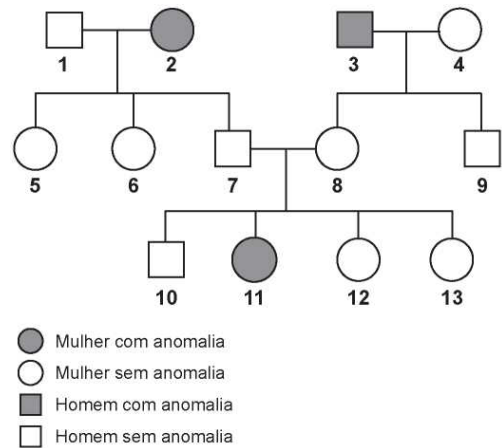
Considerando as características populacionais, o sexo e a proporção dos indivíduos afetados, qual é o tipo de herança da doença descrita no texto?

- Recessiva, ligada ao cromossomo X.
 - Dominante, ligada ao cromossomo X.
 - Recessiva, ligada ao cromossomo Y.
 - Recessiva autossômica.
 - Dominante autossômica.
14. (Enem/2017) Uma mulher deu à luz o seu primeiro filho e, após o parto, os médicos testaram o sangue da criança para a determinação de seu grupo sanguíneo. O sangue da criança era do tipo O+. Imediatamente, a equipe médica aplicou na mãe uma solução contendo anticorpos anti-Rh, uma vez que ela tinha o tipo sanguíneo O-.

Qual é a função dessa solução de anticorpos?

- Modificar o fator Rh do próximo filho.
- Destruir as células sanguíneas do bebê.
- Formar uma memória imunológica na mãe.
- Neutralizar os anticorpos produzidos pela mãe.
- Promover a alteração do tipo sanguíneo materno.

15. (Enem/2017) O heredograma mostra a incidência de uma anomalia genética em um grupo familiar.



O indivíduo representado pelo número 10, preocupado em transmitir o alelo para a anomalia genética a seus filhos, calcula que a probabilidade de ele ser portador desse alelo é de

- 0%
- 25%
- 50%
- 67%
- 75%

16. (Enem/2018) Gregor Mendel, no século XIX, investigou os mecanismos da herança genética observando algumas características de plantas de ervilha, como a produção de sementes lisas (dominante) ou rugosas (recessiva), característica determinada por um par de alelos dominância completa. Ele acreditava que a herança era transmitida por fatores que, mesmo não percebidos nas características visíveis (fenótipo) de plantas híbridas (resultantes de cruzamentos de linhagens puras), estariam presentes e se manifestariam em gerações futuras.

A autofecundação que fornece dados para corroborar a ideia da transmissão de fatores idealizada por Mendel ocorre entre plantas

- híbridas, de fenótipo dominante, que produzem apenas sementes lisas.
- híbridas, de fenótipo dominante, que produzem sementes lisas e rugosas.
- de linhagem pura, de fenótipo dominante, que produzem apenas sementes lisas.
- de linhagem pura, de fenótipo recessivo, que produzem sementes lisas e rugosas.
- de linhagem pura, de fenótipo recessivo, que produzem apenas sementes rugosas.

17. (Enem/2019) Com base nos experimentos de plantas de Mendel, foram estabelecidos três princípios básicos, que são conhecidos como leis da uniformidade, segregação e distribuição independente. A lei da distribuição independente refere-se ao fato de que os membros de pares diferentes de genes segregam-se independentemente, uns dos outros, para a prole.

TURNPENNY, P. D. Genética médica. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009 (adaptado).

Hoje, sabe-se que isso nem sempre é verdade. Por quê?

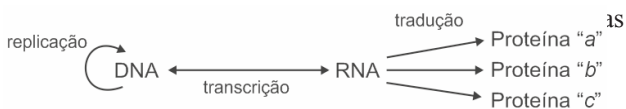
- A distribuição depende do caráter de dominância ou recessividade do gene.
- Os organismos nem sempre herdam cada um dos genes de cada um dos genitores.
- As alterações cromossômicas podem levar a falhas na segregação durante a meiose.
- Os genes localizados fisicamente próximos no mesmo cromossomo tendem a ser herdados juntos.
- O cromossomo que contém dois determinados genes pode não sofrer a disjunção na primeira fase da meiose.

GENÉTICA MOLECULAR

01. (Enem/2009) Em um experimento, preparou-se um conjunto de plantas por técnica de clonagem a partir de uma planta original que apresentava folhas verdes. Esse conjunto foi dividido em dois grupos, que foram tratados de maneira idêntica, com exceção das condições de iluminação, sendo um grupo exposto a ciclos de iluminação solar natural e outro mantido no escuro. Após alguns dias, observou-se que o grupo exposto à luz apresentava folhas verdes como a planta original e o grupo cultivado no escuro apresentava folhas amareladas.

Ao final do experimento, os dois grupos de plantas apresentaram

- os genótipos e os fenótipos idênticos.
 - os genótipos idênticos e os fenótipos diferentes.
 - diferenças nos genótipos e fenótipos.
 - o mesmo fenótipo e apenas dois genótipos diferentes.
 - o mesmo fenótipo e grande variedade de genótipos.
02. (Enem/2009) A figura seguinte representa um modelo de transmissão da informação genética nos sistemas biológicos. No fim do processo, que inclui a replicação, a transcrição e



Depreende-se do modelo que

- a única molécula que participa da produção de proteínas é o DNA.
- o fluxo de informação genética, nos sistemas biológicos, é unidirecional.
- as fontes de informação ativas durante o processo de transcrição são as proteínas.
- é possível obter diferentes variantes proteicas a partir de um mesmo produto de transcrição.
- a molécula de DNA possui forma circular e as demais moléculas possuem forma de fita simples linearizadas.

03. (Enem/2011) Em 1999, a geneticista Emma Whitelaw desenvolveu um experimento no qual ratas prenhes foram submetidas a uma dieta rica em vitamina B12, ácido fólico e soja. Os filhotes dessas ratas, apesar de possuírem o gene para obesidade, não expressaram essa doença na fase adulta. A autora concluiu que a alimentação da mãe, durante a gestação, silenciou o gene da obesidade. Dez anos depois, as geneticistas Eva Jablonka e Gal Raz listaram 100 casos comprovados de traços adquiridos e transmitidos entre gerações de organismos, sustentando, assim, a epigenética, que estuda as mudanças na atividade dos genes que não envolvem alterações na sequência do DNA.

A reabilitação do herege. *Época*. nº 610, 2010 (adaptado).

Alguns cânceres esporádicos representam exemplos de alteração epigenética, pois são ocasionados por

- aneuploidia do cromossomo sexual X.
 - poliploidia dos cromossomos autossômicos.
 - mutação em genes autossômicos com expressão dominante.
 - substituição no gene da cadeia beta da hemoglobina.
 - inativação de genes por meio de modificações nas bases nitrogenadas.
04. (Enem/2012) Os vegetais biossintetizam determinadas substâncias (por exemplo, alcaloides e flavonoides), cuja estrutura química e concentração variam num mesmo organismo em diferentes épocas do ano e estágios de desenvolvimento. Muitas dessas substâncias são produzidas para a adaptação do organismo às variações ambientais (radiação UV, temperatura, parasitas, herbívoros, estímulo a polinizadores etc.) ou fisiológicas (crescimento, envelhecimento etc.).
- As variações qualitativa e quantitativa na produção dessas substâncias durante um ano são possíveis porque o material genético do indivíduo
- sofre constantes recombinações para adaptar-se.
 - muda ao longo do ano e em diferentes fases da vida.
 - cria novos genes para biossíntese de substâncias específicas.
 - altera a sequência de bases nitrogenadas para criar novas substâncias.
 - possui genes transcritos diferentemente de acordo com cada necessidade.
05. (Enem/2015) O formato das células de organismos pluricelulares é extremamente variado. Existem células discoides, como é o caso das hemácias, as que lembram uma estrela, como os neurônios, e ainda algumas alongadas, como as musculares.
- Em um mesmo organismo, a diferenciação dessas células ocorre por
- produzirem mutações específicas.
 - possuírem DNA mitocondrial diferentes.
 - apresentarem conjunto de genes distintos.
 - expressarem porções distintas do genoma.
 - terem um número distinto de cromossomos.

06. (Enem/2015) Um importante princípio da biologia, relacionado à transmissão de caracteres e à embriogênese humana, foi quebrado com a descoberta do microquimerismo fetal. Microquimerismo é o nome dado ao fenômeno biológico referente a uma pequena população de células ou DNA presente em um indivíduo, mas derivada de um organismo geneticamente distinto. Investigando-se a presença do cromossomo Y, foi revelado que diversos tecidos de mulheres continham células masculinas.

A análise do histórico médico revelou uma correlação extremamente curiosa: apenas as mulheres que antes tiveram filhos homens apresentaram microquimerismo masculino. Essa correlação levou à interpretação de que existe uma troca natural entre células do feto e maternas durante a gravidez.

MUOTRI, A. Você não é só você: carregamos células maternas na maioria de nossos órgãos. Disponível em: <http://g1.globo.com>. Acesso em: 4 dez. 2012 (adaptado).

O princípio contestado com essa descoberta, relacionado ao desenvolvimento do corpo humano, é o de que

- o fenótipo das nossas células pode mudar por influência do meio ambiente.
- a dominância genética determina a expressão de alguns genes.
- as mutações genéticas introduzem variabilidade no genoma.
- as mitocôndrias e o seu DNA provêm do gameta materno.
- as nossas células corporais provêm de um único zigoto.

07. (Enem/2016) Em um hospital, acidentalmente, uma funcionária ficou exposta a alta quantidade de radiação liberada por um aparelho de raios X em funcionamento. Posteriormente, ela engravidou e seu filho nasceu com grave anemia. Foi verificado que a criança apresentava a doença devido à exposição anterior da mãe à radiação.

O que justifica, nesse caso, o aparecimento da anemia na criança?

- A célula-ovo sofreu uma alteração genética.
- As células somáticas da mãe sofreram uma mutação.
- A célula gamética materna que foi fecundada sofreu uma mutação.
- As hemácias da mãe que foram transmitidas à criança não eram normais.
- As células hematopoiéticas sofreram alteração do número de cromossomos.

08. (Enem/2017) A distrofia muscular Duchenne (DMD) é uma doença causada por uma mutação em um gene localizado no cromossomo X. Pesquisadores estudaram uma família na qual gêmeas monozigóticas eram portadoras de um alelo mutante recessivo para esse gene (heterozigóticas). O interessante é que uma das gêmeas apresentava o fenótipo relacionado ao alelo mutante, isto é, DMD, enquanto a sua irmã apresentava fenótipo normal.

RICHARDS, C. S. et al. *The American Journal of Human Genetics*, n. 4, 1990 (adaptado).

A diferença na manifestação da DMD entre as gêmeas pode ser explicada pela

- dominância incompleta do alelo mutante em relação ao alelo normal.
- falha na separação dos cromossomos X no momento da separação dos dois embriões.
- recombinação cromossômica em uma divisão celular embrionária anterior à separação dos dois embriões.
- inativação aleatória de um dos cromossomos X em fase posterior à divisão que resulta nos dois embriões.
- origem paterna do cromossomo portador do alelo mutante em uma das gêmeas e origem materna na outra.

09. (Enem/2018) Um estudante relatou que o mapeamento do DNA da cevada foi quase todo concluído e seu código genético desvendado. Chamou atenção para o número de genes que compõem esse código genético e que a semente da cevada, apesar de pequena, possui um genoma mais complexo que o humano, sendo boa parte desse código constituída de sequências repetidas. Nesse contexto, o conceito de código genético está abordado de forma equivocada.

Cientificamente esse conceito é definido como

- trincas de nucleotídeos que codificam os aminoácidos.
- localização de todos os genes encontrados em um genoma.
- codificação de sequências repetidas presentes em um genoma.
- conjunto de todos os RNAs mensageiros transcritos em um organismo.
- todas as sequências de pares de bases presentes em um organismo.

10. (Enem/2018) Considere, em um fragmento ambiental, uma árvore matriz com frutos (M) e outras cinco que produziram flores e são apenas doadoras de pólen (DP1, DP2, DP3, DP4 e DP5). Foi excluída a capacidade de autopolinização das árvores. Os genótipos da matriz, da semente (S1) e das prováveis fontes de pólen foram obtidos pela análise de dois locos (loco A e loco B) de marcadores de DNA, conforme a figura.



A progênie S1 recebeu o pólen de qual doadora?

- DP1
- DP2
- DP3
- DP4
- DP5

11. (Enem/2018) Em pacientes portadores de astrocitoma pilocítico, um tipo de tumor cerebral, o gene BRAF se quebra e parte dele se funde a outro gene, o KIAA1549. Para detectar essa alteração cromossômica, foi desenvolvida uma sonda que é um fragmento de DNA que contém partículas fluorescentes capazes de reagir com os genes BRAF e KIAA1549 fazendo cada um deles emitir uma cor diferente. Em uma célula normal, como os dois genes estão em regiões distintas do genoma, as duas cores aparecem separadamente. Já quando há a fusão dos dois genes, as cores aparecem sobrepostas.

Disponível em: <http://agencia.fapesp.br>. Acesso em: 3 out. 2015.

A alteração cromossômica presente nos pacientes com astrocitoma pilocítico é classificada como

- estrutural do tipo deleção.
 - numérica do tipo euploidia.
 - estrutural do tipo duplicação.
 - numérica do tipo aneuploidia.
 - estrutural do tipo translocação.
12. (Enem/2018) Do ponto de vista genético, o número de cromossomos é uma característica marcante de cada espécie. A goiabeira (*Psidium Guajava L.*), por exemplo, apresenta como padrão específico 22 cromossomos. A organização celular do gametófito feminino (saco embrionário) das flores de Angiospermas é complexa, sendo formado por um conjunto de oito células que, após a fecundação, originarão células com diferentes números cromossômicos. Nesse grupo, as células somáticas são diploides, as gaméticas são haploides e o tecido de reserva da semente é triploide. Durante o ciclo de vida de uma goiabeira, quantos cromossomos podem ser encontrados, respectivamente, na oosfera, no zigoto e no endosperma?
- 22, 22, 33.
 - 11, 22, 33.
 - 22, 44, 33.
 - 11, 22, 44.
 - 11, 22, 22.

TAXONOMIA SISTEMÁTICA

01. (Enem/2011)

OS BICHINHOS E O HOMEM ARCA DE NOÉ

Toquinho & Vinicius de Moraes

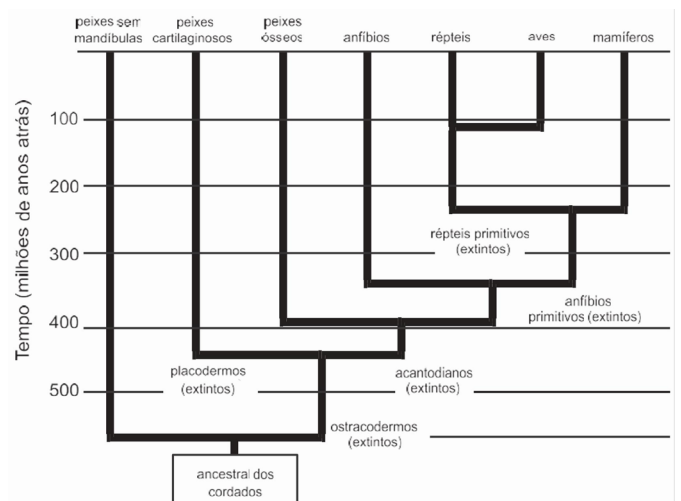
Nossa irmã, a mosca
É feia e tosca
Enquanto que o mosquito
É mais bonito
Nosso irmão besouro
Que é feito de couro
Mal sabe voar

Nossa irmã, a barata
Bichinha mais chata
É prima da borboleta
Que é uma careta
Nosso irmão, o grilo
Que vive dando estrilo
Só para chatear

MORAES, V. *A arca de Noé: poemas infantis*. São Paulo: Companhia das Letrinhas, 1991.

O poema acima sugere a existência de relações de afinidade entre os animais citados e nós, seres humanos. Respeitando a liberdade poética dos autores, a unidade taxonômica que expressa a afinidade existente entre nós e estes animais é

- o filo.
 - o reino.
 - a classe.
 - a família.
 - a espécie.
02. (Enem/2013) Em 1861 foi anunciada a existência de um fóssil denominado *Arqueopteryx*, que revolucionou o debate acerca da evolução dos animais. Tratava-se de um dinossauro que possuía penas em seu corpo. A partir dessa descoberta, a árvore filogenética dos animais acabou sofrendo transformações quanto ao ancestral direto das aves. Nessa nova árvore filogenética, de qual grupo as aves se originaram?
- Peixes ósseos.
 - Répteis.
 - Mamíferos.
 - Peixes cartilaginosos.
 - Anfíbios.
03. (Enem/2014) A classificação dos seres vivos permite a compreensão das relações evolutivas entre eles. O esquema representa a história evolutiva de um grupo.

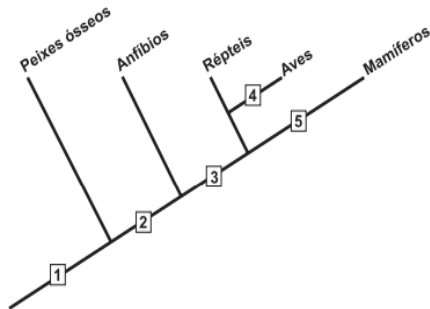


Disponível em: www.sobiologia.com.br. Acesso em: 22 jan. 2012(adaptado).

Os animais representados nesse esquema pertencem ao filo dos cordados, porque

- a) possuem ancestrais que já foram extintos.
- b) surgiram há mais de 500 milhões de anos.
- c) evoluíram a partir de um ancestral comum.
- d) deram origem aos grupos de mamíferos atuais.
- e) vivem no ambiente aquático em alguma fase da vida.

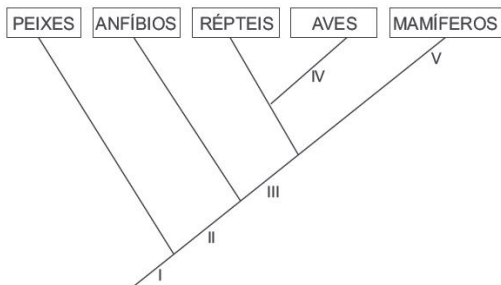
04. (Enem/2015) O cladograma representa, de forma simplificada, o processo evolutivo de diferentes grupos de vertebrados. Nesses organismos, o desenvolvimento de ovos protegidos por casca rígida (pergaminácea ou calcárea) possibilitou a conquista do ambiente terrestre.



O surgimento da característica mencionada está representado, no cladograma, pelo número

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

05. (Enem/2016) O cladograma representa relações filogenéticas entre os vertebrados.



A correspondência correta entre as indicações numéricas no cladograma e a característica evolutiva é:

- a) I - endotermia.
- b) II - coluna vertebral.
- c) III - ovo amniótico.
- d) IV - respiração pulmonar.
- e) V - membros locomotores.

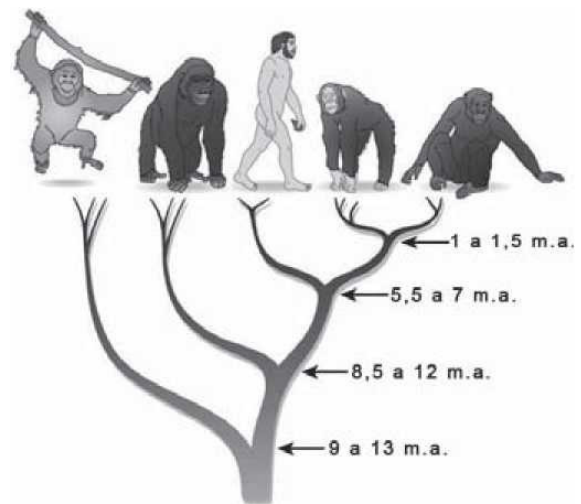
06. (Enem/2017) A classificação biológica proposta por Whittaker permite distinguir cinco grandes linhas evolutivas utilizando, como critérios de classificação, a organização celular e o modo de nutrição. Woese e seus colaboradores, com base na comparação das sequências que codificam o RNA ribossômico dos seres vivos, estabeleceram relações de ancestralidade entre os grupos e concluíram que os procariontes do reino Monera não eram um grupo coeso do ponto de vista evolutivo.

Whittaker (1969) Cinco reinos	Woese (1990) Três domínios
Monera	Archaea
	Eubacteria
Protista	Eukarya
Fungi	
Plantae	
Animalia	

A diferença básica nas classificações citadas é que a mais recente se baseia fundamentalmente em

- a) tipos de células.
- b) aspectos ecológicos.
- c) relações filogenéticas.
- d) propriedades fisiológicas.
- e) características morfológicas.

07. (Enem/2017)



A árvore filogenética representa uma hipótese evolutiva para a família Hominidae, na qual a sigla “m.a.” significa “milhões de anos atrás”. As ilustrações representam, da esquerda para a direita, o orangotango, o gorila, o ser humano, o chimpanzé e o bonobo.

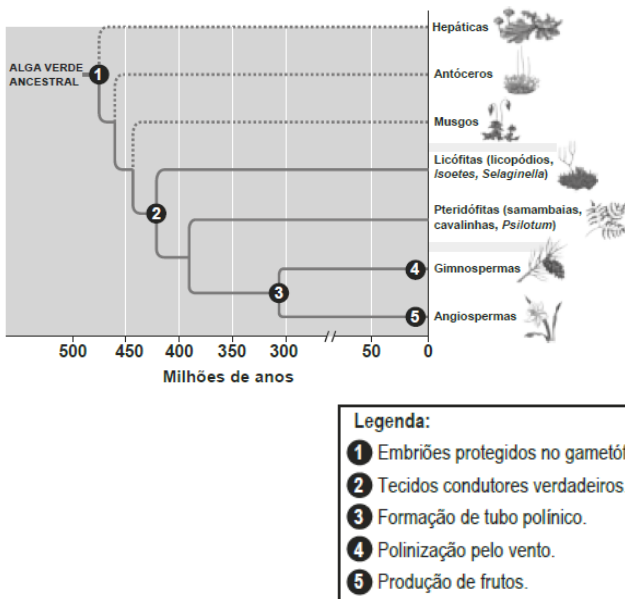
Disponível em: <www.nature.com>.

Acesso em: 6 dez. 2012 (adaptado)

Considerando a filogenia representada, a maior similaridade genética será encontrada entre os seres humanos e:

- a) Gorila e bonobo.
- b) Gorila e chimpanzé.
- c) Gorila e orangotango.
- d) Chimpanzé e bonobo.
- e) Bonobo e orangotango.

08. (Enem/2019) Durante sua evolução, as plantas apresentaram grande diversidade de características, as quais permitiram sua sobrevivência em diferentes ambientes. Na imagem, cinco dessas características estão indicadas por números.



CAMPBELL, N. et al. Biologia. São Paulo: Artmed, 2010 (adaptado).

A aquisição evolutiva que permitiu a conquista definitiva do ambiente terrestre pelas plantas está indicada pelo número

- a) 1.
- b) 2.
- c) 3.
- d) 4.
- e) 5.

EMBRIOLOGIA E REPRODUÇÃO (ANIMAL E HUMANA)

01. (Enem/2009) Recentemente, foi descoberta uma nova espécie de inseto flebotomídeo, batizado de *Lutzomya maruaga*. O novo inseto possui apenas fêmeas que se reproduzem a partir da produção de ovos sem a intervenção de machos, em um processo conhecido como partenogênese. A espécie está restrita a uma caverna na região amazônica, não sendo encontrada em outros lugares. O inseto não se alimenta de sangue nem transmite doenças, como o fazem outros mosquitos de seu mesmo gênero. Os adultos não se alimentam e as larvas parecem se alimentar apenas de fezes de morcego (guano) existente no fundo da caverna. Essa dieta larval acumularia reservas a serem usadas na fase adulta.

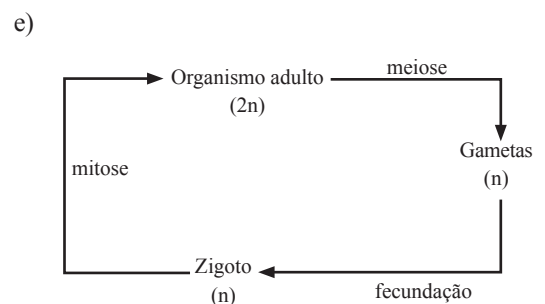
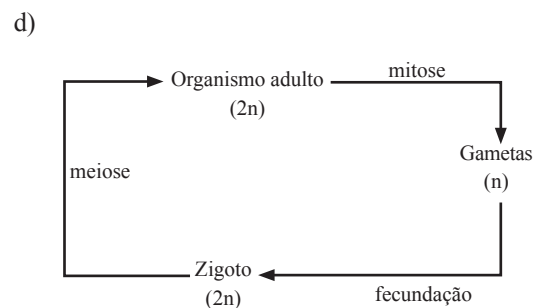
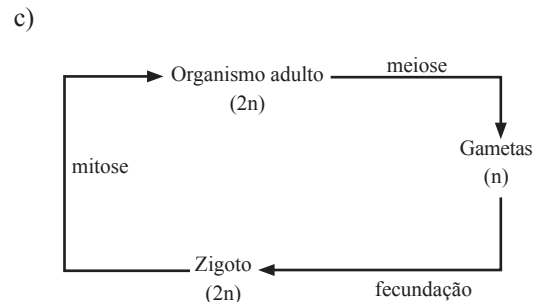
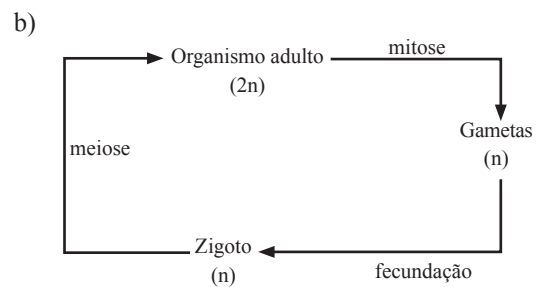
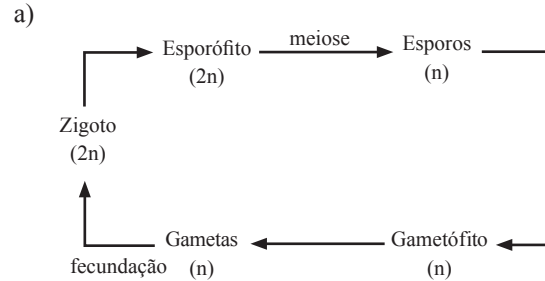
Ciência hoje, Rio de Janeiro, v. 42, n° 252, set. 2008 (adaptado).

Em relação a essa descoberta, vê-se que a nova espécie de flebotomídeo

- a) deve apresentar maior variabilidade genética que seus congêneres.
- b) deve ter uma fase adulta longa se comparado com seus congêneres.
- c) é mais vulnerável a desequilíbrios em seu ambiente que seus congêneres.
- d) está livre de hábitos hematófagos e de transmissão de doenças devido à ausência de machos.
- e) tem grandes chances de se dispersar para outros ambientes, tornando-se potencialmente invasora.

02. (Enem/2009) Os seres vivos apresentam diferentes ciclos de vida, caracterizados pelas fases nas quais gametas são produzidos e pelos processos reprodutivos que resultam na geração de novos indivíduos.

Considerando-se um modelo simplificado padrão para geração de indivíduos viáveis, a alternativa que corresponde ao observado em seres humanos é



03. (Enem/2010) As estrelas-do-mar comem ostras, o que resulta em efeitos econômicos negativos para criadores e pescadores. Por isso, ao se depararem com esses predadores em suas dragas, costumavam pegar as estrelas-do-mar, parti-las ao meio e atirá-las de novo à água. Mas o resultado disso não era a eliminação das estrelas-do-mar, e sim o aumento do seu número.

DONAVEL, D. A bela é uma fera. *Superinteressante*. Disponível em: <http://super.abril.com.br>. Acesso em: 30 abr. 2010 (adaptado)

A partir do texto e do seu conhecimento a respeito desses organismos, a explicação para o aumento da população de estrelas-do-mar baseia-se no fato de elas possuírem

- papilas respiratórias que facilitaram sua reprodução e respiração por mais tempo no ambiente.
- pés ambulacrários que facilitaram a reprodução e a locomoção do equinodermo pelo ambiente aquático.
- espinhos na superfície do corpo que facilitaram sua proteção e reprodução, contribuindo para a sua sobrevivência.
- um sistema de canais que contribuíam na distribuição de água pelo seu corpo e ajudaram bastante em sua reprodução.
- alta capacidade regenerativa e reprodutiva, sendo cada parte seccionada capaz de dar origem a um novo indivíduo.

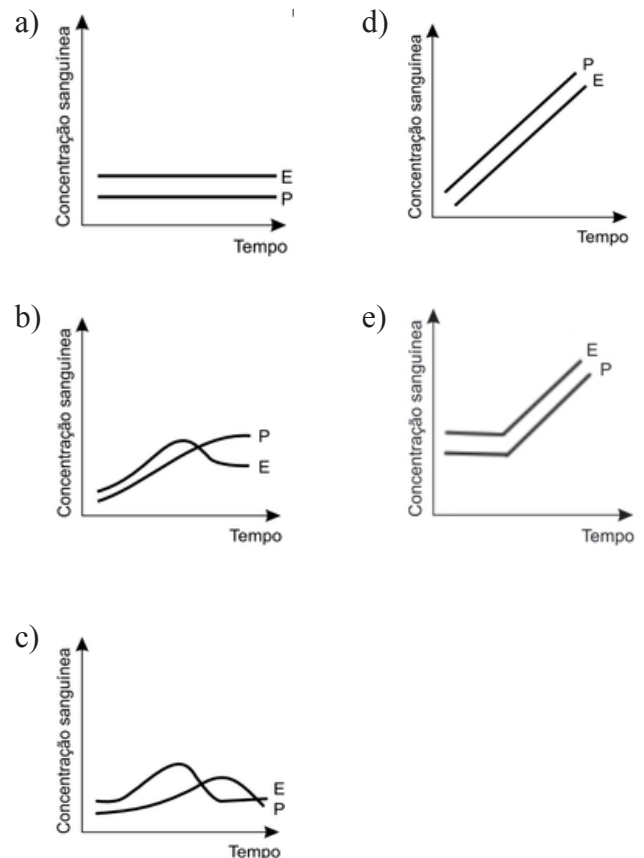
04. (Enem/2011) A recapitulação é uma ideia audaciosa e influente, associada especialmente a Ernst Haeckel. Segundo a teoria da recapitulação, as fases de desenvolvimento de um organismo (ontogenia) correspondem à história de sua espécie (filogenia). A aparência transitória de estruturas semelhantes a fendas branquiais no desenvolvimento de humanos e outros mamíferos é um exemplo notável. Os mamíferos evoluíram de um estágio ancestral de peixe e suas fendas branquiais embrionárias recapitulam tal ancestralidade.

RIDLEY, M. *Evolução*. Porto Alegre: Artmed, 2006 (adaptado).

Com base nos pressupostos da teoria da recapitulação, a assertiva que melhor a resume é:

- “A ontogenia consiste na formação das brânquias dos peixes”.
 - “A aparência transitória é um exemplo notável”.
 - “A ontogenia recapitula a filogenia”.
 - “A teoria da vida recapitula a história da vida”.
 - “A vida recapitula a morte dos antepassados”.
05. (Enem/2013) A pílula anticoncepcional é um dos métodos contraceptivos de maior segurança, sendo constituída basicamente de dois hormônios sintéticos semelhantes aos hormônios produzidos pelo organismo feminino, o estrogênio (E) e a progesterona (P). Em um experimento médico, foi analisado o sangue de uma mulher que ingeriu ininterruptamente um comprimido desse medicamento por dia durante seis meses.

Qual gráfico representa a concentração sanguínea desses hormônios durante o período do experimento?



06. (Enem/2014) Os gêmeos sempre exerceram um fascínio para a maioria das pessoas, principalmente os monozigóticos ou idênticos. Parte desse interesse está relacionada ao fato de que esses indivíduos representam a manifestação natural que mais se aproxima da clonagem na espécie humana.

O mecanismo que está associado com a formação dos indivíduos citados é a

- divisão do feto em gestação em dois indivíduos separados.
 - divisão do embrião em dois grupos celulares independentes.
 - fecundação de um óvulo por dois espermatozoides diferentes.
 - ocorrência de duas fecundações simultâneas no útero materno.
 - fertilização sucessiva de dois óvulos por apenas um espermatozoide.
07. (Enem/2014) Em média, a cada 28 dias ocorrem mudanças no corpo da mulher devido ao seu ciclo reprodutivo. Em cada ciclo, observam-se modificações morfológicas nas glândulas mamárias, ovários e útero, em função da liberação de inúmeros hormônios. No início do ciclo observa-se que o hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) estimula também a liberação de um outro hormônio (X), que proporciona o crescimento e diferenciação de um ovócito primário, a proliferação das células foliculares, a formação da zona pelúcida e o desenvolvimento de uma cápsula de tecido conjuntivo (denominada teca folicular).

O hormônio X ao qual o texto se refere o(a)

- estrogênio.
- progesterona.
- luteinizante (LH).
- folículo estimulante (FSH).
- gonadotrófico coriônico humano (HCG).

08. (Enem/2014) A reprodução é uma característica atribuída a todos os seres vivos, unicelulares ou pluricelulares, de qualquer espécie. Em condições naturais, a importância dessa característica reside no fato de permitir o(a)

- transferência de características básicas entre indivíduos de espécies diferentes.
- duplicação da quantidade de DNA nas células da espécie ao longo das gerações.
- cruzamento entre indivíduos de espécies diferentes, gerando descendentes férteis.
- aumento da quantidade de células dos seres vivos, para que se tornem pluricelulares.
- perpetuação da espécie e conservação de suas características ao longo das gerações.

09. (Enem/2015) A reprodução vegetativa de plantas por meio de estacas é um processo natural. O homem, observando esse processo, desenvolveu uma técnica para propagar plantas em escala comercial.

A base genética dessa técnica é semelhante àquela presente no(a)

- transgenia.
- clonagem.
- hibridização.
- controle biológico.
- melhoramento genético.

10. (Enem/2016) O Brasil possui um grande número de espécies distintas entre animais, vegetais e microrganismos envolvidos em uma imensa complexidade e distribuídas em uma grande variedade de ecossistemas.

SANDES, A. R. R.; BLASI, G. Biodiversidade e diversidade química e genética. Disponível em: <http://novastecnologias.com.br>. Acesso em: 22 set. 2015 (adaptado).

O incremento da variabilidade ocorre em razão da permuta genética, a qual propicia a troca de segmentos entre cromátides não irmãs na meiose.

Essa troca de segmentos é determinante na

- produção de indivíduos mais férteis.
- transmissão de novas características adquiridas.
- recombinação genética na formação dos gametas.
- ocorrência de mutações somáticas nos descendentes.
- variação do número de cromossomos característico da espécie.

HISTOLOGIA E FISIOLOGIA (ANIMAL E HUMANA)

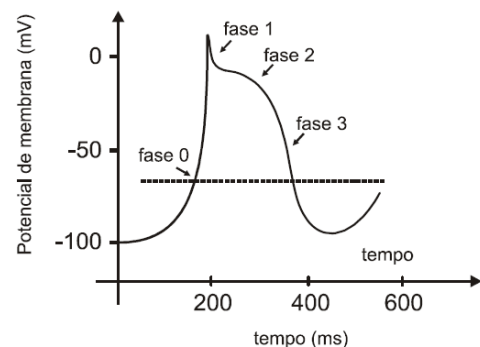
01. (Enem/2009) A maior parte dos mamíferos – especialmente os grandes – não pode viver sem água doce. Para os mamíferos marinhos, água doce é ainda mais difícil de ser obtida. Focas e leões-marinhos captam água dos peixes que consomem e alguns comem neve para obtê-la. Os peixes-boi procuram regularmente água doce nos rios. As baleias e outros cetáceos obtêm água de seu alimento e de goladas de água do mar. Para tanto, os cetáceos desenvolveram um sistema capaz de lidar com o excesso de sal associado à ingestão de água marinha.

WONG, K. Os mamíferos que conquistaram os oceanos. In: *Scientific American Brasil*. Edição Especial Nº5: Dinossauros e Outros Monstros. (adaptado).

A grande quantidade de sal na água do mar

- torna impossível a vida de animais vertebrados nos oceanos.
- faz com que a diversidade biológica no ambiente marinho seja muito reduzida.
- faz com que apenas os mamíferos adaptados à ingestão direta de água salgada possam viver nos oceanos.
- faz com que seja inapropriado seu consumo direto como fonte de água doce por mamíferos marinhos, por exemplo, as baleias.
- exige de mamíferos que habitam o ambiente marinho adaptações fisiológicas, morfológicas ou comportamentais que lhes permitam obter água doce.

02. (Enem/2009) As células possuem potencial de membrana, que pode ser classificado em repouso ou ação, e é uma estratégia eletrofisiológica interessante e simples do ponto de vista físico. Essa característica eletrofisiológica está presente na figura a seguir, que mostra um potencial de ação disparado por uma célula que compõe as fibras de Purkinje, responsáveis por conduzir os impulsos elétricos para o tecido cardíaco, possibilitando assim a contração cardíaca. Observa-se que existem quatro fases envolvidas nesse potencial de ação, sendo denominadas fases 0, 1, 2 e 3.



O potencial de repouso dessa célula é -100 mV, e quando ocorre influxo de íons Na^+ e Ca^{2+} , a polaridade celular pode atingir valores de até $+10$ mV, o que se denomina despolarização celular. A modificação no potencial de repouso pode disparar um potencial de ação quando a voltagem da membrana atinge o limiar de disparo que está representado na figura pela linha pontilhada. Contudo, a célula não pode se manter despolarizada, pois isso acarretaria a morte celular. Assim, ocorre a repolarização celular, mecanismo que reverte a despolarização e retorna a célula ao potencial de repouso. Para tanto, há o efluxo celular de íons K^+ .

Qual das fases, presentes na figura, indica o processo de despolarização e repolarização celular, respectivamente?

- a) Fases 0 e 2. d) Fases 2 e 0.
b) Fases 0 e 3. e) Fases 3 e 1.
c) Fases 1 e 2.

03. (Enem/2009) Estima-se que haja atualmente no mundo 40 milhões de pessoas infectadas pelo HIV (o vírus que causa a AIDS), sendo que as taxas de novas infecções continuam crescendo, principalmente na África, Ásia e Rússia. Nesse cenário de pandemia, uma vacina contra o HIV teria imenso impacto, pois salvaria milhões de vidas. Certamente seria um marco na história planetária e também uma esperança para as populações carentes de tratamento antiviral e de acompanhamento médico.

TANURI, A.; FERREIRA JUNIOR, O. C. Vacina contra Aids: desafios e esperanças. *Ciência Hoje* (44) 26, 2009 (adaptado).

Uma vacina eficiente contra o HIV deveria

- a) induzir a imunidade, para proteger o organismo da contaminação viral.
b) ser capaz de alterar o genoma do organismo portador, induzindo a síntese de enzimas protetoras.
c) produzir antígenos capazes de se ligarem ao vírus, impedindo que este entre nas células do organismo humano.
d) ser amplamente aplicada em animais, visto que esses são os principais transmissores do vírus para os seres humanos.
e) estimular a imunidade, minimizando a transmissão do vírus por gotículas de saliva.

04. (Enem/2009) Para que todos os órgãos do corpo humano funcionem em boas condições, é necessário que a temperatura do corpo fique sempre entre 36°C e 37°C . Para manter-se dentro dessa faixa, em dias de muito calor ou durante intensos exercícios físicos, uma série de mecanismos fisiológicos é acionada.

Pode-se citar como o principal responsável pela manutenção da temperatura corporal humana o sistema

- a) digestório, pois produz enzimas que atuam na quebra de alimentos calóricos.
b) imunológico, pois suas células agem no sangue, diminuindo a condução do calor.
c) nervoso, pois promove a sudorese, que permite perda de calor por meio da evaporação da água.
d) reprodutor, pois secreta hormônios que alteram a temperatura, principalmente durante a menopausa.
e) endócrino, pois fabrica anticorpos que, por sua vez, atuam na variação do diâmetro dos vasos periféricos.

05. (Enem/2009) Pesquisador do Instituto Pasteur, Louis Calmette desenvolveu um soro contra picada de cobras najas do sudeste asiático, fabricado na França, desde 1894. Pouco depois, o mineiro Vital Brazil pesquisou soros específicos para jararaca e cascavel junto à equipe do recém-criado Instituto Butantan. O valor científico de suas descobertas difundiu-se apenas em 1915, quando o soro antiveneno da *Crotalus terrificus* foi aplicado em um funcionário do zoológico de Nova Iorque, picado por *Crotalus atrox* do Texas. O fato foi noticiado e comentado nos jornais da época. Pelo relato de Vital Brazil, ficamos sabendo que o permanganato de potássio e o soro Calmette já haviam sido empregados, sem que o estado do doente se modificasse para melhor. A ação do soro específico não se fez esperar: seis horas após a sua aplicação, o doente começou a melhorar, e, 12 horas depois, era considerado livre do perigo.

REZENDE, J. *Caminhos da medicina*: providencial coincidência na história do ofidismo. Disponível em: <http://www.usuarios.cultura.com.br/jmrezende/vitalbrasil.html>.

Acesso em: 30 abr. 2008.

Como o soro antiveneno de Calmette não funcionou, a surpresa dos cientistas e do público em relação à cura do funcionário deveu-se ao fato de, naquela época, conhecer-se pouco

- a) o efeito da vacina no processo de cura, ao se combaterem invasores e toxinas.
b) a biotecnologia, que teria permitido a identificação das proteínas correspondentes aos genes.
c) o uso de antissépticos e calmantes como parte da profilaxia e do tratamento de picada de cobra.
d) a atuação dos soros no organismo, que forneceriam anticorpos apropriados para se neutralizar antígenos.
e) a taxonomia de Lineu, que era pouco valorizada porque apresentava cascavéis brasileiras e texanas em uma mesma família de serpentes.
06. (Enem/2009) Começam a ser descritas as primeiras modificações duradouras na estrutura molecular dos genes, causadas por influências sociais e estímulos do ambiente. Algumas delas estão relacionadas ao eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, eixo fisiológico hormonal responsável pelo controle do estresse, que está preservado em toda escala evolutiva nos vertebrados. Durante o estresse, quando esse eixo é ativado, a glândula adrenal libera glicocorticoides, que são hormônios responsáveis pelos efeitos do estresse no organismo. Há diversas comprovações científicas de ratas que também, estimulam e amamentam a ninhada durante o período neonatal e, com esse comportamento, propiciam que os filhotes, na fase adulta, respondam com menos sinais de ansiedade a situações de estresse, e que repitam, com suas crias, cuidados semelhantes aos recebidos na fase neonatal. Isso é possível graças a comportamentos maternos que induzem alterações moleculares em genes que são responsáveis pela expressão de receptores cerebrais para glicocorticoides dos filhotes, podendo diminuir a sensibilidade ou o número desses receptores.

Genética e Comportamento Social. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 3 jan. 2009 (adaptado).

De acordo com essas informações, é correto concluir que filhotes expostos à atenção maternal na fase neonatal apresentam

- menor ansiedade, pois aprenderam com as mães, durante o período neonatal, a enfrentar situações de estresse.
 - maior sensibilidade da adrenal em situações de estresse, o que acarreta maior liberação de glicocorticoides.
 - menor número de receptores cerebrais para glicocorticoides na fase adulta, o que permite uma resposta com menos sinais de ansiedade a uma situação de estresse.
 - receptores de glicocorticoides mais eficientes ao interagirem com os hormônios do estresse, promovendo uma resposta mais pronunciada frente ao estímulo estressor.
 - maior resposta do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal em situações de estresse, liberando maior quantidade de glicocorticoides, o que faz aumentar a ansiedade.
07. (Enem/2010) A vacina, o soro e os antibióticos submetem os organismos a processos biológicos diferentes. Pessoas que viajam para regiões em que ocorrem altas incidências de febre amarela, de picadas de cobras peçonhentas e de leptospirose e querem evitar ou tratar problemas de saúde relacionados a essas ocorrências devem seguir determinadas orientações. Ao procurar um posto de saúde, um viajante deveria ser orientado por um médico a tomar preventivamente ou como medida de tratamento
- antibiótico contra o vírus da febre amarela, soro antiofídico caso seja picado por uma cobra e vacina contra a leptospirose.
 - vacina contra o vírus da febre amarela, soro antiofídico caso seja picado por uma cobra e antibiótico caso entre em contato com a *Leptospira sp.*
 - soro contra o vírus da febre amarela, antibiótico caso seja picado por uma cobra e soro contra toxinas bacterianas.
 - antibiótico ou soro, tanto contra o vírus da febre amarela como para veneno de cobras, e vacina contra a leptospirose.
 - soro antiofídico e antibiótico contra a *Leptospira sp* e vacina contra a febre amarela caso entre em contato com o vírus causador da doença.

08. (Enem/2010) Para explicar a absorção de nutrientes, bem como a função das microvilosidades das membranas das células que revestem as paredes internas do intestino delgado, um estudante realizou o seguinte experimento: Colocou 200 ml de água em dois recipientes. No primeiro recipiente, mergulhou, por 5 segundos, um pedaço de papel liso, como na FIGURA 1; no segundo recipiente, fez o mesmo com um pedaço de papel com dobras simulando as microvilosidades, conforme FIGURA 2. Os dados obtidos foram: a quantidade de água absorvida pelo papel liso foi de 8 ml, enquanto pelo papel dobrado foi de 12 ml.

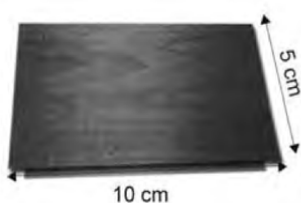


FIGURA 1

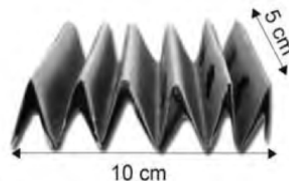


FIGURA 2

Com base nos dados obtidos, infere-se que a função das microvilosidades intestinais com relação à absorção de nutrientes pelas células das paredes internas do intestino é a de

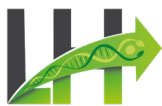
- manter o volume de absorção.
 - aumentar a superfície de absorção.
 - diminuir a velocidade de absorção.
 - aumentar o tempo da absorção.
 - manter a seletividade na absorção.
09. (Enem/2010) Diversos comportamentos e funções fisiológicas do nosso corpo são periódicos, sendo assim, são classificados como ritmo biológico. Quando o ritmo biológico responde a um período aproximado de 24 horas, ele é denominado ritmo circadiano. Esse ritmo diário é mantido pelas pistas ambientais de claro-escuro e determina comportamentos como o ciclo do sono-vigília e o da alimentação. Uma pessoa, em condições normais, acorda às 8 h e vai dormir às 21 h, mantendo seu ciclo de sono dentro do ritmo dia e noite. Imagine que essa mesma pessoa tenha sido mantida numa sala totalmente escura por mais de quinze dias. Ao sair de lá, ela dormia às 18 h e acordava às 3 h da manhã. Além disso, dormia mais vezes durante o dia, por curtos períodos de tempo, e havia perdido a noção da contagem dos dias, pois, quando saiu, achou que havia passado muito mais tempo no escuro.

Brandão, M. L. *Psicofisiologia*. São Paulo: Atheneu, 2000 (adaptado).

Em função das características observadas, conclui-se que a pessoa

- apresentou aumento do seu período de sono contínuo e passou a dormir durante o dia, pois seu ritmo biológico foi alterado apenas no período noturno.
 - apresentou pouca alteração do seu ritmo circadiano, sendo que sua noção de tempo foi alterada somente pela sua falta de atenção à passagem do tempo.
 - estava com seu ritmo já alterado antes de entrar na sala, o que significa que apenas progrediu para um estado mais avançado de perda do ritmo biológico no escuro.
 - teve seu ritmo biológico alterado devido à ausência de luz e de contato com o mundo externo, no qual a noção de tempo de um dia é modulada pela presença ou ausência do sol.
 - deveria não ter apresentado nenhuma mudança do seu período de sono porque, na realidade, continua com seu ritmo normal, independentemente do ambiente em que seja colocada.
10. (Enem/2010) Segundo Jeffrey M. Smith, pesquisador de um laboratório que faz análises de organismos geneticamente modificados, após a introdução de soja transgênica no Reino Unido, aumentaram em 50% os casos de alergias. “O gene que é colocado na soja cria uma proteína nova que até então não existia na alimentação humana, a qual poderia ser potencialmente alergênica”, explica o pesquisador.

Correio do Estado/MS. 19 abr. 2004 (adaptado).



Considerando-se as informações do texto, os grãos transgênicos que podem causar alergias aos indivíduos que irão consumi-los são aqueles que apresentam, em sua composição, proteínas

- que podem ser reconhecidas como antigênicas pelo sistema imunológico desses consumidores.
 - que não são reconhecidas pelos anticorpos produzidos pelo sistema imunológico desses consumidores.
 - com estrutura primária idêntica às já encontradas no sistema sanguíneo desses consumidores.
 - com sequência de aminoácidos idêntica às produzidas pelas células brancas do sistema sanguíneo desses consumidores.
 - com estrutura quaternária idêntica à dos anticorpos produzidos pelo sistema imunológico desses consumidores.
11. (Enem/2010) A perda de pelos foi uma adaptação às mudanças ambientais, que forçaram nossos ancestrais a deixar a vida sedentária e viajar enormes distâncias à procura de água e comida. Junto com o surgimento de membros mais alongados e com a substituição de glândulas apócrinas (produtoras de suor oleoso e de lenta evaporação) por glândulas écrinas (suor aquoso e de rápida evaporação), a menor quantidade de pelos teria favorecido a manutenção de uma temperatura corporal saudável nos trópicos castigados por calor sufocante, em que viveram nossos ancestrais.

Scientific American. Brasil, mar. 2010 (adaptado).

De que maneira o tamanho dos membros humanos poderia estar associado à regulação da temperatura corporal?

- Membros mais longos apresentam maior relação superfície/volume, facilitando a perda de maior quantidade de calor.
 - Membros mais curtos têm ossos mais espessos, que protegem vasos sanguíneos contra a perda de calor.
 - Membros mais curtos desenvolvem mais o pâncreas adiposo, sendo capazes de reter maior quantidade de calor.
 - Membros mais longos possuem pele mais fina e com menos pelos, facilitando a perda de maior quantidade de calor.
 - Membros mais longos têm maior massa muscular, capazes de produzir e dissipar maior quantidade de calor.
12. (Enem/2010) A cafeína atua no cérebro, bloqueando a ação natural de um componente químico associado ao sono, a adenosina. Para uma célula nervosa, a cafeína se parece com a adenosina e combina-se com seus receptores. No entanto, ela não diminui a atividade das células da mesma forma. Então, ao invés de diminuir a atividade

por causa do nível de adenosina, as células aumentam sua atividade, fazendo com que os vasos sanguíneos do cérebro se contraíam, uma vez que a cafeína bloqueia a capacidade da adenosina de dilatá-los. Com a cafeína bloqueando a adenosina, aumenta a excitação dos neurônios, induzindo a hipófise a liberar hormônios que ordenam às suprarrenais que produzam adrenalina, considerada o hormônio do alerta.

Disponível em: <http://ciencia.hsw.uol.com.br>.
Acesso em: 23 abr. 2010 (adaptado).

Infere-se do texto que o objetivo da adição de cafeína em alguns medicamentos contra a dor de cabeça é

- contrair os vasos sanguíneos do cérebro, diminuindo a compressão sobre as terminações nervosas.
 - aumentar a produção de adrenalina, proporcionando uma sensação de analgesia.
 - aumentar os níveis de adenosina, diminuindo a atividade das células nervosas do cérebro.
 - induzir a hipófise a liberar hormônios, estimulando a produção de adrenalina.
 - excitar os neurônios, aumentando a transmissão de impulsos nervosos.
13. (Enem/2011) Um paciente deu entrada em um pronto-socorro apresentando os seguintes sintomas: cansaço, dificuldade em respirar e sangramento nasal. O médico solicitou um hemograma ao paciente para definir um diagnóstico. Os resultados estão dispostos na tabela:

Constituinte	Número normal	Paciente
Glóbulos vermelhos	4,8 milhões/mm ³	4 milhões/mm ³
Glóbulos brancos	(5 000 – 10 000)/mm ³	9 000/mm ³
Plaquetas	(250 000 – 400 000)/mm ³	200 000/mm ³

TORTORA, G. J. *Corpo Humano: fundamentos de anatomia e fisiologia*.
Porto Alegre: Artmed, 2000 (adaptada)

Relacionando os sintomas apresentados pelo paciente com os resultados de seu hemograma, constata-se que

- o sangramento nasal é devido à baixa quantidade de plaquetas, que são responsáveis pela coagulação sanguínea.
- o cansaço ocorreu em função da quantidade de glóbulos brancos, que são responsáveis pela coagulação sanguínea.
- a dificuldade respiratória decorreu da baixa quantidade de glóbulos vermelhos, que são responsáveis pela defesa imunológica.
- o sangramento nasal é decorrente da baixa quantidade de glóbulos brancos, que são responsáveis pelo transporte de gases no sangue.
- a dificuldade respiratória ocorreu pela quantidade de plaquetas, que são responsáveis pelo transporte de oxigênio no sangue.

14. (Enem/2011) A produção de soro antiofídico é feita por meio da extração da peçonha de serpentes que, após tratamento, é introduzida em um cavalo. Em seguida são feitas sangrias para avaliar a concentração de anticorpos produzidos pelo cavalo. Quando essa concentração atinge o valor desejado, é realizada a sangria final para obtenção do soro. As hemácias são devolvidas ao animal, por meio de uma técnica denominada plasmaferese, a fim de reduzir os efeitos colaterais provocados pela sangria.

Disponível em: <http://www.infobibos.com>.
Acesso em: 28 abr. 2010 (adaptado).

A plasmaferese é importante, pois, se o animal ficar com uma baixa quantidade de hemácias, poderá apresentar

- febre alta e constante.
 - redução de imunidade.
 - aumento da pressão arterial.
 - quadro de leucemia profunda.
 - problemas no transporte de oxigênio.
15. (Enem/2011) O vírus do papiloma humano (HPV, na sigla em inglês) causa o aparecimento de verrugas e infecção persistente, sendo o principal fator ambiental do câncer de colo de útero nas mulheres. O vírus pode entrar pela pele ou por mucosas do corpo, o qual desenvolve anticorpos contra a ameaça, embora em alguns casos a defesa natural do organismo não seja suficiente. Foi desenvolvida uma vacina contra o HPV, que reduz em até 90% as verrugas e 85,6% dos casos de infecção persistente em comparação com pessoas não vacinadas.

Disponível em: <http://g1.globo.com>. Acesso em: 12 jun. 2011.

O benefício da utilização dessa vacina é que pessoas vacinadas, em comparação com as não vacinadas, apresentam diferentes respostas ao vírus HPV em decorrência da

- alta concentração de macrófagos.
 - elevada taxa de anticorpos específicos anti-HPV circulantes.
 - aumento na produção de hemácias após a infecção por vírus HPV.
 - rapidez na produção de altas concentrações de linfócitos matadores.
 - presença de células de memória que atuam na resposta secundária.
16. (Enem/2011) Os sintomas mais sérios da Gripe A, causada pelo vírus H1N1, foram apresentados por pessoas mais idosas e por gestantes. O motivo aparente é a menor imunidade desses grupos contra o vírus. Para aumentar a imunidade populacional relativa ao vírus da gripe A, o governo brasileiro distribuiu vacinas para os grupos mais suscetíveis.

A vacina contra o H1N1, assim como qualquer outra vacina contra agentes causadores de doenças infectocontagiosas aumenta a imunidade das pessoas porque

- possui anticorpos contra o agente causador da doença.
- possui proteínas que eliminam o agente causador da doença.

- estimula a produção de glóbulos vermelhos pela medula óssea.
- possui linfócitos B e T que neutralizam o agente causador da doença.
- estimula a produção de anticorpos contra o agente causador da doença.

17. (Enem/2011) Do ponto de vista fisiológico, anticorpos são moléculas proteicas produzidas e secretadas por células do sistema imune de mamíferos, conhecidas como linfócitos B. Reconhecem e atacam alvos moleculares específicos, os antígenos, presentes em agentes invasores, como, por exemplo, vírus, bactérias, fungos e células tumorais. Atualmente, algumas empresas brasileiras de biotecnologia vêm desenvolvendo anticorpos em laboratório. Um dos primeiros produtos é utilizado para detecção precoce da ferrugem asiática da soja, doença causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, capaz de dizimar plantações. Há ainda a produção de kits para fins de pesquisa e diagnóstico de antígenos específicos de interesse para a saúde pública, como hepatite A, B e C, leptospirose e febre amarela.

VASCONCELOS, Y. In: Anticorpos de valor. Pesquisa Fapesp. N° 170, abr. 2010 (adaptado).

O desenvolvimento de anticorpos específicos por empresas de biotecnologia será benéfico para a saúde pública, porque proporcionará

- a vacinação em massa da população.
 - a cura de doenças por meio da terapia gênica.
 - a fabricação de um medicamento que seja mutagênico para os vírus.
 - o tratamento de doenças nos estágios iniciais de seu desenvolvimento.
 - o desenvolvimento de um único fármaco que combata diversos parasitas.
18. (Enem/2012)



A condição física apresentada pela personagem da tirinha é um fator de risco que pode desencadear doenças como

- anemia.
- beribéri.
- diabetes.
- escorbuto.
- fenilcetonúria.

19. (Enem/2012) Os tecidos animais descritos no quadro são formados por um conjunto de células especializadas, e a organização estrutural de cada um reflete suas respectivas funções.

Tecido	Organização estrutural
Ósseo	Células encerradas em uma matriz extracelular rica principalmente em fibras colágenas e fosfato de cálcio.
Conjuntivo denso	Grande quantidade de fibras colágenas.
Conjuntivo frouxo	Fibras proteicas frouxamente entrelaçadas.
Epitelial de revestimento	Células intimamente unidas entre si, podendo formar uma ou mais camadas celulares.
Muscular estriado esquelético	Longas fibras musculares ricas em proteínas filamentosas.

De acordo com a organização estrutural dos tecidos descrita, aquele que possui a capacidade de formar barreiras contra agentes invasores e evitar a perda de líquidos corporais é o tecido

- a) ósseo.
- b) conjuntivo denso.
- c) conjuntivo frouxo.
- d) epitelial de revestimento.
- e) muscular estriado esquelético.

20. (Enem/2012) A vesícula biliar é um órgão muscular onde a bile é armazenada. Os cálculos biliares que algumas vezes se formam neste órgão devem ser removidos cirurgicamente, dependendo da avaliação da gravidade das complicações decorrentes da presença desses cálculos no indivíduo. Entretanto, apesar de algum prejuízo causado pela remoção da vesícula biliar, o indivíduo pode ter uma vida relativamente normal.

A remoção cirúrgica desse órgão retardará a

- a) síntese de glicogênio.
- b) produção de bile.
- c) secreção de suco gástrico.
- d) produção de enzimas digestivas.
- e) digestão das gorduras.

21. (Enem/2013) As serpentes que habitam regiões de seca podem ficar em jejum por um longo período de tempo devido à escassez de alimento. Assim, a sobrevivência desses predadores está relacionada ao aproveitamento máximo dos nutrientes obtidos com a presa capturada. De acordo com essa situação, essas serpentes apresentam alterações morfológicas e fisiológicas, como a aumento das vilosidades intestinais e a intensificação da irrigação sanguínea na porção interna dessas estruturas.

A função do aumento das vilosidades intestinais para essas serpentes é maximizar o(a)

- a) comprimento do trato gastrointestinal para caber mais alimento.
- b) área de contato com o conteúdo intestinal para absorção dos nutrientes.

- c) liberação de calor via irrigação sanguínea para controle térmico do sistema digestório.
- d) secreção de enzimas digestivas para aumentar a degradação proteica no estômago.
- e) processo de digestão para diminuir o tempo de permanência do alimento no intestino.

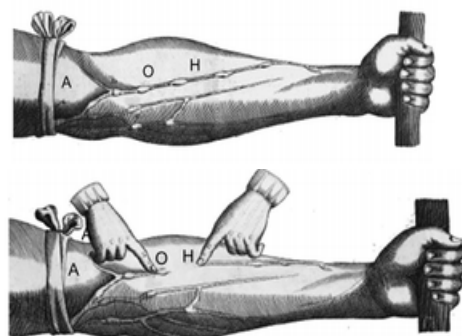
22. (Enem/2013) Milhares de pessoas estavam morrendo de varíola humana no final do século XVIII. Em 1796, o médico Edward Jenner (1749-1823) inoculou em um menino de 8 anos o pus extraído de feridas de vacas contaminadas com o vírus de varíola bovina, que causa uma doença branda em humanos. O garoto contraiu uma infecção benigna e, dez dias depois, estava recuperado. Meses depois, Jenner inoculou, no mesmo menino, o pus varioloso humano, que causava muitas mortes. O menino não adoeceu.

Disponível em: www.bbc.co.uk. Acesso em: 5 dez. 2012 (adaptado).

Considerando o resultado do experimento, qual a contribuição desse médico para a saúde humana?

- a) A prevenção de diversas doenças infectocontagiosas em todo o mundo.
- b) A compreensão de que vírus podem se multiplicar em matéria orgânica.
- c) O tratamento para muitas enfermidades que acometem milhões de pessoas.
- d) O estabelecimento da ética na utilização de crianças em modelos experimentais.
- e) A explicação de que alguns vírus de animais podem se transmitidos para os humanos.

23. (Enem/2013) A imagem representa uma ilustração retirada do livro *De Motu Cordis*, de autoria do médico inglês Willian Harvey, que fez importantes contribuições para o entendimento do processo de circulação do sangue no corpo humano. No experimento ilustrado, Harvey, após aplicar um torniquete (A) no braço de um voluntário e esperar alguns vasos incharem, pressionava-os em um ponto (H). Mantendo o ponto pressionado, deslocava o conteúdo de sangue em direção ao cotovelo, percebendo que um trecho do vaso sanguíneo permanecia vazio após esse processo (H – O).



Disponível em: www.answer.com. Acesso em: 18 dez. 2012 (adaptado).

A demonstração de Harvey permite estabelecer a relação entre circulação sanguínea e

- a) pressão arterial.
- b) válvulas venosas.
- c) circulação linfática.
- d) contração cardíaca.
- e) transporte de gases.

24. (Enem/2013) A contaminação pelo vírus da rubéola é especialmente preocupante em grávidas, devido à síndrome da rubéola congênita (SRC), que pode levar ao risco de aborto e malformações congênitas. Devido a campanhas de vacinação específicas, nas últimas décadas houve uma grande diminuição de casos de rubéola entre as mulheres, e, a partir de 2008, as campanhas se intensificaram e têm dado maior enfoque à vacinação de homens jovens.

BRASIL. Brasil livre de rubéola: campanha nacional de vacinação para eliminação da rubéola. Brasília: Ministério da Saúde, 2009 (adaptado).

Considerando a preocupação com a ocorrência da SRC, as campanhas passaram a dar enfoque à vacinação dos homens, porque eles

- ficam mais expostos a esses vírus.
- transmitem o vírus a mulheres gestantes.
- passam a infecção diretamente para o feto.
- transferem imunidade às parceiras grávidas.
- são mais suscetíveis a esse vírus que as mulheres.

25. (Enem/2013) O sistema somatossensorial nos informa o que ocorre tanto na superfície do corpo como em seu interior, e processa muitas classes de diferentes estímulos, como pressão, temperatura, toque, posição. Em uma experiência, após vendar os olhos do indivíduo, foram feitos toques com as duas pontas de um compasso em diversas partes do corpo e em diferentes distâncias, visando à identificação das regiões e distâncias onde eram sentidos um ou dois toques. Os locais do corpo, a quantidade de toques que foram sentidos e a distância entre as duas pontas do compasso estão apresentados na tabela:

Distância (cm)	6	5	3,5	2,5	1	0,5	<0,5
Locais	Número de toques						
Costas	2	2	1	1	1	1	1
Panturrilha	2	1	1	1	1	1	1
Antebraço	2	2	1	1	1	1	1
Polegar	2	2	2	2	2	2	2
Indicador	2	2	2	2	2	2	2

DINIZ, C. W. P. *Desvendando o corpo dos animais*. Belém: UFPA, 2004.

As diferenças observadas entre as várias regiões do corpo refletem que a densidade dos receptores

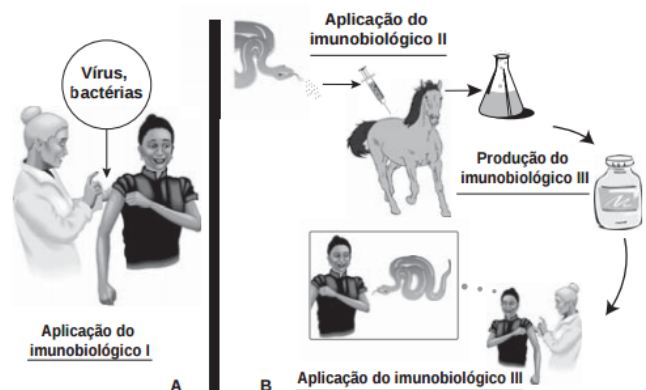
- não é a mesma em todos os pontos, existindo regiões com maior capacidade de discriminação e sensibilidade, como o indicador e o polegar.
- apresenta pequena diferenciação entre os diversos pontos, existindo regiões com menor capacidade de discriminação e sensibilidade, como o indicador e a panturrilha.
- apresenta pequena diferenciação entre os diversos pontos, diferenciando-se em regiões com maior capacidade de discriminação e sensibilidade, como as costas e o antebraço.
- não é a mesma em todos os pontos, existindo regiões com maior capacidade de discriminação e sensibilidade, como a panturrilha e as costas.
- se equivale, existindo pontos que manifestam uma maior sensibilidade e discriminação, como as costas e o antebraço.

26. (Enem/2014) Um pesquisador percebe que o rótulo de um dos vidros em que guarda um concentrado de enzimas digestivas está ilegível. Ele não sabe qual enzima o vidro contém, mas desconfia de que seja uma protease gástrica, que age no estômago digerindo proteínas. Sabendo que a digestão no estômago é ácida e no intestino é básica, ele monta cinco tubos de ensaio com alimentos diferentes, adiciona o concentrado de enzimas em soluções com pH determinado e aguarda para ver se a enzima age em algum deles.

O tubo de ensaio em que a enzima deve agir para indicar que a hipótese do pesquisador está correta é aquele que contém

- cubo de batata em solução com pH = 9.
- pedaço de carne em solução com pH = 5.
- clara de ovo cozida em solução com pH = 9.
- porção de macarrão em solução com pH = 5.
- bolinha de manteiga em solução com pH = 9.

27. (Enem/2014)



Embora sejam produzidos e utilizados em situações distintas, os imunobiológicos I e II atuam de forma semelhante nos humanos e equinos, pois

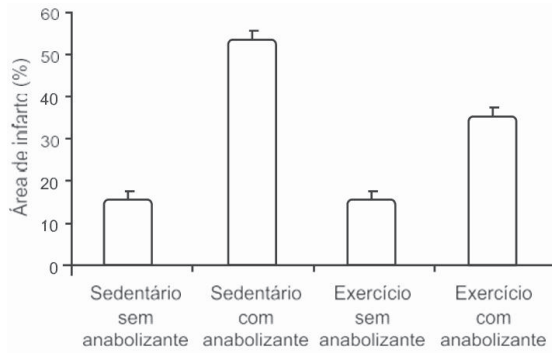
- conferem imunidade passiva.
- transferem células de defesa.
- suprimem a resposta imunológica.
- estimulam a produção de anticorpos.
- desencadeiam a produção de antígenos.

28. (Enem/2014) Os efeitos do exercício físico na redução de doenças cardiovasculares são bem conhecidos, aumentando, por exemplo, a tolerância a infartos em comparação com indivíduos sedentários. Visando ganho de força, de massa muscular e perda de gordura, verifica-se o uso de anabolizantes por alguns esportistas. Em uma pesquisa com ratos, confirmou-se a melhora da condição cardíaca em resposta ao exercício, mas verificou-se que os efeitos benéficos do exercício físico são prejudicados pelo uso de anabolizantes, como o decanoato de nandrolona, aumentando a área cardíaca afetada pelo infarto.

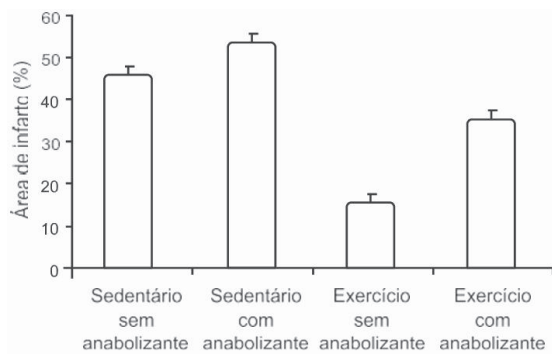
CHAVES, E. A. et al. Cardioproteção induzida pelo exercício é prejudicada pelo tratamento com anabolizante decanoato de nandrolona. *Brazilian Journal of Biomotricity*, v. 1, n. 3, 2007 (adaptado).

Qual gráfico representa os resultados desse estudo?

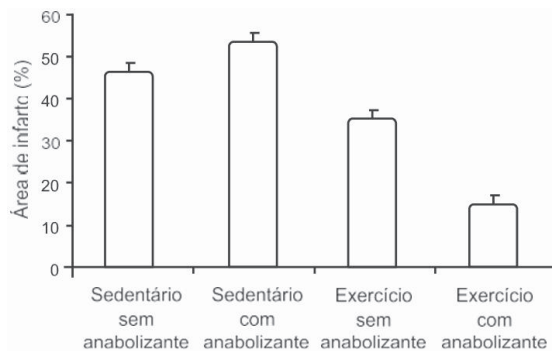
a)



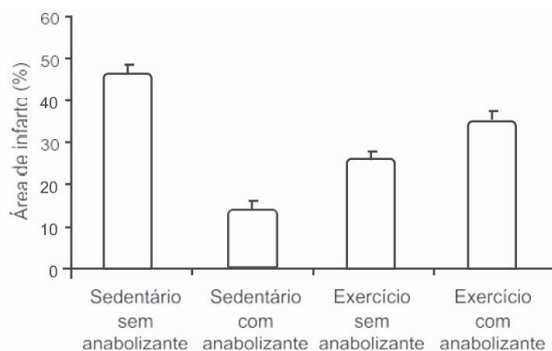
b)



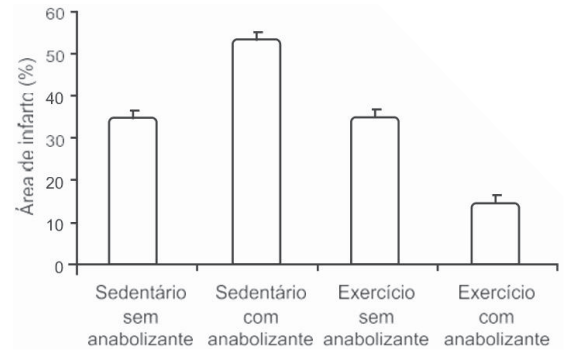
c)



d)



e)



29. (Enem/2014) A radioterapia é um método capaz de destruir células tumorais, empregando feixe de radiações ionizantes. Uma dose pré-calculada de radiação é aplicada, buscando destruir as células tumorais, com o menor dano possível às células normais circunvizinhas. A resposta dos tecidos às radiações depende de diversos fatores, entre eles a oxigenação. Em termos práticos isto quer dizer que, para um mesmo efeito em condições de hipóxia (baixa oxigenação) é necessária uma dose de irradiação 2,5 a 3,5 vezes superior à que seria indicada em condições de oxigenação normais, o que seria letal.

Disponível em: www.inca.gov.br. Acesso em: 6 ago 2012.

Considerando essas informações, pode-se deduzir que a aplicação desse procedimento está contraindicada na situação de

- a) anemia.
- b) basofilia.
- c) eosinofilia.
- d) linfocitose.
- e) leucopenia.

30. (Enem/2015) Entre os anos de 1028 e 1038, Alhazen (ibn al-Haytham 965-1040 d.C.) escreveu sua principal obra, o *Livro da Óptica*, que, com base em experimentos, explicava o funcionamento da câmara escura. O livro foi traduzido e incorporado aos conhecimentos científicos ocidentais pelos europeus. Na figura, retirada dessa obra, é representada a imagem invertida de edificações em um tecido utilizado como anteparo.



ZEWAIL, A. H. Micrographia of the twenty-first century: from camera obscura to 4D microscopy. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, v. 368, 2010 (adaptada)

Se fizermos uma analogia entre a ilustração e o olho humano, o tecido corresponde ao(à)

- a) íris.
- b) retina.
- c) pupila.
- d) córnea.
- e) cristalino.

31. (Enem/2015) A definição de queimadura é bem ampla, porém, basicamente, é a lesão causada pela ação direta ou indireta produzida pela transferência de calor para o corpo. A sua manifestação varia desde bolhas (flictenas) até formas mais graves, capazes de desencadear respostas sistêmicas proporcionais à gravidade da lesão e sua respectiva extensão. Muitas vezes, os primeiros socorros prestados à vítima, ao invés de ajudar, acabam agravando ainda mais a situação do paciente.

Disponível em: www.bombeiros.bm.rs.gov.br. Acesso em: 28 fev. 2012 (adaptado)

Ao se deparar com um indivíduo que sofreu queimadura com formação de flictena, o procedimento de primeiros socorros que deve ser realizado antes de encaminhar o paciente ao hospital é

- colocar gelo sobre a flictena para amenizar o ardor.
- utilizar manteiga para evitar o rompimento da flictena.
- passar creme dental para diminuir a ardência da flictena.
- perfurar a flictena para que a água acumulada seja liberada.
- cobrir a flictena com gazes molhados para evitar a desidratação.

32. (Enem/2015) Tanto a febre amarela quanto a dengue são doenças causadas por vírus do grupo dos arbovírus, pertencentes ao gênero *Flavivirus*, existindo quatro sorotipos para o vírus causador da dengue. A transmissão de ambas acontece por meio da picada de mosquitos, como o *Aedes aegypti*. Entretanto, embora compartilhem essas características, hoje somente existe vacina, no Brasil, para a febre amarela e nenhuma vacina efetiva para a dengue.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Fundação Nacional de Saúde. Dengue. Instruções para pessoal de combate ao vetor. *Manual de Normas Técnicas*. Disponível em <http://portal.saude.gov.br> Acesso em 7 ago 2012 (adaptado)

Esse fato pode ser atribuído à

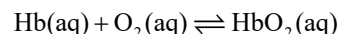
- maior taxa de mutação do vírus da febre amarela do que do vírus da dengue.
- alta variabilidade antigênica do vírus da dengue em relação ao vírus da febre amarela.
- menor adaptação do vírus da dengue à população humana do que do vírus da febre amarela.
- presença de dois tipos de ácidos nucleicos no vírus da dengue e somente um tipo no vírus da febre amarela.
- baixa capacidade de indução da resposta imunológica pelo vírus da dengue em relação ao da febre amarela.

33. (Enem/2005) Durante uma expedição, um grupo de estudantes perdeu-se de seu guia. Ao longo do dia em que esse grupo estava perdido, sem água e debaixo de sol, os estudantes passaram a sentir cada vez mais sede. Consequentemente, o sistema excretor desses indivíduos teve um acréscimo em um dos seus processos funcionais.

Nessa situação o sistema excretor dos estudantes

- aumentou a filtração glomerular.
- produziu maior volume de urina.
- produziu urina com menos ureia.
- produziu urina com maior concentração de sais.
- reduziu a reabsorção de glicose e aminoácidos.

34. (Enem/2015) Hipoxia ou mal das alturas consiste na diminuição de oxigênio (O_2) no sangue arterial do organismo. Por essa razão, muitos atletas apresentam mal-estar (dores de cabeça, tontura, falta de ar etc.) ao praticarem atividade física em altitudes elevadas. Nessas condições, ocorrerá uma diminuição na concentração de hemoglobina oxigenada (HbO_2) em equilíbrio no sangue, conforme a relação:



Mal da montanha. Disponível em: www.feng.pucrs.br. Acesso em: 11 fev. 2015 (adaptado).

A alteração da concentração de hemoglobina oxigenada no sangue ocorre por causa do(a)

- elevação da pressão arterial.
 - aumento da temperatura corporal.
 - redução da temperatura do ambiente.
 - queda da pressão parcial de oxigênio.
 - diminuição da quantidade de hemácias
35. (Enem/2015) A toxina botulínica (produzida pelo bacilo *Clostridium botulinum*) pode ser encontrada em alimentos malconservados, causando até a morte de consumidores. No entanto, essa toxina modificada em laboratório está sendo usada cada vez mais para melhorar a qualidade de vida das pessoas com problemas físicos e/ou estéticos, atenuando problemas como o blefaroespasm, que provoca contrações involuntárias das pálpebras.

BACHUR, T. P. R. *et al.* Toxina botulínica: de veneno a tratamento. *Revista Eletrônica Pesquisa Médica*, n. 1, jan.-mar. 2009 (adaptado).

O alívio dos sintomas do blefaroespasm é consequência da ação da toxina modificada sobre o tecido

- glandular, uma vez que ela impede a produção de secreção de substâncias na pele.
- muscular, uma vez que ela provoca a paralisia das fibras que formam esse tecido.
- epitelial, uma vez que ela leva ao aumento da camada de queratina que protege a pele.
- conjuntivo, uma vez que ela aumenta a quantidade de substância intercelular no tecido.
- adiposo, uma vez que ela reduz a espessura da camada de células de gordura do tecido.

36. (Enem/2015) Uma enzima foi retirada de um dos órgãos do sistema digestório de um cachorro e, após ser purificada, foi diluída em solução fisiológica e distribuída em três tubos de ensaio com os seguintes conteúdos:

Tubo 1: carne

Tubo 2: macarrão

Tubo 3: banha

Em todos os tubos foi adicionado ácido clorídrico (HCl), e o pH da solução baixou para um valor próximo a 2. Além disso, os tubos foram mantidos por duas horas a uma temperatura de $37^\circ C$. A digestão do alimento ocorreu somente no tubo 1.

De qual órgão do cachorro a enzima foi retirada?

- Fígado.
- Pâncreas.
- Estômago.
- Vesícula biliar.
- Intestino delgado.

37. (Enem/2015) De acordo com estatísticas do Ministério da Saúde, cerca de 5% das pessoas com dengue hemorrágica morrem. A dengue hemorrágica tem como base fisiopatológica uma resposta imune anômala, causando aumento da permeabilidade de vasos sanguíneos, queda da pressão arterial e manifestações hemorrágicas, podendo ocorrer manchas vermelhas na pele e sangramento pelo nariz, boca e gengivas. O hemograma do paciente pode apresentar como resultado leucopenia (diminuição do número de glóbulos brancos), linfocitose (aumento do número de linfócitos), aumento do hematócrito e trombocitopenia (contagem de plaquetas abaixo de $100\ 000/\text{mm}^3$).

Disponível em: www.ciencianews.com.br.
Acesso em: 28 fev. 2012 (adaptada).

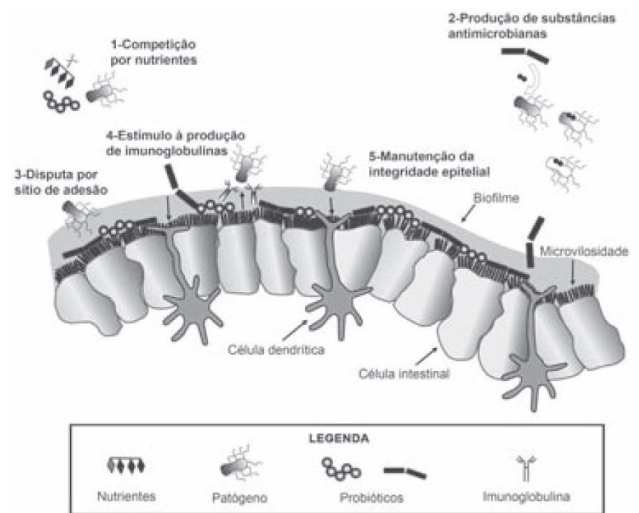
Relacionando os sintomas apresentados pelo paciente com dengue hemorrágica e os possíveis achados do hemograma, constata-se que

- as manifestações febris ocorrem em função da diminuição dos glóbulos brancos, uma vez que estes controlam a temperatura do corpo.
- a queda na pressão arterial é ocasionada pelo aumento do número de linfócitos, que têm como função principal a produção de anticorpos.
- o sangramento pelo nariz, pela boca e gengiva é ocasionado pela quantidade reduzida de plaquetas, que são responsáveis pelo transporte de oxigênio.
- as manifestações hemorrágicas estão associadas à trombocitopenia, uma vez que as plaquetas estão envolvidas na cascata de coagulação sanguínea.
- os sangramentos observados ocorrem em função da linfocitose, uma vez que os linfócitos são responsáveis pela manutenção da integridade dos vasos sanguíneos.

38. (Enem/2015) Durante a aula, um professor apresentou uma pesquisa nacional que mostrava que o consumo de sódio pelos adolescentes brasileiros é superior ao determinado pela Organização Mundial da Saúde. O professor, então, destacou que esse hábito deve ser evitado.

A doença associada a esse hábito é a

- obesidade.
 - osteoporose.
 - diabetes tipo II.
 - hipertensão arterial.
 - hipercolesterolemia.
39. (Enem/2016) Vários métodos são empregados para prevenção de infecções por microrganismos. Dois desses métodos utilizam microrganismos vivos e são eles: as vacinas atenuadas, constituídas por patógenos avirulentos, e os probióticos que contêm bactérias benéficas. Na figura são apresentados cinco diferentes mecanismos de exclusão de patógenos pela ação dos probióticos no intestino de um animal.



Qual mecanismo de ação desses probióticos promove um efeito similar ao da vacina?

- 5
 - 4
 - 3
 - 2
 - 1
40. (Enem/2016) Portadores de diabetes insipidus reclamam da confusão feita pelos profissionais da saúde quanto aos dois tipos de diabetes: *mellitus* e *insipidus*. Enquanto o primeiro tipo está associado aos níveis ou à ação da insulina, o segundo não está ligado à deficiência desse hormônio. O diabetes *insipidus* é caracterizado por um distúrbio na produção ou no funcionamento do hormônio antidiurético (na sigla em inglês, ADH), secretado pela neuro-hipófise para controlar a reabsorção de água pelos túbulos renais.

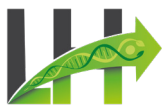
Tendo em vista o papel funcional do ADH, qual é um sintoma clássico de um paciente acometido por diabetes *insipidus*?

- Alta taxa de glicose no sangue.
 - Aumento da pressão arterial.
 - Ganho de massa corporal.
 - Anemia crônica.
 - Desidratação.
41. (Enem/2016) Nem sempre é seguro colocar vírus inteiros numa vacina. Alguns são tão perigosos que os cientistas preferem usar só um de seus genes - aquele que fabrica o antígeno, proteína que é reconhecida pelas células de defesa. Uma dessas vacinas de alta tecnologia é a anti-hepatite B. Um gene do vírus é emendado ao DNA de um fungo inofensivo, que passa, então, a produzir uma substância que é injetada no corpo humano.

Vírus: guerra silenciosa. *Superinteressante*, n. 143, ago. 1999 (adaptado).

A função dessa substância, produzida pelo fungo, no organismo humano é

- neutralizar proteínas virais.
- interromper a ação das toxinas.
- ligar-se ao patógeno já instalado.
- reconhecer substâncias estranhas.
- desencadear a produção de anticorpos.



42. (Enem/2017) Pesquisadores criaram um tipo de plaqueta artificial, feita com um polímero gelatinoso coberto de anticorpos, que promete agilizar o processo de coagulação quando injetada no corpo. Se houver sangramento, esses anticorpos fazem com que a plaqueta mude sua forma e se transforme em uma espécie de rede que gruda nas lesões dos vasos sanguíneos e da pele.

MOUTINHO, S. *Coagulação acelerada*. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br>>. Acesso em: 19 fev. 2013 (adaptado).

Qual a doença cujos pacientes teriam melhora de seu estado de saúde com o uso desse material?

- a) Filariose.
- b) Hemofilia.
- c) Aterosclerose.
- d) Doença de Chagas.
- e) Síndrome da imunodeficiência adquirida.

43. (Enem/2017) A terapia celular tem sido amplamente divulgada como revolucionária, por permitir a regeneração de tecidos a partir de células novas. Entretanto, a técnica de se introduzirem novas células em um tecido, para o tratamento de enfermidades em indivíduos, já era aplicada rotineiramente em hospitais.

A que técnica refere-se o texto?

- a) Vacina.
- b) Biópsia.
- c) Hemodiálise.
- d) Quimioterapia.
- e) Transfusão de sangue.

44. (Enem/2017) A retina é um tecido sensível à luz, localizado na parte posterior do olho, onde ocorre o processo de formação de imagem. Nesse tecido, encontram-se vários tipos celulares específicos. Um desses tipos celulares são os cones, os quais convertem os diferentes comprimentos de onda da luz visível em sinais elétricos, que são transmitidos pelo nervo óptico até o cérebro.

Disponível em: <www.portaldaretina.com.br>. Acesso em: 13 jun. 2012 (adaptado).

Em relação à visão, a degeneração desse tipo celular irá

- a) comprometer a capacidade de visão em cores.
- b) impedir a projeção dos raios luminosos na retina.
- c) provocar a formação de imagens invertidas na retina.
- d) causar dificuldade de visualização de objetos próximos.
- e) acarretar a perda da capacidade de alterar o diâmetro da pupila.

45. (Enem/2017) Os distúrbios por deficiência de iodo (DDI) são fenômenos naturais e permanentes amplamente distribuídos em várias regiões do mundo. Populações que vivem em áreas deficientes em iodo têm o risco de apresentar os distúrbios causados por essa deficiência, cujos impactos sobre os níveis de desenvolvimento humano, social e econômico são muito graves. No Brasil, vigora uma lei que obriga os produtores de sal de cozinha a incluírem em seu produto certa quantidade de iodeto de potássio.

Essa inclusão visa prevenir problemas em qual glândula humana?

- a) Hipófise.
- b) Tireoide.
- c) Pâncreas.
- d) Suprarrenal.
- e) Paratireoide.

46. (Enem/2018) Para serem absorvidos pelas células do intestino humano, os lipídios ingeridos precisam ser primeiramente emulsificados. Nessa etapa da digestão, torna-se necessária a ação dos ácidos biliares, visto que os lipídios apresentam uma natureza apolar e são insolúveis em água.

Esses ácidos atuam no processo de modo a

- a) hidrolisar os lipídios.
- b) agir como detergentes.
- c) tornar os lipídios anfílicos.
- d) promover a secreção de lipases.
- e) estimular o trânsito intestinal dos lipídios.

47. (Enem/2018) Anabolismo e catabolismo são processos celulares antagônicos, que são controlados principalmente pela ação hormonal. Por exemplo, no fígado a insulina atua como um hormônio com ação anabólica, enquanto o glucagon tem ação catabólica e ambos são secretados em resposta ao nível de glicose sanguínea.

Em caso de um indivíduo com hipoglicemia, o hormônio citado que atua no catabolismo induzirá o organismo a

- a) realizar a fermentação láctica.
- b) metabolizar aerobicamente a glicose.
- c) produzir aminoácidos a partir de ácidos graxos.
- d) transformar ácidos graxos em glicogênio.
- e) estimular a utilização do glicogênio.

48. (Enem/2018) O sucesso adaptativo dos répteis relaciona-se, dentre outros fatores, ao surgimento de um revestimento epidérmico de queratina para economia de água metabólica. Essa característica seria prejudicial aos anfíbios, pois acarretaria problemas

- a) circulatórios, em razão da limitação na força contrátil do coração tricavitário.
- b) excretórios, em razão da incapacidade renal de processar níveis elevados de urina.
- c) digestivos, em razão da limitação do intestino em absorver alimentos muito diluídos.
- d) locomotores, em razão de incapacidade óssea de sustentar um animal mais pesado.
- e) respiratórios, em razão da pequena capacidade dos pulmões de realizar trocas gasosas.

49. (Enem/2018) O princípio básico de produção de imagens em equipamentos de ultrassonografia é a produção de ecos. O princípio pulso-eco refere-se à emissão de um pulso curto de ultrassom que atravessa os tecidos do corpo. No processo de interação entre o som e órgãos ou tecidos, uma das grandezas relevantes é a impedância acústica, relacionada à resistência do meio à passagem do som, definida pelo produto da densidade (ρ) do material pela velocidade (v) do som nesse meio. Quanto maior a diferença de impedância acústica entre duas estruturas, maior será a intensidade de reflexão do pulso e mais facilmente será possível diferenciá-las. A tabela mostra os diferentes valores de densidade e velocidade para alguns órgãos ou tecidos.

Estruturas	$\rho \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$	$v \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$
Cérebro	1 020	1 530
Músculo	1 040	1 580
Gordura	920	1 450
Ossos	1 900	4 040

CAVALCANTE, M. A.; PEÇANHA, R.; LEITE, V. F. Princípios básicos de imagens ultrassônicas e a determinação da velocidade do som no ar através do eco. Física na Escola, n. 1, 2012 (adaptado).

Em uma imagem de ultrassom, as estruturas mais facilmente diferenciáveis são

- osso e gordura.
- cérebro e osso.
- gordura e cérebro.
- músculo e cérebro.
- gordura e músculo.

50. (Enem/2019) A esquistossomose (barriga-d'água) caracteriza-se pela inflamação do fígado e do baço causada pelo verme *Schistosoma mansoni* (esquistossomo). O contágio ocorre depois que larvas do verme são liberadas na água pelo caramujo do gênero *Biomphalaria*, seu hospedeiro intermediário, e penetram na pele humana. Após o diagnóstico, o tratamento tradicional utiliza medicamentos por via oral para matar o parasita dentro do corpo. Uma nova estratégia terapêutica baseia-se na utilização de uma vacina, feita a partir de uma proteína extraída do verme, que induz o organismo humano a produzir anticorpos para combater e prevenir a doença.

Instituto Oswaldo Cruz/Fundação Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz). Fiocruz anuncia nova fase de vacina para esquistossomose. Disponível em: <http://agencia.fiocruz.br>. Acesso em: 3 maio 2019 (adaptado).

Uma vantagem da vacina em relação ao tratamento tradicional é que ela poderá

- impedir a penetração do parasita pela pele.
- eliminar o caramujo para que não haja contágio.
- impedir o acesso do esquistossomo especificamente para o fígado.
- eliminar o esquistossomo antes que ocorra contato com o organismo.
- eliminar o esquistossomo dentro do organismo antes da manifestação de sintomas.

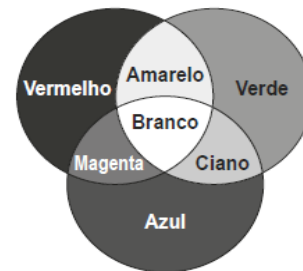
51. (Enem/2019) A poluição radioativa compreende mais de 200 núclídeos, sendo que, do ponto de vista de impacto ambiental, destacam-se o célio-137 e o estrôncio-90. A maior contribuição de radionuclídeos antropogênicos no meio marinho ocorreu durante as décadas de 1950 e 1960, como resultado dos testes nucleares realizados na atmosfera. O estrôncio-90 pode se acumular nos organismos vivos e em cadeias alimentares e, em razão de sua semelhança química, pode participar no equilíbrio com carbonato e substituir o cálcio em diversos processos biológicos.

FIGUEIRA, R. C. L.; CUNHA, I. I. L. A contaminação dos oceanos por radionuclídeos antropogênicos. Química Nova, n. 21, 1998 (adaptado).

Ao entrar numa cadeia alimentar da qual o homem faz parte, em qual tecido do organismo humano o estrôncio-90 será acumulado predominantemente?

- Cartilaginoso.
- Sanguíneo.
- Muscular.
- Nervoso.
- Ósseo.

52. (Enem/2019) Os olhos humanos normalmente têm três tipos de cones responsáveis pela percepção das cores: um tipo para tons vermelhos, um para tons azuis e outro para tons verdes. As diversas cores que enxergamos são o resultado da percepção das cores básicas, como indica a figura.



A protanopia é um tipo de daltonismo em que há diminuição ou ausência de receptores da cor vermelha. Considere um teste com dois voluntários: uma pessoa com visão normal e outra com caso severo de protanopia. Nesse teste, eles devem escrever a cor dos cartões que lhes são mostrados. São utilizadas as cores indicadas na figura.

Para qual cartão os dois voluntários identificarão a mesma cor?

- Vermelho.
- Magenta.
- Amarelo.
- Branco.
- Azul.

53. (Enem/2019) A eritropoetina (EPO) é um hormônio endógeno secretado pelos rins que influencia a maturação dos eritrócitos. Suas formas recombinantes, sintetizadas em laboratório, têm sido usadas por alguns atletas em esportes de resistência na busca por melhores resultados. No entanto, a administração da EPO recombinante no esporte foi proibida pelo Comitê Olímpico Internacional e seu uso considerado doping.

MARTELLI, A. Eritropoetina: síntese e liberação fisiológica e o uso de sua forma recombinante no esporte. *Perspectivas Online: biológicas & saúde*, v. 10, n. 3, 2013 (adaptado).

Uma influência que esse doping poderá exercer na melhoria da capacidade física desses atletas está relacionada ao transporte de

- lipídios, para aumento do gasto calórico.
- ATP, para aumento da síntese hormonal.
- oxigênio, para aumento da produção de ATP.
- proteínas, para aumento da massa muscular.
- vitamina C, para aumento da integridade dos vasos sanguíneos.

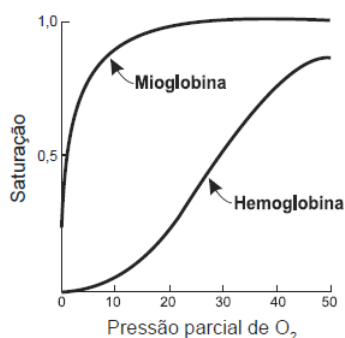
54. (Enem/2019) O “The Kidney Project” é um projeto realizado por cientistas que pretendem desenvolver um rim biônico que executará a maioria das funções biológicas do órgão. O rim biônico possuirá duas partes que incorporam recentes avanços de nanotecnologia, filtração de membrana e biologia celular. Esse projeto significará uma grande melhoria na qualidade de vida para aquelas pessoas que dependem da hemodiálise para sobrevivência.

Disponível em: <https://pharm.ucsf.edu>. Acesso em: 26 abr. 2019 (adaptado).

O dispositivo criado promoverá diretamente a

- remoção de ureia.
- excreção de lipídios.
- síntese de vasopressina.
- transformação de amônia.
- fabricação de aldosterona.

55. (Enem/2019) A figura mostra a curva de saturação da hemoglobina e da mioglobina em função da pressão parcial de oxigênio e reflete a afinidade de cada proteína pelo oxigênio. Embora ambas sejam hemoproteínas ligantes de oxigênio, a hemoglobina transporta oxigênio dos pulmões para os tecidos pela corrente sanguínea, e a mioglobina se liga ao oxigênio dentro das células musculares.



Disponível em: <http://divingphysiology.files.wordpress.com>. Acesso em: 28 fev. 2012 (adaptado).

De que forma a oxigenação dos tecidos será afetada em indivíduos sem o gene da mioglobina?

- A concentração de oxigênio no sangue diminuirá.
- A capacidade de produção de hemoglobina diminuirá.
- A distribuição do oxigênio por todo o organismo será homogênea.
- A transferência do oxigênio do sangue para o tecido muscular será prejudicada.
- A hemoglobina do tecido muscular apresentará maior afinidade que a presente no sangue.

56. (Enem/2019) Recentemente um grupo de biólogos descobriu um animal que vive em uma região extremamente árida no território brasileiro. Fizeram a coleta do sangue e da urina desse animal e observaram que sua urina apresenta uma concentração hipertônica em relação ao sangue.

Que adaptação desse animal lhe permite viver na região citada?

- Diminuição da transpiração.
- Eliminação de fezes hidratadas.
- Predominância de hábitos diurnos.
- Eliminação de muita água na urina.
- Excreção de amônia como produto nitrogenado.

57. (Enem/2019) Em uma atividade prática, um professor propôs o seguinte experimento:

Materiais: copo plástico pequeno, leite e suco de limão.

Procedimento: coloque leite até a metade do copo plástico e, em seguida, adicione lentamente 20 gotas de limão.

Levando-se em consideração a faixa de pH do suco de limão, a composição biomolecular do leite e os resultados que os alunos observariam na realização do experimento, qual processo digestório estaria sendo simulado?

- Ação da bile sobre as gorduras no duodeno.
- Ação do suco pancreático sobre as gorduras.
- Ação da saliva sobre os carboidratos na boca.
- Ação do suco entérico sobre as proteínas no íleo.
- Ação do suco gástrico sobre as proteínas no estômago.

58. (Enem/2019) Antigamente, em lugares com invernos rigorosos, as pessoas acendiam fogueiras dentro de uma sala fechada para se aquecerem do frio. O risco no uso desse recurso ocorria quando as pessoas adormeciam antes de apagarem totalmente a fogueira, o que poderia levá-las a óbito, mesmo sem a ocorrência de incêndio.

A causa principal desse risco era o(a)

- produção de fuligem pela fogueira.
- liberação de calor intenso pela fogueira.
- consumo de todo o oxigênio pelas pessoas.
- geração de queimaduras pela emissão de faíscas da lenha.
- geração de monóxido de carbono pela combustão incompleta da lenha.

BOTÂNICA

01. (Enem/2010) A lavoura arrozeira na planície costeira da região sul do Brasil comumente sofre perdas elevadas devido à salinização da água de irrigação, que ocasiona prejuízos diretos, como a redução de produção da lavoura. Solos com processo de salinização avançado não são indicados, por exemplo, para o cultivo de arroz. As plantas retiram a água do solo quando as forças de embebição dos tecidos das raízes são superiores às forças com que a água é retida no solo.

WINKEL, H.L.; TSCHIEDEL, M. Cultura do arroz: salinização de solos em cultivo do arroz. Disponível em: <http://agropage.tripod.com/saliniza.html>. Acesso em: 25 jun. 2010 (adaptado).

A presença de sais na solução do solo faz com que seja dificultada a absorção de água pelas plantas, o que provoca o fenômeno conhecido por seca fisiológica, caracterizado pelo(a)

- aumento da salinidade, em que a água do solo atinge uma concentração de sais maior que a das células das raízes das plantas, impedindo, assim, que a água seja absorvida.
 - aumento da salinidade, em que o solo atinge um nível muito baixo de água, e as plantas não tem força de sucção para absorver a água.
 - diminuição da salinidade, que atinge um nível em que as plantas não têm força de sucção, fazendo com que a água não seja absorvida.
 - aumento da salinidade, que atinge um nível em que as plantas têm muita sudação, não tendo força de sucção para superá-la.
 - diminuição da salinidade, que atinge um nível em que as plantas ficam túrgidas e não têm força de sudação para superá-la.
02. (Enem/2010) Os frutos são exclusivos das angiospermas, e a dispersão das sementes dessas plantas é muito importante para garantir seu sucesso reprodutivo, pois permite a conquista de novos territórios. A dispersão é favorecida por certas características dos frutos (ex.: cores fortes e vibrantes, gosto e odor agradáveis, polpa succulenta) e das sementes (ex.: presença de ganchos e outras estruturas fixadoras que se aderem às penas e pelos de animais, tamanho reduzido, leveza e presença de expansões semelhantes a asas). Nas matas brasileiras, os animais da fauna silvestre têm uma importante contribuição na dispersão de sementes e, portanto, na manutenção da diversidade da flora.

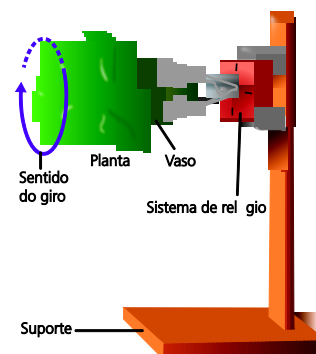
CHIARADIA, A. *Mini-manual de pesquisa*: Biologia. Jun.2004 (adaptado).

Das características de frutos e sementes apresentadas, quais estão diretamente associadas a um mecanismo de atração de aves e mamíferos?

- Ganchos que permitem a adesão aos pelos e penas.
- Expansões semelhantes a asas que favorecem a flutuação.

- Estruturas fixadoras que se aderem às asas das aves.
- Frutos com polpa succulenta que fornecem energia aos dispersores.
- Leveza e tamanho reduzido das sementes, que favorecem a flutuação.

03. (Enem/2010) A produção de hormônios (como a auxina, ligada ao crescimento vegetal) e sua distribuição pelo organismo são fortemente influenciadas por fatores ambientais. Diversos são os estudos que buscam compreender melhor essas influências. O experimento seguinte integra um desses estudos.



O fato de a planta do experimento crescer na direção horizontal, e não na vertical, pode ser explicado pelo argumento de que o giro faz com que a auxina se

- distribua uniformemente nas faces do caule, estimulando o crescimento de todas elas de forma igual.
 - acumule na face inferior do caule e, por isso, determine um crescimento maior dessa parte.
 - concentre na extremidade do caule e, por isso, iniba o crescimento nessa parte.
 - distribua uniformemente nas faces do caule e, por isso, iniba o crescimento de todas elas.
 - concentre na face inferior do caule e, por isso, iniba a atividade das gemas laterais.
04. (Enem/2012) Muitas espécies de plantas lenhosas são encontradas no cerrado brasileiro. Para a sobrevivência nas condições de longos períodos de seca e queimadas periódicas, próprias desse ecossistema, essas plantas desenvolveram estruturas muito peculiares. As estruturas adaptativas mais apropriadas para a sobrevivência desse grupo de plantas nas condições ambientais do referido ecossistema são:
- Cascas finas e sem sulcos ou fendas.
 - Caules estreitos e retilíneos.
 - Folhas estreitas e membranosas.
 - Gemas apicais com densa pilosidade.
 - Raízes superficiais, em geral, aéreas.

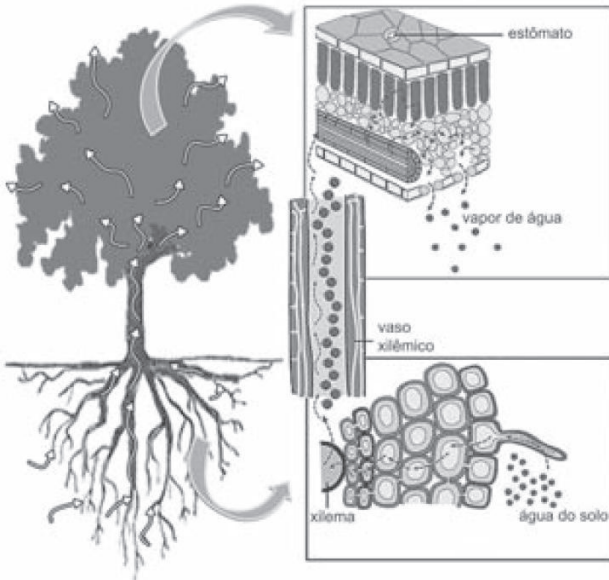
05. (Enem/2014) O Brasil tem investido em inovações tecnológicas para a produção e comercialização de maçãs. Um exemplo é a aplicação do composto volátil 1-metilciclopropeno, que compete pelos sítios de ligação do hormônio vegetal etileno nas células desse fruto.

Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br>. Acesso em: 16 ago 2012 (adaptado).

Com base nos conhecimentos sobre o efeito desse hormônio, o 1-metilciclopropeno age retardando o(a)

- formação do fruto.
- crescimento do fruto.
- amadurecimento do fruto.
- germinação das sementes.
- formação de sementes no fruto.

06. (Enem/2016) Afigura ilustra o movimento da seiva xilêmica em uma planta.



CORREIA, S. Teoria da tensão-coesão-adesão. *Revista de Ciência Elementar*, n. 1, 2014 (adaptado).

Mesmo que essa planta viesse a sofrer ação contínua do vento e sua copa crescesse voltada para baixo, essa seiva continuaria naturalmente seu percurso.

O que garante o transporte dessa seiva é a

- gutação.
- gravidade.
- respiração.
- fotossíntese.
- transpiração.

07. (Enem/2018) A polinização, que viabiliza o transporte do grão de pólen de uma planta até o estigma de outra, pode ser realizada biótica ou abioticamente. Nos processos abióticos, as plantas dependem de fatores como o vento e a água.

A estratégia evolutiva que resulta em polinização mais eficiente quando esta depende do vento é o(a)

- diminuição do cálice.
- alongamento do ovário.
- disponibilização do néctar.
- intensificação da cor das pétalas.
- aumento do número de estames.

08. (Enem/2018) O cruzamento de duas espécies da família das Anonáceas, a cherimoia (*Annona cherimola*) com a frutapinha (*Annona squamosa*), resultou em uma planta híbrida denominada de atemoia. Recomenda-se que o seu plantio seja por meio de enxertia.

Um dos benefícios dessa forma de plantio é a

- ampliação da variabilidade genética.
- produção de frutos das duas espécies.
- manutenção do genótipo da planta híbrida.
- reprodução de clones das plantas parentais.
- modificação do genoma decorrente da transgenia.

ZOOLOGIA

01. (Enem/2014) Os corais funcionam como termômetros, capazes de indicar, mudando de coloração, pequenas alterações na temperatura da água dos oceanos. Mas, um alerta, eles estão ficando brancos. O seu clareamento progressivo acontece pela perda de minúsculas algas, chamadas zooxantelas, que vivem dentro de seus tecidos, numa relação de mutualismo.

Disponível em: <http://super.abril.com.br>.
Acesso em: 6 dez. 2012 (adaptado).

O desequilíbrio dessa relação faz com que os pólipos que formam os corais tenham dificuldade em

- produzir o próprio alimento.
- obter compostos nitrogenados.
- realizar a reprodução sexuada.
- absorver o oxigênio dissolvido na água.
- adquirir nutrientes derivados da fotossíntese.

02. (Enem/2015) Os anfíbios representam o primeiro grupo de vertebrados que, evolutivamente, conquistou o ambiente terrestre. Apesar disso, a sobrevivência do grupo ainda permanece restrita a ambientes úmidos ou aquáticos, devido à manutenção de algumas características fisiológicas relacionadas à água.

Uma das características a que o texto se refere é a

- reprodução por viviparidade.
- respiração pulmonar nos adultos.
- regulação térmica por endotermia.
- cobertura corporal delgada e altamente permeável.
- locomoção por membros anteriores e posteriores desenvolvidos.

03. (Enem/2015) Os parasitoides são insetos diminutos, que têm hábitos bastante peculiares: suas larvas se desenvolvem dentro do corpo de outros animais. Em geral, cada parasitoide ataca hospedeiros de determinada espécie e, por isso, esses organismos vêm sendo amplamente usados para o controle biológico de pragas agrícolas.

Santo, M. M. E. *et al.* Parasitoides: insetos benéficos e cruéis. *Ciência Hoje*, n. 291, abr. 2012 (adaptado).

O uso desses insetos na agricultura traz benefícios ambientais, pois diminui o(a)

- a) tempo de produção agrícola.
- b) diversidade de insetos-praga.
- c) aplicação de inseticidas tóxicos.
- d) emprego de fertilizantes agrícolas.
- e) necessidade de combate a ervas daninhas.

04. (Enem/2016) A formação de coágulos sanguíneos em veias e artérias é um dos fatores responsáveis pela ocorrência de doenças cardiovasculares, como varizes, infarto e acidentes vasculares cerebrais. A prevenção e o tratamento dessas doenças podem ser feitos com drogas anticoagulantes. A indústria farmacêutica estimula a pesquisa de toxinas animais com essa propriedade.

Considerando as adaptações relacionadas aos hábitos alimentares, os animais adequados ao propósito dessas pesquisas são os(as)

- a) moluscos fitófagos.
- b) moscas saprófagas.
- c) pássaros carnívoros.
- d) morcegos frugívoros.
- e) mosquitos hematófagos.

05. (Enem/2016) O ambiente marinho pode ser contaminado com rejeitos radioativos provenientes de testes com armas nucleares. Os materiais radioativos podem se acumular nos organismos. Por exemplo, o estrôncio-90 é quimicamente semelhante ao cálcio e pode substituir esse elemento nos processos biológicos.

FIGUEIRA, R. C. L.; CUNHA, I. I. L. A contaminação dos oceanos por radionuclídeos antropogênicos. *Química Nova na Escola*, n. 1, 1998 (adaptado).

Um pesquisador analisou as seguintes amostras coletadas em uma região marinha próxima a um local que manipula o estrôncio radioativo: coluna vertebral de tartarugas, concha de moluscos, endoesqueleto de ouriços-do-mar, sedimento de recife de corais e tentáculos de polvo.

Em qual das amostras analisadas a radioatividade foi menor?

- a) Concha de moluscos.
- b) Tentáculos de polvo.
- c) Sedimento de recife de corais.
- d) Coluna vertebral de tartarugas.
- e) Endoesqueleto de ouriços-do-mar.

06. (Enem/2016)



Disponível em: <http://angelobranco.blogspot.com.br>. Acesso em: 4 maio 2013.

Na tirinha, o processo mencionado pelo molusco está relacionado a um mecanismo de

- a) defesa.
- b) excreção.
- c) circulação.
- d) locomoção.
- e) reprodução.

07. (Enem/2018) Insetos podem apresentar três tipos de desenvolvimento. Um deles, a holometabolia (desenvolvimento completo), é constituído pelas fases de ovo, larva, pupa e adulto sexualmente maduro, que ocupam diversos habitats. Os insetos com holometabolia pertencem às ordens mais numerosas em termos de espécies conhecidas.

Esse tipo de desenvolvimento está relacionado a um maior número de espécies em razão da

- a) proteção na fase de pupa, favorecendo a sobrevivência de adultos férteis.
- b) produção de muitos ovos, larvas e pupas, aumentando o número de adultos.
- c) exploração de diferentes nichos, evitando a competição entre as fases da vida.
- d) ingestão de alimentos em todas as fases de vida, garantindo o surgimento do adulto.
- e) utilização do mesmo alimento em todas as fases, otimizando a nutrição do organismo.

08. (Enem/2019) Na piscicultura, costumam-se usar larvas de *Artemia* (crustáceo) para alimentar larvas de peixes. Ovos de *Artemia* são colocados em garrafas com água salgada e, sob condições ótimas de temperatura, luz e oxigênio, eles eclodem, liberando suas larvas, também conhecidas como náuplios. Para recolher os náuplios, coloca-se uma lâmpada branca fluorescente na boca da garrafa e estes começam a subir em direção ao gargalo.

Esse comportamento das artêmias é chamado de

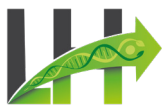
- a) geotropismo positivo.
- b) fototropismo positivo.
- c) hidrotropismo negativo.
- d) termotropismo negativo.
- e) quimiotropismo negativo.

FUNDAMENTOS DA ECOLOGIA

01. (Enem/2009) O ciclo da água é fundamental para a preservação da vida no planeta. As condições climáticas da Terra permitem que a água sofra mudanças de fase e a compreensão dessas transformações é fundamental para se entender o ciclo hidrológico. Numa dessas mudanças, a água ou a umidade da terra absorve o calor do sol e dos arredores. Quando já foi absorvido calor suficiente, algumas das moléculas do líquido podem ter energia necessária para começar a subir para a atmosfera.

Disponível em: <http://keroagua.blogspot.com>.

Acesso em: 30 mar. 2009 (adaptado).



A transformação mencionada no texto é a

- a) fusão.
- b) liquefação.
- c) evaporação.
- d) solidificação.
- e) condensação.

02. (Enem/2009) Uma colônia de formigas inicia-se com uma rainha jovem que, após ser fecundada pelo macho, voa e escolhe um lugar para cavar um buraco no chão. Ali dará origem a milhares de formigas, constituindo uma nova colônia. As fêmeas geradas poderão ser operárias, vivendo cerca de um ano, ou novas rainhas. Os machos provêm de óvulos não fertilizados e vivem aproximadamente uma semana. As operárias se dividem nos trabalhos do formigueiro. Há formigas forrageadoras que se encarregam da busca por alimentos, formigas operárias que retiram dejetos da colônia e são responsáveis pela manutenção ou que lidam com o alimento e alimentam as larvas, e as formigas patrulheiras. Uma colônia de formigas pode durar anos e dificilmente uma formiga social consegue sobreviver sozinha.

MELO, A. *Como funciona uma sociedade de formigas?*

Acesso em: 21 fev. 2009 (adaptado)

Uma característica que contribui diretamente para o sucesso da organização social dos formigueiros é

- a) a divisão de tarefas entre as formigas e a organização funcional da colônia.
 - b) o fato de as formigas machos serem provenientes de óvulos não fertilizados.
 - c) a alta taxa de mortalidade das formigas solitárias ou das que se afastam da colônia.
 - d) a existência de patrulheiras, que protegem o formigueiro do ataque de herbívoros.
 - e) o fato de as rainhas serem fecundadas antes do estabelecimento de um novo formigueiro.
03. (Enem/2009) Suponha que o chefe do departamento de administração de uma empresa tenha feito um discurso defendendo a ideia de que os funcionários deveriam cuidar do meio ambiente no espaço da empresa. Um dos funcionários levantou-se e comentou que o conceito de meio ambiente não era claro o suficiente para se falar sobre esse assunto naquele lugar.

Considerando que o chefe do departamento de administração entende que a empresa é parte do meio ambiente, a definição que mais se aproxima dessa concepção é:

- a) Região que inclui somente cachoeiras, mananciais e florestas.
- b) Apenas locais onde é possível o contato direto com a natureza.

- c) Locais que servem como áreas de proteção onde fatores bióticos são preservados.
- d) Apenas os grandes biomas, por exemplo, Mata Atlântica, Mata Amazônica, Cerrado e Caatinga.
- e) Qualquer local em que haja relação entre fatores bióticos e abióticos, seja ele natural ou urbano.

04. (Enem/2009) O ciclo biogeoquímico do carbono compreende diversos compartimentos, entre os quais a Terra, a atmosfera e os oceanos, e diversos processos que permitem a transferência de compostos entre esses reservatórios. Os estoques de carbono armazenados na forma de recursos não renováveis, por exemplo, o petróleo, são limitados, sendo de grande relevância que se perceba a importância da substituição de combustíveis fósseis por combustíveis de fontes renováveis.

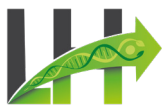
A utilização de combustíveis fósseis interfere no ciclo do carbono, pois provoca

- a) aumento da porcentagem de carbono contido na Terra.
 - b) redução na taxa de fotossíntese dos vegetais superiores.
 - c) aumento da produção de carboidratos de origem vegetal.
 - d) aumento na quantidade de carbono presente na atmosfera.
 - e) redução da quantidade global de carbono armazenado nos oceanos.
05. (Enem/2009) O lixo orgânico de casa – constituído de restos de verduras, frutas, legumes, cascas de ovo, aparas de grama, entre outros –, se for depositado nos lixões, pode contribuir para o aparecimento de animais e de odores indesejáveis. Entretanto, sua reciclagem gera um excelente adubo orgânico, que pode ser usado no cultivo de hortaliças, frutíferas e plantas ornamentais. A produção do adubo ou composto orgânico se dá por meio da compostagem, um processo simples que requer alguns cuidados especiais. O material que é acumulado diariamente em recipientes próprios deve ser revirado com auxílio de ferramentas adequadas, semanalmente, de forma a homogeneizá-lo. É preciso também umedecê-lo periodicamente. O material de restos de capina pode ser intercalado entre uma camada e outra de lixo da cozinha. Por meio desse método, o adubo orgânico estará pronto em aproximadamente dois a três meses.

Como usar o lixo orgânico em casa? *Ciência Hoje*, v. 42, jun. 2008 (adaptado).

Suponha que uma pessoa, desejosa de fazer seu próprio adubo orgânico, tenha seguido o procedimento descrito no texto, exceto no que se refere ao umedecimento periódico do composto. Nessa situação,

- a) o processo de compostagem iria produzir intenso mau cheiro.
- b) o adubo formado seria pobre em matéria orgânica que não foi transformada em composto.



10. (Enem/2011) Os vaga-lumes machos e fêmeas emitem sinais luminosos para se atraírem para o acasalamento. O macho reconhece a fêmea de sua espécie e, atraído por ela, vai ao seu encontro. Porém, existe um tipo de vaga-lume, o *Photuris*, cuja fêmea engana e atrai os machos de outro tipo, o *Photinus*, fingindo ser desse gênero. Quando o macho *Photinus* se aproxima da fêmea *Photuris*, muito maior que ele, é atacado e devorado por ela.

BERTOLDI, O. G.; VASCONCELLOS, J. R. *Ciência & sociedade: a aventura da vida, a aventura da tecnologia*. São Paulo: Scipione, 2000 (adaptado).

A relação descrita no texto, entre a fêmea do gênero *Photuris* e o macho do gênero *Photinus*, é um exemplo de

- a) comensalismo.
 - b) inquilinismo.
 - c) cooperação.
 - d) predatismo.
 - e) mutualismo.
11. (Enem/2011) Com a utilização dos biocombustíveis, grandes áreas estão sendo ocupadas com a cultura da cana-de-açúcar, o que acarreta o desgaste do solo. Para contrabalançar esse desgaste, tem-se iniciado o plantio alternado de cana-de-açúcar com algumas espécies de leguminosas, já que essa rotação dispensa a adubação nitrogenada.

Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>.
Acesso em: 16 jun. 2011(adaptado).

Essa prática agrícola ocasiona o enriquecimento do solo, porque as leguminosas possuem bactérias em associação com suas raízes, que favorecem o processo de

- a) nitrosação, no qual a amônia não absorvida pelas plantas é oxidada e convertida em nitrito.
 - b) fixação, no qual o nitrogênio do ar é convertido em amônia e incorporado em compostos nitrogenados.
 - c) amonificação, no qual os decompositores devolvem ao solo os compostos minerais e liberam nitrogênio na forma de amônia.
 - d) desnitrificação, no qual o nitrato é oxidado em compostos orgânicos que retornam ao solo.
 - e) nitratação, no qual os nitritos formados são liberados no solo e oxidados, formando nitratos.
12. (Enem/2011) A construção de barragens provoca um profundo impacto ecológico, que pode ser atenuado, em parte, pelo planejamento prévio de remoção da fauna atingida pela inundação local. Nas barragens construídas no Brasil, esse planejamento tem como principal objetivo a devolução dos animais a um ambiente semelhante ao original. Antes do fechamento das comportas, procura-se deslocar o maior número possível de animais; após o fechamento, com a elevação gradual das águas, procede-se à captura dos que vão ficando ilhados para transportá-los a locais preestabelecidos, ou retê-los e enviá-los a instituições de pesquisas.

LIZASO, N. M. *Rev. Bras. Zool.* v. 2, nº 2, Curitiba, 1983.
Disponível em: <http://www.scielo.br> (adaptado).

O procedimento de transporte dos animais e alocação em uma nova área livre de inundação, onde a espécie introduzida não existia antes do processo, tem como uma das consequências imediatas

- a) sobrevivência destes animais, aumentando a biodiversidade e o equilíbrio ecológico no novo local.
 - b) o aumento populacional das espécies introduzidas, sem interferência dos grupos já existentes.
 - c) o benefício das espécies do novo local, pelo aumento de recursos e da possibilidade de sobrevivência de todas.
 - d) a seleção artificial pelo aumento do número de espécies existentes no local e a variação populacional das espécies introduzidas.
 - e) o desequilíbrio ecológico, pois a introdução das espécies causa variação na estrutura da comunidade existente no local.
13. (Enem/2011) *Escargot* é um caramujo comestível, especialmente utilizado na culinária francesa. No Brasil, na década de 1980, empresários brasileiros trouxeram uma espécie de caramujo africano, visando produzi-lo e vendê-lo como escargot. Porém, esses caramujos mostraram-se inúteis para a culinária e foram liberados no ambiente. Atualmente, esse caramujo africano representa um sério problema ambiental em diversos estados brasileiros.

Caramujos africanos invadem casas em Ribeirão Preto. Disponível em: <http://g1.globo.com>. Acesso em: 13 ago. 2008 (adaptado).

Além do clima favorável, que outro fator contribuiu para a explosão populacional do caramujo africano no Brasil?

- a) Ausência de inimigos naturais.
 - b) Alta taxa de mortalidade dos ovos.
 - c) Baixa disponibilidade de alimentos.
 - d) Alta disponibilidade de áreas desmatadas.
 - e) Abundância de espécies nativas competidoras.
14. (Enem/2012) Não é de hoje que o homem cria, artificialmente, variedades de peixes por meio da hibridação. Esta é uma técnica muito usada pelos cientistas e pelos piscicultores porque os híbridos resultantes, em geral, apresentam maior valor comercial do que a média de ambas as espécies parentais, além de reduzir a sobrepesca no ambiente natural.

Terra da Gente, ano 4, n. 47, mar. 2008 (adaptado).

Sem controle, esses animais podem invadir rios e lagos naturais, se reproduzir e

- a) originar uma nova espécie poliploide.
- b) substituir geneticamente a espécie natural.
- c) ocupar o primeiro nível trófico no habitat aquático.
- d) impedir a interação biológica entre as espécies parentais.
- e) produzir descendentes com o código genético modificado.



15. (Enem/2012) O menor tamanduá do mundo é solitário e tem hábitos noturnos, passa o dia repousando, geralmente em um emaranhado de cipós, com o corpo curvado de tal maneira que forma uma bola. Quando em atividade, se locomove vagarosamente e emite som semelhante a um assobio. A cada gestação, gera um único filhote. A cria é deixada em uma árvore à noite e é amamentada pela mãe até que tenha idade para procurar alimento. As fêmeas adultas têm territórios grandes e o território de um macho inclui o de várias fêmeas, o que significa que ele tem sempre diversas pretendentes à disposição para namorar!

Ciência Hoje das Crianças, ano 19, n. 174, nov. 2006 (adaptado)

Essa descrição sobre o tamanduá diz respeito ao seu

- habitat.
 - biótopo.
 - nível trófico.
 - nicho ecológico.
 - potencial biótico
16. (Enem/2013) No Brasil, cerca de 80% da energia elétrica advém de hidrelétricas, cuja construção implica o represamento de rios. A formação de um reservatório para esse fim, por sua vez, pode modificar a ictiofauna local. Um exemplo é o represamento do Rio Paraná, onde se observou o desaparecimento de peixes cascudos quase que simultaneamente ao aumento do número de peixes de espécies exóticas introduzidas, como o mapará e a corvina, as três espécies com nichos ecológicos semelhantes.

PETESSE, M. L., PETRERE, JR. M. *Ciência Hoje*. São Paulo. n.293 v. 49 jun 2012 (adaptado).

Nessa modificação da ictiofauna, o desaparecimento de cascudos é explicado pelo(a)

- redução do fluxo gênico da espécie nativa.
 - diminuição da competição intraespecífica.
 - aumento da competição interespecífica.
 - isolamento geográfico dos peixes.
 - extinção de nichos ecológicos.
17. (Enem/2013) Apesar de belos e impressionantes, corais exóticos encontrados na Ilha Grande podem ser uma ameaça ao equilíbrio dos ecossistemas do litoral do Rio de Janeiro. Originários do Oceano Pacífico, esses organismos foram trazidos por plataformas de petróleo e outras embarcações, provavelmente na década de 1980, e disputam com as espécies nativas elementos primordiais para a sobrevivência, como espaço e alimento. Organismos invasores são a segunda maior causa de perda de biodiversidade, superados somente pela destruição direta de habitats pela ação do homem. As populações de espécies invasoras crescem indefinidamente e ocupam o espaço de organismos nativos.

LEVY, I. Disponível em <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 5 dez. 2011 (adaptado).

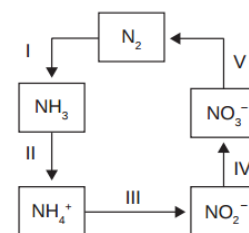
As populações de espécies invasoras crescem bastante por terem a vantagem de

- não apresentarem genes deletérios no seu pool gênico.
 - não possuírem parasitas e predadores naturais presentes no ambiente exótico.
 - apresentarem características genéticas para se adaptarem a qualquer clima ou condição ambiental.
 - apresentarem capacidade de consumir toda a variedade de alimentos disponibilizados no ambiente exótico.
 - apresentarem características fisiológicas que lhes conferem maior tamanho corporal que o das espécies nativas.
18. (Enem/2014) Existem bactérias que inibem o crescimento de um fungo causador de doenças no tomateiro, por consumirem o ferro disponível no meio. As bactérias também fazem fixação de nitrogênio, disponibilizam cálcio e auxinas, substâncias que estimulam diretamente o crescimento do tomateiro.

PELZER, G. Q. *et al.* Mecanismos de controle da murcha-de-esclerócio e promoção de crescimento em tomateiro mediados por rizobactérias. *Tropical Plant Pathology*, v. 36, n. 2, mar.-abr. 2011 (adaptado).

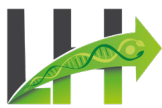
Qual dos processos biológicos mencionados indica uma relação ecológica de competição?

- Fixação de nitrogênio para o tomateiro.
 - Disponibilização de cálcio para o tomateiro.
 - Diminuição da quantidade de ferro disponível para o fungo.
 - Liberação de substâncias que inibem o crescimento do fungo.
 - Liberação de auxinas que estimulam o crescimento do tomateiro
19. (Enem/2014) A aplicação excessiva de fertilizantes nitrogenados na agricultura pode acarretar alterações no solo e na água pelo acúmulo de compostos nitrogenados, principalmente a forma mais oxidada, favorecendo a proliferação de algas e plantas aquáticas e alterando o ciclo do nitrogênio, representado no esquema. A espécie nitrogenada mais oxidada tem sua quantidade controlada por ação de microrganismos que promovem a reação de redução dessa espécie, no processo denominado desnitrificação.



O processo citado está representado na etapa

- I
- II
- III
- IV
- V



20. (Enem/2014) Na técnica de plantio conhecida por hidroponia, os vegetais são cultivados em uma solução de nutrientes no lugar do solo, rica em nitrato e ureia. Nesse caso, ao fornecer esses nutrientes na forma aproveitável pela planta, a técnica dispensa o trabalho das bactérias fixadoras do solo, que, na natureza, participam do ciclo do(a)

- a) água.
- b) carbono.
- c) nitrogênio.
- d) oxigênio.
- e) fósforo.

21. (Enem/2014) Surtsey é uma ilha vulcânica situada perto da costa sul da Islândia. A erupção vulcânica que lhe deu origem ocorreu na década de 1960, o que faz dela, seguramente, a ilha mais nova do Oceano Atlântico. As primeiras espécies que aí se fixaram foram musgos e líquens. À medida que as aves foram fixando-se na ilha, as condições do solo foram melhorando e espécies vegetais mais complexas puderam iniciar a colonização do território. Em 1988 foi observada a presença do primeiro arbusto.

Disponível em: www.nacopadasarvores.blogspot.com.br.
Acesso em: 25 maio 2012 (fragmento).

O conjunto das alterações ocorridas no ambiente descrito é exemplo de

- a) nicho ecológico.
- b) eficiência ecológica.
- c) sucessão ecológica.
- d) irradiação adaptativa.
- e) resistência ambiental.

22. (Enem/2014) A celulose, presente nos vegetais, é um alimento importante para muitas espécies de animais herbívoros, como os ruminantes. Eles próprios não têm capacidade de digerir a celulose e, para que ela seja aproveitada, é necessária uma associação com microrganismos, que ficam na parte aglandular do estômago dos ruminantes. Esses microrganismos são capazes de produzir a celulase, uma enzima que digere a celulose, possibilitando o aproveitamento da matéria orgânica vegetal, tanto pelos ruminantes como pelos microrganismos.

A relação descrita é um exemplo de

- a) predatismo.
- b) competição.
- c) mutualismo.
- d) inquilinismo.
- e) comensalismo.

23. (Enem/2014) Adubação verde, uma das maneiras de cultivar e tratar bem o solo, é uma técnica agrícola que consiste no cultivo de espécies de plantas com elevado potencial de produção de massa vegetal, semeadas em rotação, sucessão e até em consórcio com culturas de interesse econômico. No cultivo em rotação, o adubo verde pode ser incorporado ao solo após a roçada para posterior plantio da cultura de interesse econômico, ou mantido em cobertura sobre a superfície do terreno, fazendo-se o plantio direto da cultura na palhada.

SILVA, A.C.F. Adubação verde e o manejo de cobertura do solo. *Jornal Vanguarda*, 15 abr. 2010. Acesso em: www.jvanguarda.com.br (adaptado).

A técnica de adubação verde é vantajosa por

- a) permitir correção química refinada do solo.
- b) liberar gradualmente sais minerais diversos.

- c) viabilizar uma adubação rápida em regiões frias.
- d) permitir o arraste da massa vegetal, evitando excesso.
- e) limitar a respiração do solo, diminuindo nematoides indesejados.

24. (Enem/2014) A relação simbiótica entre plantas e certos microrganismos tem sido explorada pela agricultura para aumentar a produtividade. Um exemplo conhecido são as micorrizas, fungos associados a raízes de plantas que as ajudam a absorver nutrientes do solo. Recentemente, pesquisadores conseguiram inocular, em tomateiros, fungos simbiotes de plantas que crescem naturalmente em áreas próximas a fontes de águas quentes e que resistem a temperaturas em torno de 65 °C.

Scientific American Brazil, n. 97, jun, 2010 (adaptado).

A vantagem da inoculação desses fungos nos tomateiros deve-se à possibilidade de aumentar a produtividade, pois

- a) o cultivo de tomate poderá ser feito em regiões de águas termais ricas em nutrientes.
- b) as novas plantas de tomate serão mais resistentes a fungos patogênicos.
- c) as novas plantas de tomate poderão ser cultivadas em regiões de temperaturas extremas.
- d) a área de cultivo de tomate poderá ser ampliada para regiões com temperaturas mais quentes.
- e) os frutos produzidos por essas plantas não serão suscetíveis a decomposição por fungos.

25. (Enem/2015) O nitrogênio é essencial para a vida e o maior reservatório global desse elemento, na forma de N_2 , é a atmosfera. Os principais responsáveis por sua incorporação na matéria orgânica são microrganismos **fixadores de N_2** , que ocorrem de forma livre ou simbiotes com plantas.

ADUAN, R. E. *et al.* *Os grandes ciclos biogeoquímicos do planeta*.

Planaltina: Embrapa, 2004 (adaptado).

Animais garantem suas necessidades metabólicas desse elemento pela

- a) absorção do gás nitrogênio pela respiração.
- b) ingestão de moléculas de carboidratos vegetais.
- c) incorporação de nitritos dissolvidos na água consumida.
- d) transferência da matéria orgânica pelas cadeias tróficas.
- e) protocooperação com microrganismos fixadores de nitrogênio.

26. (Enem/2015) Na natureza a matéria é constantemente transformada por meio dos ciclos biogeoquímicos. Além do ciclo da água, existem os ciclos do carbono, do enxofre, do fósforo, do nitrogênio e do oxigênio. O elemento que está presente em todos os ciclos nomeados é o

- a) fósforo.
- b) enxofre.
- c) carbono.
- d) oxigênio.
- e) nitrogênio.

27. (Enem/2016) Um pesquisador investigou o papel da predação por peixes na densidade e tamanho das presas, como possível controle de populações de espécies exóticas em costões rochosos. No experimento colocou uma tela sobre uma área da comunidade, impedindo o acesso dos peixes ao alimento, e comparou o resultado com uma área adjacente na qual os peixes tinham acesso livre. O quadro apresenta os resultados encontrados após 15 dias de experimento.

Espécie exótica	Área com tela		Área sem tela	
	Densidade (indivíduos/m ²)	Tamanho médio dos indivíduos (cm)	Densidade (indivíduos/m ²)	Tamanho médio dos indivíduos (cm)
Alga	100	15	110	18
Craca	300	2	150	1,5
Mexilhão	380	3	200	6
Ascídia	55	4	58	3,8

O pesquisador concluiu corretamente que os peixes controlam a densidade dos(as)

- algas, estimulando seu crescimento.
 - cracas, predando especialmente animais pequenos.
 - mexilhões, predando especialmente animais pequenos.
 - quatro espécies testadas, predando indivíduos pequenos.
 - ascídias, apesar de não representarem os menores organismos.
28. (Enem/2016) Os ecossistemas degradados por intensa atividade agrícola apresentam, geralmente, diminuição de sua diversidade e perda de sua estabilidade. Nesse contexto, o uso integrado de árvores aos sistemas agrícolas (sistemas agroflorestais) pode cumprir um papel inovador ao buscar a aceleração do processo sucessional e, ao mesmo tempo, uma produção escalonada e diversificada.

Disponível em: saf.cnpq.br.

Acesso em: 21 jan. 2012 (adaptado).

Essa é uma estratégia de conciliação entre recuperação ambiental e produção agrícola, pois

- substituiu gradativamente as espécies cultiváveis por espécies arbóreas.
- intensifica a fertilização do solo com o uso de técnicas apropriadas e biocidas.
- promove maior diversidade de vida no solo com o aumento da matéria orgânica.
- favorece a dispersão das sementes cultivadas pela fauna residente nas áreas florestais.
- cria condições para o estabelecimento de espécies pioneiras com a diminuição da insolação sobre o solo.

29. (Enem/2016) A modernização da agricultura, também conhecida como Revolução Verde, ficou marcada pela expansão da agricultura nacional. No entanto, trouxe consequências como o empobrecimento do solo, o aumento da erosão e dos custos de produção, entre outras. Atualmente, a preocupação com a agricultura sustentável tem suscitado práticas como a adubação verde, que consiste na incorporação ao solo de fitomassa de espécies vegetais distintas, sendo as mais difundidas as leguminosas.

ANUNCIACÃO, G. C. F. Disponível em: www.muz.ifsuldeminas.edu.br.

Acesso em: 20 dez. 2012 (adaptado).

A utilização de leguminosas nessa prática de cultivo visa reduzir a

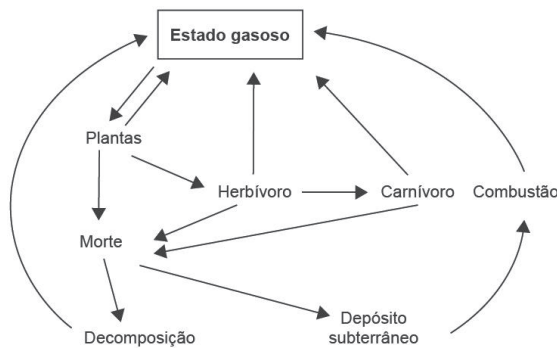
- utilização de agrotóxicos.
 - atividade biológica do solo.
 - necessidade do uso de fertilizantes.
 - decomposição da matéria orgânica.
 - capacidade de armazenamento de água no solo.
30. (Enem/2016) Uma nova estratégia para o controle da dengue foi apresentada durante o Congresso Internacional de Medicina Tropical, no Rio de Janeiro, em 2012. O projeto traz uma abordagem nova e natural para o combate à doença e já está em fase de testes. O objetivo do programa é cessar a transmissão do vírus da dengue pelo *Aedes aegypti*, a partir da introdução da bactéria *Wolbachia* – que é naturalmente encontrada em insetos – nas populações locais de mosquitos. Quando essa bactéria é introduzida no *A. aegypti*, atua como uma “vacina”, estimulando o sistema imunológico e bloqueando a multiplicação do vírus dentro do inseto.

Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br>.

Acesso em: 20 dez. 2012 (adaptado).

Qual o conceito fundamental relacionado a essa estratégia?

- Clonagem.
 - Mutualismo.
 - Parasitismo.
 - Transgênese.
 - Controle biológico.
31. (Enem/2016) Os seres vivos mantêm constantes trocas de matéria com o ambiente mediante processos conhecidos como ciclos biogeoquímicos. O esquema representa um dos ciclos que ocorrem nos ecossistemas.



O esquema apresentado corresponde ao ciclo biogeoquímico do(a)

- a) água.
 - b) fósforo.
 - c) enxofre.
 - d) carbono.
 - e) nitrogênio.
32. (Enem/2016) Em uma floresta existiam duas populações herbívoras que habitavam o mesmo ambiente. A população da espécie X mostrava um grande número de indivíduos, enquanto a população Z era pequena. Ambas tinham hábitos ecológicos semelhantes. Com a intervenção humana, ocorreu fragmentação da floresta em duas porções, o que separou as populações X e Z. Após algum tempo, observou-se que a população X manteve sua taxa populacional, enquanto a população Z aumentou a sua até que ambas passaram a ter, aproximadamente, a mesma quantidade de indivíduos.

A relação ecológica entre as espécies X e Z, quando no mesmo ambiente, é de:

- a) Predação.
 - b) Parasitismo.
 - c) Competição.
 - d) Comensalismo.
 - e) Protocooperação.
33. (Enem/2016) Um produtor rural registrou queda de produtividade numa das áreas de plantio de arroz de sua propriedade. Análises químicas revelaram concentrações elevadas do íon amônio (NH_4^+) e baixas dos íons nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-) no solo. Esses compostos nitrogenados são necessários para o crescimento dos vegetais e participam do ciclo biogeoquímico do nitrogênio.

Em qual etapa desse ciclo biogeoquímico são formados os compostos que estão em baixa concentração nesse solo?

- a) Nitrificação.
- b) Assimilação.
- c) Amonização.
- d) Desnitrificação.
- e) Fixação de nitrogênio.

34. (Enem/2017) Uma grande virada na moderna história da agricultura ocorreu depois da Segunda Guerra Mundial. Após a guerra, os governos haviam se deparado com um enorme excedente de nitrato de amônio, ingrediente usado na fabricação de explosivos. A partir daí as fábricas de munição foram adaptadas para começar a produzir fertilizantes tendo como componente principal os nitratos.

SOUZA, F. A. *Agricultura natural/orgânica como instrumento de fixação biológica e manutenção do nitrogênio no solo: um modelo sustentável de MDL.*

Disponível em: <www.planetaorganico.com.br>.

Acesso em: 17 jul. 2015 (adaptado).

No ciclo natural do nitrogênio, o equivalente ao principal componente desses fertilizantes industriais é produzido na etapa de

- a) nitratação.
- b) nitrosação.
- c) amonificação.
- d) desnitrificação.
- e) fixação biológica do N_2 .

35. (Enem/2017) A Mata Atlântica caracteriza-se por uma grande diversidade de epífitas, como as bromélias. Essas plantas estão adaptadas a esse ecossistema e conseguem captar luz, água e nutrientes mesmo vivendo sobre as árvores.

Disponível em: <www.ib.usp.br>.

Acesso em: 23 fev. 2013 (adaptado).

Essas espécies captam água do(a)

- a) organismo das plantas vizinhas.
 - b) solo através de suas longas raízes.
 - c) chuva acumulada entre suas folhas.
 - d) seiva bruta das plantas hospedeiras.
 - e) comunidade que vive em seu interior.
36. (Enem/2018) O alemão Fritz Haber recebeu o Prêmio Nobel de química de 1918 pelo desenvolvimento de um processo viável para a síntese da amônia (NH_3). Em seu discurso de premiação, Haber justificou a importância do feito dizendo que:
- “Desde a metade do século passado, tornou-se conhecido que um suprimento de nitrogênio é uma necessidade básica para o aumento das safras de alimentos; entretanto, também se sabia que as plantas não podem absorver o nitrogênio em sua forma simples, que é o principal constituinte da atmosfera. Elas precisam que o nitrogênio seja combinado [...] para poderem assimilá-lo.
- Economias agrícolas basicamente mantêm o balanço do nitrogênio ligado. No entanto, com o advento da era industrial, os produtos do solo são levados de onde cresce a colheita para lugares distantes, onde são consumidos, fazendo com que o nitrogênio ligado não retorne à terra da qual foi retirado.



Isso tem gerado a necessidade econômica mundial de abastecer o solo com nitrogênio ligado. [...] A demanda por nitrogênio, tal como a do carvão, indica quão diferente nosso modo de vida se tornou com relação ao das pessoas que, com seus próprios corpos, fertilizam o solo que cultivam.

Desde a metade do último século, nós vínhamos aproveitando o suprimento de nitrogênio do salitre que a natureza tinha depositado nos desertos montanhosos do Chile. Comparando o rápido crescimento da demanda com a extensão calculada desses depósitos, ficou claro que em meados do século atual uma emergência seríssima seria inevitável, a menos que a química encontrasse uma saída.”

HABER, F. The Synthesis of Ammonia from its Elements. Disponível em: www.nobelprize.org. Acesso em: 13jul. 2013 (adaptado)

De acordo com os argumentos de Haber, qual fenômeno teria provocado o desequilíbrio no “balanço do nitrogênio ligado”?

- a) O esgotamento das reservas de salitre no Chile.
 - b) O aumento da exploração de carvão vegetal e carvão mineral.
 - c) A redução da fertilidade do solo nas economias agrícolas.
 - d) A intensificação no fluxo de pessoas do campo para as cidades.
 - e) A necessidade das plantas de absorverem sais de nitrogênio disponíveis no solo.
37. (Enem/2018) Um biólogo foi convidado para realizar um estudo do possível crescimento de populações de roedores em cinco diferentes regiões impactadas pelo desmatamento para ocupação humana, o que poderia estar prejudicando a produção e armazenagem local de grãos. Para cada uma das cinco populações analisadas (I a V), identificou as taxas de natalidade (n), mortalidade (m), emigração (e) e imigração (i), em número de indivíduos, conforme ilustrado no quadro.

	n	m	e	i
I	65	40	23	5
II	27	8	18	2
III	54	28	15	16
IV	52	25	12	40
V	12	9	6	4

Em longo prazo, se essas taxas permanecerem constantes, qual dessas regiões deverá apresentar maiores prejuízos na produção/armazenagem de grãos?

- a) I.
- b) II.
- c) III.
- d) IV.
- e) V.

38. (Enem/2019) As cutias, pequenos roedores das zonas tropicais, transportam pela boca as sementes que caem das árvores, mas, em vez de comê-las, enterram-nas em outro lugar. Esse procedimento lhes permite salvar a maioria de suas sementes enterradas para as épocas mais secas, quando não há frutos maduros disponíveis. Cientistas descobriram que as cutias roubam as sementes enterradas por outras, e esse comportamento de “ladroagem” faz com que uma mesma semente possa ser enterrada dezenas de vezes.

Disponível em: <http://chc.cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 30 jul. 2012.

Essa “ladroagem” está associada à relação de

- a) simfilia.
 - b) predatismo.
 - c) parasitismo.
 - d) competição.
 - e) comensalismo.
39. (Enem/2019) Um alimento orgânico deve apresentar em sua embalagem o selo de uma instituição certificadora, garantindo ao consumidor que, além de ser um alimento isento de agrotóxicos, também é produzido com técnicas planejadas e controladas. A técnica de produção desses alimentos causa menor impacto aos recursos naturais, contribuindo para melhorar a qualidade de vida das pessoas.

Nesse sistema de produção de alimentos vegetais, o controle de insetos é manejado por meio do(a)

- a) prática de adubação verde.
 - b) emprego da compostagem.
 - c) controle da irrigação do solo.
 - d) utilização de predadores naturais.
 - e) uso de sementes inoculadas com Rhizobium.
40. (Enem/2019) No quadro estão apresentadas informações sobre duas estratégias de sobrevivência que podem ser adotadas por algumas espécies de seres vivos.

	Estratégia 1	Estratégia 2
Hábitat	Mais instável e imprevisível	Mais estável e previsível
Potencial biótico	Muito elevado	Baixo
Duração da vida	Curta e com reprodução precoce	Longa e com reprodução tardia
Descendentes	Muitos e com tamanho corporal pequeno	Poucos e com tamanho corporal maior
Tamanho populacional	Variável	Constante

Na recuperação de uma área desmatada deveriam ser reintroduzidas primeiramente as espécies que adotam qual estratégia?

- Estratégia 1, pois essas espécies produzem descendentes pequenos, o que diminui a competição com outras espécies.
 - Estratégia 2, pois essas espécies têm uma longa duração da vida, o que favorece a produção de muitos descendentes.
 - Estratégia 1, pois essas espécies apresentam um elevado potencial biótico, o que facilita a rápida recolonização da área desmatada.
 - Estratégia 2, pois essas espécies estão adaptadas a habitats mais estáveis, o que corresponde ao ambiente de uma área desmatada.
 - Estratégia 2, pois essas espécies apresentam um tamanho populacional constante, o que propicia uma recolonização mais estável da área desmatada.
41. (Enem/2019) O nitrogênio é essencial aos seres vivos e pode ser adquirido pelas plantas, através da absorção pelas raízes, e pelos animais, através da alimentação. Sua utilização na agricultura de forma inadequada tem aumentado sua concentração no ambiente, e o excesso, que é transportado para os cursos-d'água, tem causado a eutrofização. Contudo, tal dano ambiental pode ser minimizado pela adoção de práticas sustentáveis, que aprisionam esse elemento no solo, impedindo seu escoamento para rios e lagos.

O método sustentável visando a incorporação desse elemento na produção, prevenindo tal dano ambiental, é o(a)

- adição de minhocas na terra.
 - irrigação da terra antes do plantio.
 - reaproveitamento do esterco fresco.
 - descanso do solo sem adição de culturas.
 - fixação biológica nas raízes por bactérias.
42. (Enem/2019) Pesquisadores descobriram que uma espécie de abelha sem ferrão nativa do Brasil — a mandaguari (*Scaptotrigona depilis*) — cultiva um fungo nos ninhos dentro da colmeia. Após observações, verificaram que a sobrevivência das larvas da abelha depende da ingestão de filamentos do fungo, que produz metabólitos secundários com ação antimicrobiana, antitumoral e imunológica, além da alimentação convencional. Por sua vez, o fungo depende da abelha para se reproduzir e garante a sua multiplicação ao longo das gerações.

MIURA, J. Pequenas agricultoras: abelhas Mandaguari cultivam fungos para alimentar suas larvas. Disponível em: www.embrapa.br. Acesso em: 3 maio 2019 (adaptado).

O uso de fungicida ocasionaria à colmeia dessa espécie o(a)

- controle de pragas.
- acúmulo de resíduos.
- ampliação de espaço.
- redução da população.
- incremento de alimento.

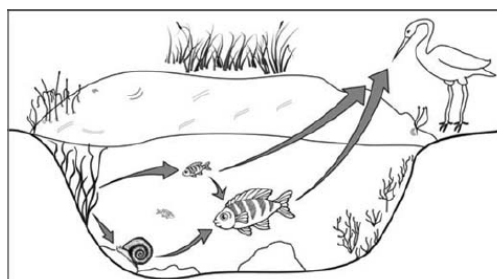
43. (Enem/2019) Algumas espécies de orquídeas apresentam flores que mimetizam vespas fêmeas, de forma que vespas machos são atraídas na tentativa de acasalamento. Ao chegarem às flores, os machos frequentemente entram em contato com o pólen da flor, sem prejuízo de suas atividades. Contudo, como não conseguem se acasalar, esses machos procuram novas fêmeas, podendo encontrar novas flores e polinizá-las.

Essa interação ecológica pode ser classificada como

- comensalismo.
- amensalismo.
- mutualismo.
- parasitismo.
- simbiose.

CADEIAS E TEIAS (FLUXO DE ENERGIA)

01. (Enem/2010) A figura representa uma cadeia alimentar em uma lagoa. As setas indicam o sentido do fluxo de energia entre os componentes dos níveis tróficos.



Sabendo que o mercúrio se acumula nos tecidos vivos, que componente dessa cadeia alimentar apresentará maior teor de mercúrio no organismo se nessa lagoa ocorrer um derramamento desse metal?

- As aves, pois são os predadores do topo dessa cadeia e acumulam mercúrio incorporado pelos componentes dos demais elos.
- Os caramujos, pois se alimentam das raízes das plantas, que acumulam maior quantidade de metal.
- Os grandes peixes, pois acumulam o mercúrio presente nas plantas e nos peixes pequenos.
- Os pequenos peixes, pois acumulam maior quantidade de mercúrio, já que se alimentam das plantas contaminadas.
- As plantas aquáticas, pois absorvem grande quantidade de mercúrio da água através de suas raízes e folhas.

02. (Enem/2011) Os personagens da figura estão representando uma situação hipotética de cadeia alimentar.



Disponível em: <http://www.cienciasgaspar.blogspot.com>

Suponha que, em cena anterior à apresentada, o homem tenha se alimentado de frutas e grãos que conseguiu coletar. Na hipótese de, nas próximas cenas, o tigre ser bem-sucedido e, posteriormente, servir de alimento aos abutres, tigre e abutres ocuparão, respectivamente, os níveis tróficos de

- a) produtor e consumidor primário.
- b) consumidor primário e consumidor secundário.
- c) consumidor secundário e consumidor terciário.
- d) consumidor terciário e produtor.
- e) consumidor secundário e consumidor primário.

03. (Enem/2011)



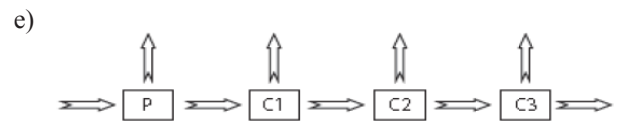
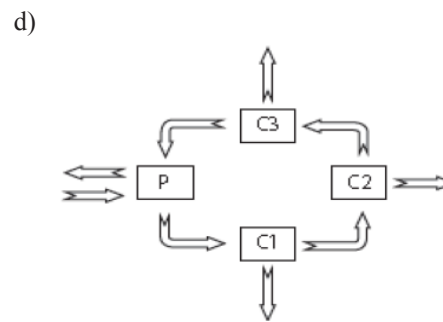
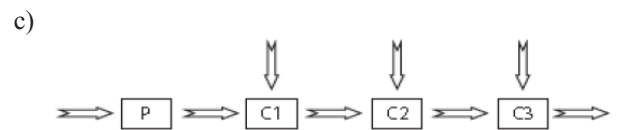
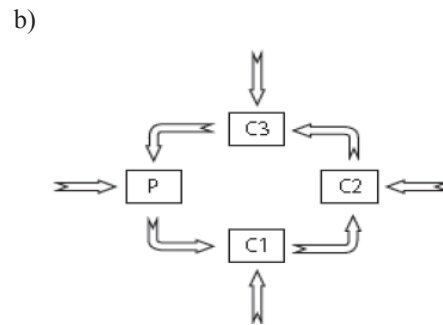
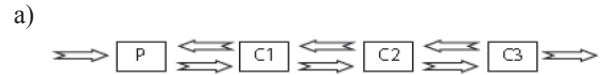
"Isso é terrível. Se o plâncton entrar em greve, isso vai destruir toda a cadeia alimentar."

HARRIS, S. *A ciência ri*. São Paulo: Unesp, 2007.

A charge ilustra a transferência de matéria numa cadeia alimentar.

Considerando as setas indicativas e saída de energia nos níveis tróficos, o esquema que representa esse fluxo é:

Legenda: P produtores, C1 consumidor primário, C2 consumidor secundário e C3 consumidor terciário.



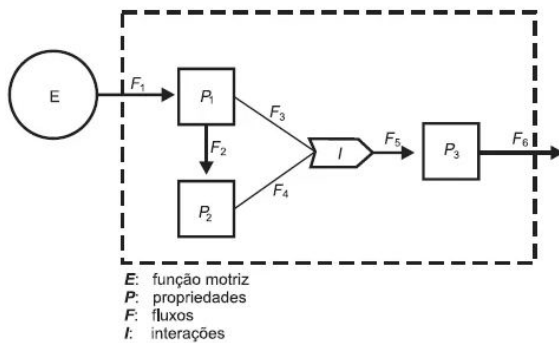
04. (Enem/2011) *Escargot* é um caramujo comestível, especialmente utilizado na culinária francesa. No Brasil, na década de 1980, empresários brasileiros trouxeram uma espécie de caramujo africano, visando produzi-lo e vendê-lo como *escargot*. Porém, esses caramujos mostraram-se inúteis para a culinária e foram liberados no ambiente. Atualmente, esse caramujo africano representa um sério problema ambiental em diversos estados brasileiros.

Caramujos africanos invadem casas em Ribeirão Preto. *G1*. Disponível em: <<http://g1.globo.com>>. Acesso em: 13 ago. 2008. (Adaptado).

Além do clima favorável, que outro fator contribuiu para a explosão populacional do caramujo africano no Brasil?

- a) Ausência de inimigos naturais.
- b) Alta taxa de mortalidade dos ovos.
- c) Baixa disponibilidade de alimentos.
- d) Alta disponibilidade de áreas desmatadas.
- e) Abundância de espécies nativas competidoras.

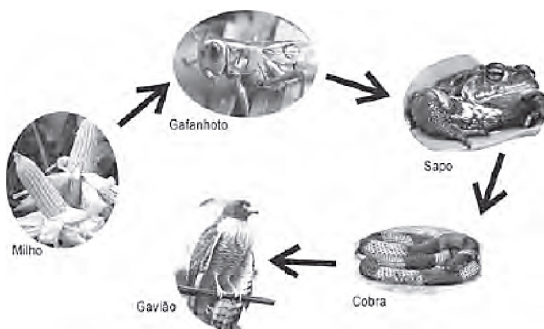
05. (Enem/2012) A figura representa um dos modelos de um sistema de interações entre seres vivos. Ela apresenta duas propriedades, P_1 e P_2 , que interagem em I , para afetar uma terceira propriedade, P_3 , quando o sistema é alimentado por uma fonte de energia, E . Essa figura pode simular um sistema de campo em que P_1 representa as plantas verdes; P_2 , um animal herbívoro, e P_3 , um animal onívoro.



ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

A função interativa I representa a proporção de

- herbivoria entre P_1 e P_2 .
 - polinização entre P_1 e P_2 .
 - P_3 utilizada na alimentação de P_1 e P_2 .
 - P_1 ou P_2 utilizada na alimentação de P_3 .
 - energia de P_1 e de P_2 que saem do sistema.
06. (Enem/2012) O uso de defensivos agrícolas é preocupante pela sua toxicidade aos ecossistemas, tanto ao meio biótico como abiótico, afetando as cadeias alimentares. Alguns defensivos, como o DDT (dicloro-difenil-tricloroetano), por serem muito estáveis, entram nas cadeias alimentares e permanecem nos ecossistemas.



PASCHOAL, A. D. *Pragas, praguicidas e a crise ambiental: problemas e soluções*. Rio de Janeiro. FGV, 1979 (adaptado).

Com base nas informações e na figura, o elo da cadeia alimentar que apresentará as maiores concentrações do defensivo é o do(a)

- sapo, devido ao tempo de vida ser longo, acumulando maior quantidade de compostos tóxicos ao longo da vida.
- cobra, devido à digestão lenta dos alimentos, resultando na concentração dos compostos tóxicos neste organismo.

- gafanhoto, devido ao elevado consumo de milho, resultando em altas concentrações dos compostos tóxicos no seu organismo.
- milho, devido à aplicação direta de defensivo na gramínea, gerando altas concentrações de compostos tóxicos em toda a planta.
- gavião, devido à acumulação de compostos tóxicos ao longo da cadeia alimentar, resultando nas maiores concentrações neste organismo.

07. (Enem/2012) Considere a seguinte cadeia alimentar em um ambiente marinho:

Fitoplânctons → Copépodos → Sardinhas → Atuns

Imagine que nessa cadeia sejam introduzidas águas-vivas, que se alimentam dos copépodos (crustáceos planctônicos). Nessa área, as águas-vivas não são alimentos para outros organismos. No mesmo período ocorre sobrepesca das populações de sardinhas.

Como consequência das interferências descritas na cadeia alimentar será observada diminuição

- da população de copépodos em decorrência da diminuição do estoque de sardinhas.
- da população de atuns em consequência da diminuição da população de sardinhas.
- da quantidade de fitoplâncton devido à redução no estoque de copépodos.
- do estoque de copépodos em função do aumento da população de atuns.
- da população de atuns pelo aumento da população de copépodos.

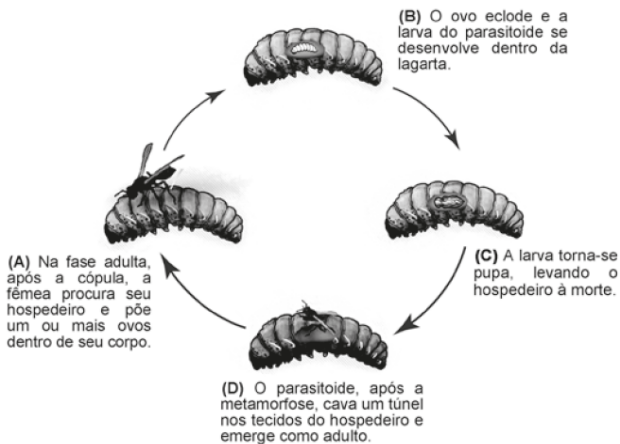
08. (Enem/2013) Estudos de fluxo de energia em ecossistemas demonstram que a alta produtividade nos manguezais está diretamente relacionada às taxas de produção primária líquida e à rápida reciclagem dos nutrientes. Como exemplo de seres vivos encontrados nesse ambiente, temos: aves, caranguejos, insetos, peixes e algas.

Dos grupos de seres vivos citados, os que contribuem diretamente para a manutenção dessa produtividade no referido ecossistema são

- aves.
- algas.
- peixes.
- insetos.
- caranguejos.

09. (Enem/2014) Os parasitoides (misto de parasitas e predadores) são insetos diminutos que têm hábitos muito peculiares: suas larvas podem se desenvolver dentro do corpo de outros organismos, como mostra a figura. A forma adulta se alimenta de pólen e açúcares. Em geral, cada parasitoide ataca hospedeiros de determinada espécie e, por isso, esses organismos vêm sendo amplamente usados para o controle biológico de pragas agrícolas.

Ciclo de vida de um inseto parasitoide de lagartas



SANTO, M. M. E.; FARIA, M. L. *Parasitoides: insetos benéficos e cruéis*. *Ciência Hoje*, v. 49, n. 291, abr. 2012 (adaptado).

A forma larval do parasitoide assume qual papel nessa cadeia alimentar?

- Consumidor primário, pois ataca diretamente uma espécie herbívora.
 - Consumidor secundário, pois se alimenta diretamente dos tecidos da lagarta.
 - Organismo heterótrofo de primeira ordem, pois se alimenta de pólen na fase adulta.
 - Organismo heterótrofo de segunda ordem, pois apresenta o maior nível energético na cadeia.
 - Decompositor, pois se alimenta de tecidos do interior do corpo da lagarta e a leva à morte.
10. (Enem/2015) “Bioindicador ou indicador biológico é uma espécie ou grupo de espécies que reflete o estado biótico ou abiótico de um meio ambiente, o impacto produzido sobre um habitat, comunidade ou ecossistema, entre outras funções. A posição trófica do organismo bioindicador é uma das características mais relevantes quanto ao seu grau de importância para essa função: quanto mais baixo o nível trófico do organismo, maior é a sua utilidade, pois pressupõe-se que toda a cadeia trófica é contaminada a partir dele.”

ANDRÉA, M. M. *Bioindicadores ecotoxicológicos de agrotóxicos*. Disponível em: <www.biologico.sp.gov.br>. Acesso em: 11 mar. 2013 (adaptado).

O grupo de organismos mais adequado para essa condição, do ponto de vista da sua posição na cadeia trófica, é constituído por

- algas.
- peixes.
- baleias.
- camarões.
- anêmonas.

11. (Enem/2015) O caramujo gigante africano, *Achatina fulica*, é uma espécie exótica que tem despertado o interesse das autoridades brasileiras, uma vez que tem causado danos ambientais e prejuízos econômicos à agricultura. A introdução da espécie no Brasil ocorreu clandestinamente, com o objetivo de ser utilizada na alimentação humana. Porém, o molusco teve pouca aceitação no comércio de alimentos, o que resultou em abandono e liberação intencional das criações por vários produtores. Por ser uma espécie herbívora generalista (alimenta-se de mais de 500 espécies diferentes de vegetais), com grande capacidade reprodutiva, tornou-se uma praga agrícola de difícil erradicação. Associada a isto, a ausência de predadores naturais fez com que ocorresse um crescimento descontrolado da população.

O desequilíbrio da cadeia alimentar observado foi causado pelo aumento da densidade populacional de

- Consumidores terciários, em função da elevada disponibilidade de consumidores secundários.
 - Consumidores primários, em função da ausência de consumidores secundários.
 - Consumidores secundários, em função da ausência de consumidores primários.
 - Consumidores terciários, em função da elevada disponibilidade de produtores.
 - Consumidores primários, em função do aumento de produtores.
12. (Enem/2016) Ao percorrer o trajeto de uma cadeia alimentar, o carbono, elemento essencial e majoritário da matéria orgânica que compõe os indivíduos, ora se encontra em sua forma inorgânica, ora se encontra em sua forma orgânica. Em uma cadeia alimentar composta por fitoplâncton, zooplâncton, moluscos, crustáceos e peixes ocorre a transição desse elemento da forma inorgânica para a orgânica.

Em qual grupo de organismos ocorre essa transição?

- Fitoplâncton.
 - Zooplâncton.
 - Moluscos.
 - Crustáceos.
 - Peixes.
13. (Enem/2016) Suponha que um pesticida lipossolúvel que se acumula no organismo após ser ingerido tenha sido utilizado durante anos na região do Pantanal, ambiente que tem uma de suas cadeias alimentares representadas no esquema:

PLÂNCTON → PULGA-D'ÁGUA →
LAMBARI → PIRANHA → TUIUIÚ

Um pesquisador avaliou a concentração do pesticida nos tecidos de lambaris da região e obteve um resultado de 6,1 partes por milhão (ppm).



Qual será o resultado compatível com a concentração do pesticida (em ppm) nos tecidos dos outros componentes da cadeia alimentar?

a)

PLÂNCTON	PULGA-D'ÁGUA	PIRANHA	TUIUIÚ
15,1	10,3	4,3	1,2

b)

PLÂNCTON	PULGA-D'ÁGUA	PIRANHA	TUIUIÚ
6,1	6,1	6,1	6,1

c)

PLÂNCTON	PULGA-D'ÁGUA	PIRANHA	TUIUIÚ
2,1	4,3	10,4	14,3

d)

PLÂNCTON	PULGA-D'ÁGUA	PIRANHA	TUIUIÚ
2,1	3,9	4,1	2,3

e)

PLÂNCTON	PULGA-D'ÁGUA	PIRANHA	TUIUIÚ
8,8	5,8	5,3	9,6

14. (Enem/2017) Os botos-cinza (*Sotalia guianensis*), mamíferos da família dos golfinhos, são excelentes indicadores da poluição das áreas em que vivem, pois passam toda a sua vida — cerca de 30 anos — na mesma região. Além disso, a espécie acumula mais contaminantes em seu organismo, como o mercúrio, do que outros animais da sua cadeia alimentar.

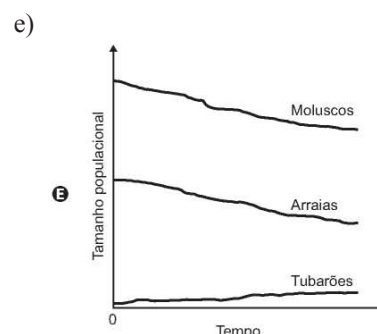
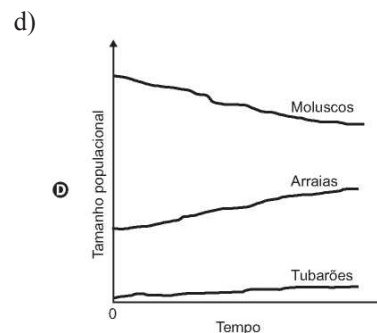
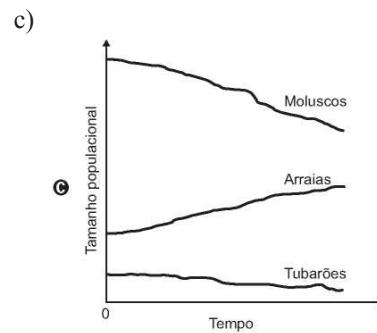
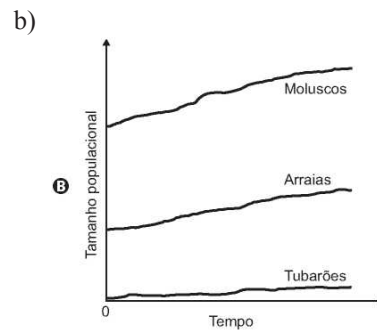
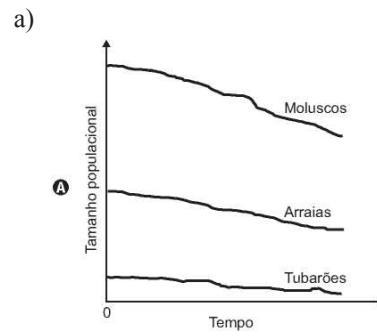
MARCOLINO, B. *Sentinelas do mar*. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br>>. Acesso em: 1 ago. 2012 (adaptado).

Os botos-cinza acumulam maior concentração dessas substâncias porque

- a) são animais herbívoros.
 - b) são animais detritívoros.
 - c) são animais de grande porte.
 - d) digerem o alimento lentamente.
 - e) estão no topo da cadeia alimentar.
15. (Enem/2017) Dados compilados por Jeremy Jackson, do Instituto Scripps de Oceanografia (EUA), mostram que o declínio de 90% dos indivíduos de 11 espécies de tubarões do Atlântico Norte, causado pelo excesso de pesca, fez com que a população de uma arraia, normalmente devorada por eles, explodisse para 40 milhões de indivíduos. Doce vingança: essa horda de arraias é capaz de devorar 840 mil toneladas de moluscos por ano, o que provavelmente explica o colapso da antes lucrativa pesca de mariscos na Baía de Chesapeake (EUA).

LOPES, R. J. *Nós, o asteroide*. Revista Unesp Ciência, abr. 2010. Disponível em: <https://issuu.com>. Acesso em: 9 maio 2017 (adaptado).

Qual das figuras representa a variação do tamanho populacional de tubarões, arraias e moluscos no Atlântico Norte, a partir do momento em que a pesca de tubarões foi iniciada (tempo zero)?



BIOMAS

01. (Enem/2009) “As mudanças climáticas e da vegetação ocorridas nos trópicos da América do Sul têm sido bem documentadas por diversos autores, existindo um grande acúmulo de evidências geológicas ou paleoclimatológicas que evidenciam essas mudanças ocorridas durante o Quaternário nessa região. Essas mudanças resultaram em restrição da distribuição das florestas pluviais, com expansões concomitantes de *habitat* não florestais durante períodos áridos (glaciais), seguido da expansão das florestas pluviais e restrição das áreas não florestais durante períodos úmidos (interglaciais).”

Disponível em: <http://zoo.bio.ufpr.br>

Acesso em: 1º maio 2009.

Durante os períodos glaciais,

- as áreas não florestais ficam restritas a refúgios ecológicos devido à baixa adaptabilidade de espécies não florestais a ambientes áridos.
 - grande parte da diversidade de espécies vegetais é reduzida, uma vez que necessitam de condições semelhantes a dos períodos interglaciais.
 - a vegetação comum ao cerrado deve ter se limitado a uma pequena região do centro do Brasil, da qual se expandiu até atingir a atual distribuição.
 - plantas com adaptações ao clima árido, como o desenvolvimento de estruturas que reduzem a perda de água, devem apresentar maior área de distribuição.
 - florestas tropicais como a amazônica apresentam distribuição geográfica mais ampla, uma vez que são densas e diminuem a ação da radiação solar sobre o solo e reduzem os efeitos da aridez.
02. (Enem/2009) Uma pesquisadora deseja reflorestar uma área de mata ciliar quase que totalmente desmatada. Essa formação vegetal é um tipo de floresta muito comum nas margens de rios dos cerrados no Brasil central e, em seu clímax, possui vegetação arbórea perene e apresenta dossel fechado, com pouca incidência luminosa no solo e nas plântulas. Sabe-se que a incidência de luz, a disponibilidade de nutrientes e a umidade do solo são os principais fatores do meio ambiente físico que influenciam no desenvolvimento da planta. Para testar unicamente os efeitos da variação de luz, a pesquisadora analisou, em casas de vegetação com condições controladas, o desenvolvimento de plantas de 10 espécies nativas da região desmatada sob quatro condições de luminosidade: uma sob sol pleno e as demais em diferentes níveis de sombreamento. Para cada tratamento experimental, a pesquisadora relatou se o desenvolvimento da planta foi bom, razoável ou ruim, de acordo com critérios específicos.

Os resultados obtidos foram os seguintes:

Espécie	Condição de luminosidade			
	Sol pleno	Sombreamento		
		30%	50%	90%
1	Razoável	Bom	Razoável	Ruim
2	Bom	Razoável	Ruim	Ruim
3	Bom	Bom	Razoável	Ruim
4	Bom	Bom	Bom	Bom
5	Bom	Razoável	Ruim	Ruim
6	Ruim	Razoável	Bom	Bom
7	Ruim	Ruim	Ruim	Razoável
8	Ruim	Ruim	Razoável	Ruim
9	Ruim	Razoável	Bom	Bom
10	Razoável	Razoável	Razoável	Bom

Para o reflorestamento da região desmatada

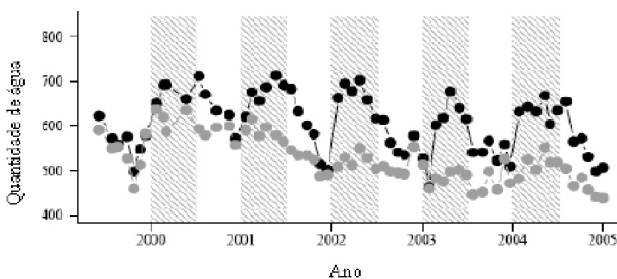
- a espécie 8 é mais indicada que a 1, uma vez que aquela possui melhor adaptação a regiões com maior incidência de luz.
 - recomenda-se a utilização de espécies pioneiras, isto é, aquelas que suportam alta incidência de luz, como as espécies 2, 3 e 5.
 - sugere-se o uso de espécies exóticas, pois somente essas podem suportar a alta incidência luminosa característica de regiões desmatadas.
 - espécies de comunidade clímax, como as 4 e 7, são as mais indicadas, uma vez que possuem boa capacidade de aclimação a diferentes ambientes.
 - é recomendado o uso de espécies com melhor desenvolvimento à sombra, como as plantas das espécies 4, 6, 7, 9 e 10, pois essa floresta, mesmo no estágio de degradação referido, possui dossel fechado, o que impede a entrada de luz.
03. (Enem/2009) “A caatinga está em risco: estudo revela que 59% da vegetação natural desse bioma já sofreram algum tipo de modificação por atividades humanas. Um problema que esse bioma enfrenta é o fenômeno da desertificação. Segundo cientistas, à medida que a agricultura avança na região, esse fenômeno ganha maiores proporções. Para os cientistas, essa constatação evidencia a grande necessidade de medidas urgentes para a preservação da caatinga, que hoje só tem 1% de sua área incluída em unidades de conservação.”

Ferraz, M. *Caatinga, muito prazer. Ciência Hoje*, Rio de Janeiro; v. 42. n. 251. p. 46-47. 2008 (adaptado).

A caatinga pode ser considerada um ambiente frágil onde a desertificação

- decorre da presença de solos ricos em nutrientes, porém rasos.
- deve-se à presença de um lençol freático extenso, porém raso.
- deverá regredir nos próximos anos, devido ao regime de chuvas da região.
- é um problema de pouca importância, pois atinge poucas regiões do bioma.
- pode ser evitada mantendo-se a vegetação nativa, que impede a ocorrência desse fenômeno.

04. (Enem/2009) “Um experimento realizado na Floresta Nacional dos Tapajós, no Pará, teve como objetivo identificar o papel da redução das chuvas sobre a Floresta Amazônica decorrente do aquecimento global. Para tanto, entre os anos de 2000 a 2004, foi simulada uma situação de seca severa em uma área de vegetação nativa que media um hectare, denominada “área estudada”. Os resultados obtidos foram comparados com os dados de outra área com tamanho, vegetação e estrutura similar e que não havia sido exposta à seca, denominada “área controle”. Foi medida a quantidade de água no solo das duas áreas durante os períodos de chuva e de seca na Floresta Amazônica. A quantidade de água (em milímetros) encontrada na área estudada (pontos cinzas) e controle (pontos pretos) é mostrada no gráfico a seguir. As faixas verticais cinzas representam o período no qual os pesquisadores criaram uma seca artificial na área estudada, durante os períodos chuvosos”.



BRANDO, P. M. et al. *Throughfall reduction experiment*. In: Philosophical Transaction of the Royal Society. B, v. 363, 2008, p. 1839-1948. Disponível em: <<http://www.revistapesquisa.fapesp.br/?art=3772&bd=1&pg=1>>. Acesso em: 20 mar. 2009. (adaptado).

Analisando o gráfico, que revela o resultado direto da metodologia usada para criar secas artificiais, observa-se que

- não houve, durante o experimento, recuperação da quantidade de água no solo da área estudada.
- o volume de água no solo da área estudada, durante todos os períodos de seca natural, foi significativamente menor que o da área controle.
- uma demora de 4 anos é observada, até que se perceba a eficácia da metodologia de indução das secas artificiais criadas pelos pesquisadores.
- a área estudada apresenta um declínio efetivo na quantidade de água no solo, causado pela seca induzida, o que é evidente a partir do segundo ano de observação.
- a diferença mais significativa entre as áreas, durante os períodos de seca induzida, ocorreu entre os anos de 2002 e 2003, mostrando uma redução, em média, em torno de 60% na quantidade de água no solo.

05. (Enem/2009) “Não é a primeira vez que os cientistas brasileiros são colocados diante do desafio de encontrar uma fonte de energia renovável como alternativa para o petróleo e seus derivados. Tampouco é a primeira vez que uma planta, “que cresce por si só como mato”, é vista como a salvação da lavoura e depois se torna uma frustração para os produtores. Os pesquisadores temem que a riqueza da biodiversidade brasileira confunda produtores rurais e os leve a subestimar o desafio científico e tecnológico de transformar qualquer planta promissora e dela obter uma commodity agroindustrial, como se fez com a cana e o etanol.”

Sem ciência, biodiversidade não garante produção.
Ciência Hoje, n. 4, jul. 2008 (adaptado).

Uma das grandes limitações para uso, em escala comercial, de espécies vegetais nativas, ainda não domesticadas, para a produção de energia, deve-se ao fato de que essas plantas, em geral, apresentam baixa

- rusticidade.
- variabilidade genética.
- adaptação ao ambiente.
- uniformidade no crescimento.
- resistência a fatores abióticos.

06. (Enem/2010)



Dois pesquisadores percorreram os trajetos marcados no mapa. A tarefa deles foi analisar os ecossistemas e, encontrando problemas, relatar e propor medidas de recuperação. A seguir, são reproduzidos trechos aleatórios extraídos dos relatórios desses dois pesquisadores.

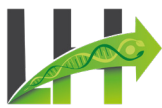
Trechos aleatórios extraídos do relatório do pesquisador P₁:
I. “Por causa da diminuição drástica das espécies vegetais deste ecossistema, como os pinheiros, a gralha azul também está em processo de extinção”.

II. “As árvores de troncos tortuosos e cascas grossas que predominam nesse ecossistema estão sendo utilizadas em carvoarias”.

Trechos aleatórios extraídos do relatório do pesquisador P₂:
III. “Das palmeiras que predominam nesta região podem ser extraídas substâncias importantes para a economia regional”.

IV. “Apesar da aridez desta região, em que encontramos muitas plantas espinhosas, não se pode desprezar a sua biodiversidade.”

Ecossistemas brasileiros: mapa da distribuição dos ecossistemas. Disponível em: <<http://educacao.uol.com.br/ciencias/ult1QBQu52.ihtm>>. Acesso em: 20 abr. 2010 (adaptado).



Os trechos I, II, III e IV referem-se, pela ordem, aos seguintes ecossistemas

- a) Caatinga, Cerrado, Zona dos cocais e Floresta Amazônica.
- b) Mata de Araucárias, Cerrado, Zona dos cocais e Caatinga.
- c) Manguezais, Zona dos cocais, Cerrado e Mata Atlântica.
- d) Floresta Amazônica, Cerrado, Mata Atlântica e Pampas.
- e) Mata Atlântica, Cerrado, Zona dos cocais e Pantanal.

07. (Enem/2012) A vegetação do cerrado é constituída por árvores esparsas que apresentam troncos retorcidos e raízes profundas, disseminadas em meio a arbustos.

As raízes dessas árvores são uma importante estratégia evolutiva, pois

- a) aumentam a taxa de fotossíntese das árvores, o que eleva a produção de biomassa.
- b) melhoram a sustentação das árvores no solo, quo se torna arenoso nos períodos intensos de seca.
- c) possibilitam a absorção de água de regiões mais profundas do solo, inclusive em períodos de seca.
- d) dificultam a ação de predadores que se alimentam desses órgãos, provocando a morte das árvores.
- e) diminuem a superfície de contato desses órgãos com a atmosfera, impedindo a perda de água por evaporação.

08. (Enem/2013) “A Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro, ocupando cerca de 7% a 10% do território nacional. Nesse ambiente seco, mesmo quando chove, não há acúmulo de água, pois o solo é raso e pedregoso Assim, as plantas desse bioma possuem modificações em suas raízes, caules e folhas, que permitem melhor adaptação a esse ambiente, contra a perda de água e de nutrientes. Geralmente, seus caules são suculentos e suas folhas possuem forma de espinhos e cutículas altamente impermeáveis, que apresentam queda na estação seca.”

Disponível em: www.ambientebrasil.com.br
Acesso em: 21 maio 2010 (adaptado).

Considerando as adaptações nos órgãos vegetativos, a principal característica das raízes dessas plantas, que atribui sua maior adaptação à Caatinga, é o(a)

- a) armazenamento de nutrientes por um sistema radicular aéreo.
- b) fixação do vegetal ao solo por um sistema radicular do tipo tuberoso.
- c) fixação do vegetal ao substrato por um sistema radicular do tipo sugador.
- d) absorção de água por um sistema radicular desenvolvido e profundo.
- e) armazenamento de água do solo por um sistema radicular do tipo respiratório.

09. (Enem/2013) “O manguezal é um dos mais ricos ambientes do planeta, possui uma grande concentração de vida, sustentada por nutrientes trazidos dos rios e das folhas que caem das árvores. Por causa da quantidade de sedimentos – restos de plantas e outros organismos – misturados à água salgada, o solo dos manguezais tem aparência de lama, mas dele resulta uma floresta exuberante capaz de sobreviver naquele solo lodoso e salgado.”

NASCIMENTO, M.S.V. Disponível em: <http://chc.cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 3 ago.2011.

Para viverem em ambiente tão peculiar, as plantas dos manguezais apresentam adaptações, tais como

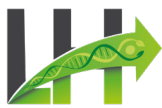
- a) folhas substituídas por espinhos, a fim de reduzir a perda de água para o ambiente.
- b) folhas grossas, que caem em períodos frios, a fim de reduzir a atividade metabólica.
- c) caules modificados, que armazenam água, a fim de suprir as plantas em períodos de seca.
- d) raízes desenvolvidas, que penetram profundamente no solo, em busca de água.
- e) raízes respiratórias ou pneumatóforos, que afloram do solo e absorvem o oxigênio diretamente do ar.

10. (Enem/2014) Uma região de Cerrado possui lençol freático, estação seca bem marcada, grande insolação e recorrência de incêndios naturais. Cinco espécies de árvores nativas, com características apresentadas no quadro, foram avaliadas quanto ao seu potencial para uso em projetos de reflorestamento nessa região.

Característica	Árvore 1	Árvore 2	Árvore 3	Árvore 4	Árvore 5
Superfície foliar	Coberta por tricomas	Coberta por cera	Coberta por cera	Coberta por espinhos	Coberta por espinhos
Profundidade das raízes	Baixa	Alta	Baixa	Baixa	Alta

Qual é a árvore adequada para o reflorestamento dessa região?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5



11. (Enem/2014) Determinado bioma brasileiro apresenta vegetação conhecida por perder as folhas e ficar apenas com galhos esbranquiçados, ao passar por até nove meses de seca. As plantas podem acumular água no caule e na raiz, além de apresentarem folhas pequenas, que em algumas espécies assumem a forma de espinhos.

Qual região fitogeográfica brasileira apresenta plantas com essas características?

- a) Cerrado.
- b) Pantanal.
- c) Caatinga.
- d) Mata Atlântica.
- e) Floresta Amazônica.

12. (Enem/2014) “Manguezais são biomas litorâneos que ocorrem ao longo da costa brasileira com vegetação característica que se desenvolve em solo lodoso, alagado e salgado. Uma planta presente nesse bioma é *Avicennia tomentosa*, conhecida popularmente como siriúba. Dentre as características adaptativas dessa planta, destacam-se suas raízes, que afloram perpendicularmente ao solo, conhecidas como pneumatóforos.”

Essa adaptação está relacionada a uma maior

- a) eliminação de água.
- b) captação de O_2 do ar.
- c) captação de CO_2 do ar.
- d) absorção de nutrientes.
- e) fixação ao solo do manguezal.

13. (Enem/2015)

Dentre outras características, uma determinada vegetação apresenta folhas durante três a quatro meses ao ano, com limbo reduzido, mecanismo rápido de abertura e fechamento dos estômatos e caule suculento. Essas são algumas características adaptativas das plantas ao bioma onde se encontram.

Que fator ambiental é o responsável pela ocorrência dessas características adaptativas?

- a) Escassez de nutrientes no solo.
- b) Estratificação da vegetação.
- c) Elevada insolação.
- d) Baixo pH do solo.
- e) Escassez de água.

14. (Enem/2016) A vegetação apresenta adaptações ao ambiente, como plantas arbóreas e arbustivas com raízes que se expandem horizontalmente, permitindo forte ancoragem no substrato lamacento; raízes que se expandem verticalmente, por causa da baixa oxigenação do substrato; folhas que têm glândulas para eliminar o excesso de sais; folhas que podem apresentar cutícula espessa para reduzir a perda de água por evaporação.

As características descritas referem-se a plantas adaptadas ao bioma:

- a) Cerrado.
- b) Pampas.
- c) Pantanal.
- d) Manguezal.
- e) Mata de Cocais.

15. (Enem/2016) Em uma aula de biologia sobre formação vegetal brasileira, a professora destacou que, em uma região, a flora convive com condições ambientais curiosas. As características dessas plantas não estão relacionadas com a falta de água, mas com as condições do solo, que é pobre em sais minerais, ácido e rico em alumínio. Além disso, essas plantas possuem adaptações ao fogo.

As características adaptativas das plantas que correspondem à região destacada pela professora são:

- a) Raízes escoras e respiratórias.
- b) Raízes tabulares e folhas largas.
- c) Casca grossa e galhos retorcidos.
- d) Raízes aéreas e perpendiculares ao solo.
- e) Folhas reduzidas ou modificadas em espinhos.

16. (Enem/2016) A Caatinga é um ecossistema que se encontra nos lados equatoriais dos desertos quentes, com índices pluviométricos muito baixos. Chove pouco no inverno e as chuvas, quando ocorrem, acontecem no verão. Apresenta plantas semelhantes às das regiões de deserto quente, do tipo xerófitas, como as cactáceas, com adaptações às condições de escassez de água.

SADAVA, D. et al. *Vida: a ciência da biologia*.

Porto Alegre: Artmed, 2009 (adaptado).

Uma característica que permite a sobrevivência dessas plantas, na condição da escassez citada, é a presença de

- a) caule subterrâneo.
- b) sistema radicular fasciculado.
- c) folhas modificadas em espinhos.
- d) parênquima amilífero desenvolvido.
- e) limbo foliar desprovido de estômatos.

17. (Enem/2017)

ASA BRANCA

Quando olhei a terra ardendo
Qual fogueira de São João
Eu perguntei a Deus do céu, ai
Por que tamanha judiação

Que braseiro, que fornalha
Nem um pé de plantação
Por falta d'água perdi meu gado
Morreu de sede meu alazão



Até mesmo a asa branca
Bateu asas do sertão
Então eu disse adeus Rosinha
Guarda contigo meu coração
[...]

GONZAGA, L.; TEIXEIRA, H.

Disponível em: <www.luizluagonzaga.mus.br>.

Acesso em: 29 set. 2011 (fragmento).

O bioma brasileiro retratado na canção é caracterizado principalmente por

- a) índices pluviométricos baixos.
 - b) alta taxa de evapotranspiração.
 - c) temperatura de clima temperado.
 - d) vegetação predominantemente epífita.
 - e) migração das aves no período reprodutivo.
18. (Enem/2018) O deserto é um bioma que se localiza em regiões de pouca umidade. A fauna é, predominantemente, composta por animais roedores, aves, répteis e artrópodes. Uma adaptação, associada a esse bioma, presente nos seres vivos dos grupos citados é o(a)
- a) existência de numerosas glândulas sudoríparas na epiderme.
 - b) eliminação de excretas nitrogenadas de forma concentrada.
 - c) desenvolvimento do embrião no interior de ovo com casca.
 - d) capacidade de controlar a temperatura corporal.
 - e) respiração realizada por pulmões foliáceos.
19. (Enem/2019) O mangue é composto por três tipos de árvores (*Rhizophora mangle* — mangue-bravo ou vermelho, *Avicennia schaueriana* — mangue-seriba, e *Laguncularia racemosa* — mangue-branco). Uma característica morfológica comum aos três tipos de árvores encontradas no mangue está relacionada à pouca disponibilidade de oxigênio encontrado em seu solo.

ALVES, J. R. P. (Org.). *Manguezais: educar para proteger*. Rio de Janeiro: Femar; Semads, 2001 (adaptado).

A característica morfológica de valor adaptativo referenciada no texto é a

- a) ausência de frutos.
- b) ausência de estômatos.
- c) presença de folhas largas.
- d) presença de raízes-escoras.
- e) presença de pneumatóforos.

HUMANIDADE E AMBIENTE

01. (Enem/2009) “Nos últimos 60 anos, a população mundial duplicou, enquanto o consumo de água foi multiplicado por sete. Da água existente no planeta, 97% são de água salgada (mares e oceanos), 2% formam geleiras inacessíveis e apenas 1% corresponde à água doce, armazenada em lençóis subterrâneos, rios e lagos. A poluição pela descarga de resíduos municipais e industriais, combinada com a exploração excessiva dos recursos hídricos disponíveis, ameaça o meio ambiente, comprometendo a disponibilidade de água doce para o abastecimento das populações humanas. Se esse ritmo se mantiver, em alguns anos a água potável tornar-se-á um bem extremamente raro e caro.”

MORAES, D.S.L.; JORDÃO, B.Q. *Degradação dos recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana*. Saúde Pública, São Paulo. v. 36. n. 3. Jun. 2002 (adaptado).

Considerando o texto, uma proposta viável para conservar o meio ambiente a água doce seria

- a) fazer uso exclusivo da água subterrânea, pois ela pouco interfere na quantidade de água dos rios.
 - b) desviar a água dos mares para os rios e lagos, de maneira a aumentar o volume de água doce nos pontos de captação.
 - c) promover a adaptação das populações humanas ao consumo da água do mar, diminuindo assim a demanda sobre a água doce.
 - d) reduzir a poluição e a exploração dos recursos naturais, otimizar o uso da água potável e aumentar captação da água da chuva.
 - e) realizar a descarga dos resíduos municipais e industriais diretamente nos mares, de maneira a não afetar a água doce disponível.
02. (Enem/2009) “Na região semiárida do Nordeste brasileiro, mesmo nos anos mais secos, chove pelo menos 200 milímetros por ano. Durante a seca, muitas pessoas, em geral as mães de família, têm de caminhar várias horas em busca de água, utilizando açudes compartilhados com animais e frequentemente contaminados. Sem tratamento, essa água é fonte de diarreias, parasitas intestinais, e uma das responsáveis pela elevada mortalidade infantil da região. Os açudes secam com frequência, tornando necessário o abastecimento das populações por carros-pipa, uma alternativa cara e que não traz solução definitiva ao abastecimento de água.”

OSAVA, M. *Chuva de beber: Cisternas para 50 mil famílias*. Revista Eco21. n. 06. novembro 2004 (adaptado).

Considerando o texto, a proposta mais eficaz para reduzir os impactos da falta de água na região seria

- a) subsidiar a venda de água mineral nos estabelecimentos comerciais.
- b) distribuir gratuitamente remédios contra parasitas e outras moléstias intestinais.
- c) desenvolver carros-pipa maiores e mais econômicos, de forma a baratear o custo da água transportada.
- d) captar água da chuva em cisternas, permitindo seu adequado tratamento e armazenamento para consumo.
- e) promover a migração das famílias mais necessitadas para as regiões Sudeste e Sul, onde as chuvas são abundantes.

03. (Enem/2009) “Confirmada pelos cientistas e já sentida pela população mundial, a mudança climática global é hoje o principal desafio socioambiental a ser enfrentado pela humanidade. Mudança climática é o nome que se dá ao conjunto de alterações nas condições do clima da Terra pelo acúmulo de seis tipos de gases na atmosfera – sendo os principais o dióxido de carbono (CO_2) e o metano (CH_4) – emitidos em quantidade excessiva através da queima de combustíveis (petróleo e carvão) e do uso inadequado do solo.”

SANTILLI, M. *Mudança climática global*. Almanaque Brasil Socioambiental 2008. São Paulo, 2007 (adaptado).

Suponha que, ao invés de superaquecimento, o planeta sofresse uma queda de temperatura, resfriando-se como numa era glacial, nesse caso

- a) a camada de geleiras, bem como o nível do mar, diminuiria.
 - b) as geleiras aumentariam, acarretando alterações no relevo do continente e no nível do mar.
 - c) o equilíbrio do clima do planeta seria restabelecido, uma vez que ele está em processo de aquecimento.
 - d) a fauna e a flora das regiões próximas ao círculo polar ártico e antártico nada sofreriam com a glaciação.
 - e) os centros urbanos permaneceriam os mesmos, sem prejuízo à população humana e ao seu desenvolvimento.
04. (Enem/2009) “Metade do volume de óleo de cozinha consumido anualmente no Brasil, cerca de dois bilhões de litros, é jogada incorretamente em ralos, pias e bueiros. Estima-se que cada litro de óleo descartado polua milhares de litros de água. O óleo no esgoto tende a criar uma barreira que impede a passagem da água, causa entupimentos e, conseqüentemente, enchentes. Além disso, ao contaminar os mananciais, resulta na mortandade de peixes. A reciclagem do óleo de cozinha, além de necessária, tem mercado na produção de biodiesel. Há uma demanda atual de 1,2 bilhões de litros de biodiesel no Brasil. Se houver planejamento na coleta, transporte e produção, estima-se que se possa pagar até R\$ 1,00 por litro de óleo a ser reciclado.”

Programa mostra caminho para uso do óleo de fritura na produção de biodiesel. Disponível em: <<http://www.nutrinews.com.br>>. Acesso em: 14 fev. 2009 (adaptado).

De acordo com o texto, o destino inadequado do óleo de cozinha traz diversos problemas. Com o objetivo de contribuir para resolver esses problemas, deve-se

- a) utilizar o óleo para a produção de biocombustíveis, como etanol.
- b) coletar o óleo devidamente e transportá-lo às empresas de produção de biodiesel.
- c) limpar periodicamente os esgotos das cidades para evitar entupimentos e enchentes.
- d) utilizar o óleo como alimento para os peixes, uma vez que preserva seu valor nutritivo após o descarte.
- e) descartar o óleo diretamente em ralos, pias e bueiros, sem tratamento prévio com agentes dispersantes.

05. (Enem/2009) “Nas últimas décadas os ecossistemas aquáticos têm sido alterados de maneira significativa em função de atividades antrópicas, tais como mineração, construção de barragens, desvio do curso natural de rios, lançamento de efluentes domésticos e industriais não tratados, desmatamento e uso inadequado do solo próximo aos leitos, superexploração dos recursos pesqueiros, introdução de espécies exóticas, entre outros. Como consequência, tem-se observado expressiva queda da qualidade da água e perda da biodiversidade aquática, em função da desestruturação dos ambientes físico, químico e biológico. A avaliação de impactos ambientais nesses ecossistemas tem sido realizada através da medição de alterações nas concentrações de variáveis físicas e químicas da água. Este sistema de monitoramento, juntamente com a avaliação de variáveis biológicas, é fundamental para a classificação de rios e córregos em classes de qualidade de água e padrões de potabilidade e balneabilidade humanas.”

DAVE, M.; GOULART, C.; CALLISTO, M. *Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudo do impacto ambiental*.

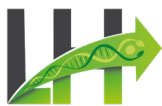
Disponível em: <<http://www.icb.ufmg.br>>.

Acesso em: jan. 2000 (adaptado).

Se um pesquisador pretende avaliar variáveis biológicas de determinado manancial, deve escolher os testes de

- a) teor de oxigênio dissolvido e de temperatura e turbidez da água.
 - b) teor de nitrogênio amoniacal e de temperatura e turbidez da água.
 - c) densidade populacional de cianobactérias e de invertebrados bentônicos.
 - d) densidade populacional de cianobactérias e do teor de alumínio dissolvido.
 - e) teor de nitrogênio amoniacal e de densidade populacional de invertebrados bentônicos.
06. (Enem/2009) “O mar de Aral, um lago de água salgada localizado em área da antiga União Soviética, tem sido explorado por um projeto de transferência de água em larga escala desde 1960. Por meio de um canal com mais de 1.300 km, enormes quantidades de água foram desviadas do lago para a irrigação de plantações de arroz e algodão. Aliado às altas taxas de evaporação e às fortes secas da região, o projeto causou um grande desastre ecológico e econômico, e trouxe muitos problemas de saúde para a população. A salinidade do lago triplicou, sua área superficial diminuiu 58% e seu volume, 83%. Cerca de 85% das áreas úmidas da região foram eliminadas e quase metade das espécies locais de aves e mamíferos desapareceu. Além disso, uma grande área, que antes era o fundo do lago, foi transformada em um deserto coberto de sal branco e brilhante, visível em imagens de satélite.”

MILLER JR., GT. *Ciência Ambiental*. São Paulo: Editora Thomson, 2007 (adaptado).



Suponha que tenha sido observada, em uma vila rural localizada a 100 km de distância do mar de Aral, alguns anos depois da implantação do projeto descrito, significativa diminuição na produtividade das lavouras, aumento da salinidade das águas e problemas de saúde em sua população. Esses sintomas podem ser efeito

- da perda da biodiversidade da região.
- da seca dos rios da região sob a influência do projeto.
- da perda de áreas úmidas nos arredores do mar de Aral.
- do sal trazido pelo vento, do mar de Aral para a vila rural.
- dos herbicidas utilizados nas lavouras de arroz e algodão do projeto.

07. (Enem/2009) “A atmosfera terrestre é composta pelos gases nitrogênio (N_2) e oxigênio (O_2), que somam cerca de 99%, e por gases traços, entre eles o gás carbônico (CO_2), vapor de água (H_2O), metano (CH_4), ozônio (O_3) e o óxido nítrico (N_2O), que compõem o restante 1% do ar que respiramos. Os gases traços, por serem constituídos por pelo menos três átomos, conseguem absorver o calor irradiado pela Terra, aquecendo o planeta. Esse fenômeno, que acontece há bilhões de anos, é chamado de efeito estufa. A partir da Revolução Industrial (século XIX), a concentração de gases traços na atmosfera, em particular o CO_2 , tem aumentado significativamente, o que resultou no aumento da temperatura em escala global. Mais recentemente, outro fator tornou-se diretamente envolvido no aumento da concentração de CO_2 na atmosfera: o desmatamento.”

BROWN, I. F. ALEC HANDRE, A. S. *Conceitos básicos sobre clima, carbono, florestas e comunidades*. A.G. Moreira & S. Schwartzman. *As mudanças climáticas globais e os ecossistemas brasileiros*. Brasília: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2000 (adaptado)

Considerando o texto, uma alternativa viável para combater o efeito estufa é

- reduzir o calor irradiado pela Terra mediante a substituição da produção primária pela industrialização refrigerada.
- promover a queima da biomassa vegetal, responsável pelo aumento do efeito devido à produção de CH_4 .
- reduzir o desmatamento, mantendo-se, assim, o potencial da vegetação em absorver o CO_2 da atmosfera.
- aumentar a concentração atmosférica de H_2O , molécula capaz de absorver grande quantidade de calor.
- remover moléculas orgânicas polares da atmosfera, diminuindo a capacidade delas de reter calor.

08. (Enem/2009) “A economia moderna depende da disponibilidade de muita energia em diferentes formas, para funcionar e crescer. No Brasil, o consumo total de energia pelas indústrias cresceu mais de quatro vezes no período entre 1970 e 2005. Enquanto os investimentos em energias limpas e renováveis, como solar e eólica, ainda são incipientes, ao se avaliar a possibilidade de instalação de usinas geradoras de energia elétrica, diversos fatores devem ser levados em consideração, tais como os impactos causados ao ambiente e às populações locais.”

RICARDO, B.; CAMPANILI, M. *Almanaque Brasil Socioambiental*. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2007 (adaptado).

Em uma situação hipotética, optou-se por construir uma usina hidrelétrica em região que abrange diversas quedas d'água em rios cercados por mata, alegando-se que causaria impacto ambiental muito menor que uma usina termelétrica. Entre os possíveis impactos da instalação de uma usina hidrelétrica nessa região, inclui-se

- a poluição da água por metais da usina.
- a destruição do *habitat* de animais terrestres.
- o aumento expressivo na liberação de CO_2 para a atmosfera.
- o consumo não renovável de toda água que passa pelas turbinas.
- o aprofundamento no leito do rio, com a menor deposição de resíduos no trecho de rio anterior à represa.

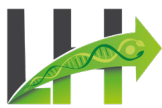
09. (Enem/2009) “A abertura e a pavimentação de rodovias em zonas rurais e regiões afastadas dos centros urbanos, por um lado, possibilitam melhor acesso e maior integração entre as comunidades, contribuindo com o desenvolvimento social e urbano de populações isoladas. Por outro lado, a construção de rodovias pode trazer impactos indesejáveis ao meio ambiente, visto que a abertura de estradas pode resultar na fragmentação de *habitat*, comprometendo o fluxo gênico e as interações entre espécies silvestres, além de prejudicar o fluxo natural de rios e riachos, possibilitar o ingresso de espécies exóticas em ambientes naturais e aumentar a pressão antrópica sobre os ecossistemas nativos.”

BARBOSA, N. P. U.; FERNANDES, G. W. *A destruição do jardim*. Scientific American Brasil. Ano 7, número 80, dez. 2008 (adaptado).

Neste contexto, para conciliar os interesses aparentemente contraditórios entre o progresso social e o urbano e a conservação do meio ambiente, seria razoável

- impedir a abertura e a pavimentação de rodovias em áreas rurais e em regiões preservadas, pois a qualidade de vida e as tecnologias encontradas nos centros urbanos são prescindíveis às populações rurais.
- impedir a abertura e a pavimentação de rodovias em áreas rurais e em regiões preservadas, promovendo a migração das populações rurais para os centros urbanos, onde a qualidade de vida é melhor.
- permitir a abertura e a pavimentação de rodovias apenas em áreas rurais produtivas, haja vista que nas demais áreas o retorno financeiro necessário para produzir uma melhoria na qualidade de vida da região não é garantido.
- permitir a abertura e a pavimentação de rodovias, desde que comprovada a sua real necessidade e após a realização de estudos que demonstrem ser possível contornar ou compensar seus impactos ambientais.
- permitir a abertura e a pavimentação de rodovias, haja vista que os impactos ao meio ambiente são temporários e podem ser facilmente revertidos com as tecnologias existentes para recuperação de áreas degradadas.





10. (Enem/2009) “Cerca de 1% do lixo urbano é constituído por resíduos sólidos contendo elementos tóxicos. Entre esses elementos estão metais pesados como o cádmio, o chumbo e o mercúrio, componentes de pilhas e baterias, que são perigosos à saúde humana e ao meio ambiente. Quando descartadas em lixos comuns, pilhas e baterias vão para aterros sanitários ou lixões a céu aberto, e o vazamento de seus componentes contamina o solo, os rios e o lençol freático, atingindo a flora e a fauna. Por serem bioacumulativos e não biodegradáveis, esses metais chegam de forma acumulada aos seres humanos, por meio da cadeia alimentar. A legislação vigente (Resolução CONAMA nº 257/1999) regulamenta o destino de pilhas e baterias após seu esgotamento energético e determina aos fabricantes e/ou importadores a quantidade máxima permitida desses metais em cada tipo de pilha/bateria, porém o problema ainda persiste.”

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

Acesso em: 11 jul. 2009 (adaptado)

Uma medida que poderia contribuir para acabar definitivamente com o problema da poluição ambiental por metais pesados relatado no texto seria

- deixar de consumir aparelhos elétricos que utilizem pilha ou bateria como fonte de energia.
 - usar apenas pilhas ou baterias recarregáveis e de vida útil longa e evitar ingerir alimentos contaminados, especialmente peixes.
 - devolver pilhas e baterias, após o esgotamento da energia armazenada, à rede de assistência técnica especializada para repasse a fabricantes e/ou importadores.
 - criar nas cidades, especialmente naquelas com mais de 100 mil habitantes, pontos estratégicos de coleta de baterias e pilhas, para posterior repasse a fabricantes e/ou importadores.
 - exigir que fabricantes invistam em pesquisa para a substituição desses metais tóxicos por substâncias menos nocivas ao homem e ao ambiente, e que não sejam bioacumulativas.
11. (Enem/2009) “A seca extrema que atingiu a região amazônica em 2005 provocou problemas de saúde em 90% da população pobre de Rio Branco (AC). A principal causa foi a fumaça liberada, em grandes quantidades, pelas queimadas, que se intensificaram devido ao clima. A concentração de fumaça ficou três vezes maior que o limite crítico estabelecido pelo Ministério do Meio Ambiente, e a de fuligem, mais do que dobrou.”

Ciência Hoje, Rio de Janeiro, v. 42. nº 252, p. 54, set/2008 (adaptado).

A fumaça liberada pelas queimadas

- é responsável pelos altos índices pluviométricos na região amazônica.
- possui gases do efeito estufa e pode influenciar a temperatura global.
- pode tornar-se menor à medida que as fronteiras agrícolas do país aumentarem.
- é útil para a formação de nuvens, na manutenção da umidade relativa característica da região.
- é maior no período de cheias, pois possui mais matéria orgânica que no período de estiagem.

12. (Enem/2009) “Hoje em dia, não é raro encontrar sacolas plásticas preenchidas com apenas um ou dois produtos. E não só no supermercado: da padaria à locadora de filmes, o consumidor está sempre diante de uma sacola, mesmo que ela não seja tão necessária assim. A cada mês, cerca de 1,5 bilhão de sacolas é consumido no Brasil. Isso significa 50 milhões por dia e 18 bilhões ao ano. Não é à toa, portanto, que o uso indiscriminado de sacolas virou um dos alvos preferidos dos ambientalistas.”

Revista Sustent. São Paulo: Editora Confiança, nº 1, out. 2008, p. 61 (adaptado).

Os ambientalistas consideram o uso excessivo de sacolas plásticas um risco ambiental, pois

- o uso de materiais descartáveis incrementa o consumo.
 - o plástico é derivado do petróleo, recurso natural escasso.
 - as sacolas se transformam em lixo de difícil decomposição.
 - o risco de contaminação do solo e do subsolo por gases tóxicos aumenta.
 - o consumo de produtos industrializados é estimulado, em detrimento do consumo dos produtos artesanais.
13. (Enem/2009) “Os clorofluorcarbonetos (CFCs) são substâncias formadas por moléculas que contêm átomos de carbono, flúor e cloro. Descobertos em 1930, eram considerados uma maravilha, pois substituíam, com grande eficiência, a amônia, utilizada em refrigeradores. A amônia é tóxica e tem odor desagradável, ao passo que os CFCs são inertes e não causam problemas aos seres humanos. Consequentemente, as fábricas de geladeiras rapidamente passaram a utilizar os CFCs. No entanto, em 1974, dois químicos – Mário Molina e Sherwood Rowland – descobriram que esses gases reagem com o O₃ da camada de ozônio, causando sérios problemas ambientais e aos seres vivos.”
- O que pode ser feito para evitar problemas ambientais devido à utilização dos clorofluorcarbonetos?
- Aumentar o preço dos refrigeradores, para desestimular o consumo.
 - Banir a utilização de gases refrigerantes, já que todos causam problemas.
 - Substituir gradativamente os CFCs por outros gases que não agredam a camada de ozônio.
 - Parar de utilizar CFCs em refrigeradores e utilizá-los apenas em embalagens como a de *spray* para cosméticos.
 - Comprar motores para refrigeradores em países nos quais a legislação não proíba a utilização desses gases.

14. (Enem/2009)

Entende-se por ciclo hidrológico a movimentação que a água, em seus três estados, sólido, líquido e gasoso, realiza entre os três grandes reservatórios existentes na Terra, a atmosfera, os oceanos e os continentes. O sol fornece a energia para proporcionar essa movimentação, uma vez que tal energia aumenta as demandas por evaporação da água líquida ou por derretimento quando em seu estado sólido. O aquecimento global, que está ocorrendo por causa do aumento dos gases causadores do efeito estufa, tem provocado:

- I. derretimento do gelo das geleiras nas regiões polares;
- II. aumento da umidade na atmosfera em aproximadamente 6% para cada grau de aumento na temperatura média da Terra;
- III. mudanças no regime climático das várias regiões, algumas ficando mais áridas, e outras, mais quentes, e, ainda, o aumento de tempestades em outras regiões.

OLERIANO, E.S.; DIAS, H.C.T. *A dinâmica da água em microbacias hidrográficas reflorestadas com eucalipto.*

Anais I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico, Taubaté, Brasil, 07-09 novembro 2007, IPABHi, p. 215-222.

Disponível em: <<http://www.agro.unitaui.br/serhidro/doc/pdfs/215-22.pdf>>. Acesso em: 25 jun/. 2008 (adaptado).

O aquecimento global está

- a) provocando o aumento do nível dos oceanos devido ao derretimento das geleiras.
 - b) diminuindo nos últimos anos devido à menor emissão dos gases causadores do efeito estufa.
 - c) mudando o regime climático nas várias regiões da Terra, ao diminuir a umidade atmosférica.
 - d) provocando uma mudança no clima da Terra e, conseqüentemente, espera-se, nos próximos anos, a diminuição nas tempestades.
 - e) afetando o ciclo hidrológico, que é a movimentação que a água no estado sólido e gasoso realiza entre a atmosfera, os oceanos e o continente.
15. (Enem/2009) “Algumas atividades humanas têm adicionado à atmosfera quantidades significativas de gases que contribuem para o aumento do efeito estufa, ocasionando mudanças climáticas, como a elevação da temperatura média global. Prevê-se um aumento de temperatura entre 1,4 e 5,8 °C e do nível global do mar entre 0,09 m e 0,88 m até 2100, além de aumento na média anual de precipitação e de evaporação em nosso século. Fenômenos biológicos como a interação insetos-plantas podem ser afetados: os calendários de floração, maturação de frutos e quebra de dormência das sementes dos vegetais e de passagem das diversas fases dos insetos vêm sendo alterados. Com isso, algumas plantas ficam prontas para a polinização sem que seus polinizadores estejam prontos, ou vice-versa.”

BESUNSAN, N. O desafio das mudanças climáticas. In: *Seria melhor manda ladrilhar?* Biodiversidade: como, para que e por que. Ed. UNB/Petrópolis, 2008 (adaptado).

Com base no texto, os impactos das mudanças climáticas previstos em nível mundial

- a) serão significativos apenas a partir de 2100, quando o nível global do mar ultrapassar o valor de 0,88 m, trazendo, então, conseqüências como a redução de praias e o aumento da salinidade marinha.
- b) irão gerar pequenos efeitos na biodiversidade, visto que a extinção de espécies sensíveis ao aquecimento global será compensada pelo surgimento de outras, mais tolerantes às temperaturas mais elevadas.

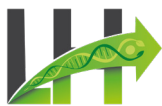
- c) serão mínimos na agricultura, visto que, com as tecnologias disponíveis, é perfeitamente possível a produção de frutos e sementes sem a presença dos polinizadores naturais das plantas de interesse econômico.
- d) aumentam com o tempo e atingem diversos parâmetros, desde climáticos, como aumento de temperatura, precipitação e evaporação, até biológicos, interferindo no ciclo de vida das espécies e nas suas interações.
- e) decorrem de fenômenos naturais, como o aumento da concentração de gases por atividade industrial, cujo efeito, na biodiversidade, se manifesta apenas nas espécies de pequeno porte, como insetos polinizadores.

16. (Enem/2009) “Muitas são as causas para a diminuição e a conseqüente extinção de diversas espécies vegetais e animais, entre as quais se destacam as provenientes da intervenção humana, tais como poluição, uso abusivo dos recursos naturais, expansão da fronteira agrícola, crescimento urbano-industrial. A cada ano, aproximadamente 17 milhões de hectares de floresta tropical são desmatados. Estimativas sugerem que, se isso continuar, entre 5% e 10% das espécies que habitam as florestas tropicais estarão extintas nos próximos 30 anos. Em razão de tais fatores, os países desenvolvidos, muitos dos quais já têm sua biodiversidade comprometida, têm voltado a sua atenção para o Brasil, em relação à sua política de conservação da biodiversidade.”

WWF. *O que é biodiversidade?* Disponível em: <http://www.wwf.org.br/informacoes/questoes_ambientais/biodiversidade>. Acesso em: 06 dez. 2008 (adaptado).

Considerando a importância da biodiversidade para a preservação da vida, é correto afirmar que

- a) a alarmante preocupação com a destruição da biodiversidade é impropriedade, já que os ecossistemas tropicais têm capacidade de regeneração.
- b) uma possível alternativa à extinção de espécies nativas nos ambientes tropicais seria a introdução de espécies exóticas em substituição àquelas que foram extintas.
- c) a elevada diversidade das florestas tropicais, apesar das taxas de extinção estimadas, impede que os ecossistemas sejam afetados pelo desaparecimento de espécies animais.
- d) o consumo de produtos florestais nos países desenvolvidos exerce pouca pressão sobre a biodiversidade brasileira, devido ao maior nível de conscientização naqueles países.
- e) a cultura de florestas, tendo em vista dada a necessidade de preservação e manutenção da biodiversidade em nível global, seria uma forma de reduzir a pressão sobre a biodiversidade das florestas nativas.



17. (Enem/2009) “Com a onda de calor na Europa, as praias do mar Mediterrâneo ficaram repletas de turistas e de águas-vivas. Na ilha de Mallorca, na Espanha, esses animais tiraram os visitantes da água. Segundo a Cruz Vermelha, cerca de 3 mil pessoas foram tratadas só nessa região espanhola, durante o verão. No mesmo mar Mediterrâneo, só que em praias italianas, as águas-vivas espantaram banhistas e causaram prejuízos a quem vive de turismo. Um jornal declarou: “O mar ficou febril”. Além do calor excessivo, outro motivo que trouxe os animais para perto da costa foi a diminuição do número de predadores naturais, como tartarugas e golfinhos. As águas-vivas ou medusas são belas e leves – 95% do seu corpo é formado por água –, no entanto, suas células urticantes, que contêm uma toxina utilizada para se defenderem de predadores e para imobilizarem presas, causam queimaduras e urticárias nos humanos.”

Disponível em: <http://terramagazine.terra.com.br/interna/O,OI1090958-EI6580,00.html>
Acesso em: 24 set. 2009 (adaptado)

O desequilíbrio que acarretou a proliferação de águas-vivas nas praias do Mediterrâneo está relacionado

- à substituição das tartarugas e golfinhos por outros predadores naturais.
- ao aumento do número de turistas, que representou um atrativo às águas-vivas.
- à deficiência de alimento disponível para esses animais na região do mar Mediterrâneo.
- a alterações no ambiente, tanto nas condições físicas como nas relações interespecíficas.
- à redução do número de seus predadores, devido ao excesso de toxina liberada por suas células urticantes.

18. (Enem/2009) “Para que um produto seja vendido como orgânico, a unidade produtora deve passar por um período de conversão, que, no caso do café, pode durar até três anos, deixando o agricultor com poucas alternativas de produção durante esse tempo. Outro aspecto importante é a preservação das características orgânicas do produto durante as fases de beneficiamento e comercialização, diante do risco de contaminação. O café orgânico tem sua competitividade diretamente ligada à minimização dos gastos com insumos por meio do aproveitamento de resíduos orgânicos pelo valor que agregam ao produto. Com isso, a cafeicultura orgânica apresenta alta eficiência no sistema de produção, relacionada ao estado nutricional do produto e à fertilidade do solo das lavouras.”

Disponível em: <http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero1v2/Custos%2520do%2520cafe%2520organico.pdf>.
Acesso em: 2 dez. 2008 (adaptado).

Apesar do custo mais alto, uma das vantagens do café organicamente cultivado é

- a técnica de cultivo, que favorece a conservação do solo.
- a eliminação dos resíduos orgânicos, que agrega valor ao produto.
- o período curto de conversão de uma propriedade não orgânica em orgânica.

- a manutenção de suas características orgânicas, embora seja perdido o seu valor nutricional.
- a remota possibilidade de contaminação durante o processo de distribuição e comercialização.

19. (Enem/2010) “O fósforo, geralmente representado pelo íon de fosfato (PO_4^{3-}), é um ingrediente insubstituível da vida, já que é parte constituinte das membranas celulares e das moléculas do DNA e do trifosfato de adenosina (ATP), principal forma de armazenamento de energia das células. O fósforo utilizado nos fertilizantes agrícolas é extraído de minas, cujas reservas estão cada vez mais escassas. Certas práticas agrícolas aceleram a erosão do solo, provocando o transporte de fósforo para sistemas aquáticos, que fica imobilizado nas rochas. Ainda, a colheita das lavouras e o transporte dos restos alimentares para os lixões diminuem a disponibilidade dos íons no solo. Tais fatores têm ameaçado a sustentabilidade desse íon.”

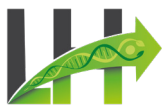
Uma medida que amenizaria esse problema seria

- incentivar a reciclagem de resíduos biológicos, utilizando dejetos animais e restos de culturas para produção de adubo.
- repor o estoque retirado das minas com um íon sintético de fósforo para garantir o abastecimento da indústria de fertilizantes.
- aumentar a importação de íons fosfato dos países ricos para suprir as exigências das indústrias nacionais de fertilizantes.
- substituir o fósforo dos fertilizantes por outro elemento com a mesma função para suprir as necessidades do uso de seus íons.
- proibir, por meio de lei federal, o uso de fertilizantes com fósforo pelos agricultores, para diminuir sua extração das reservas naturais.

20. (Enem/2010) As cidades industrializadas produzem grandes proporções de gases como o CO_2 , o principal gás causador do efeito estufa. Isso ocorre por causa da quantidade de combustíveis fósseis queimados, principalmente no transporte, mas também em caldeiras industriais. Além disso, nessas cidades concentram-se as maiores áreas com solos asfaltados e concretados, o que aumenta a retenção de calor, formando o que se conhece por “ilhas de calor”. Tal fenômeno ocorre porque esses materiais absorvem o calor e o devolvem para o ar sob a forma de radiação térmica.

Em áreas urbanas, devido à atuação conjunta do efeito estufa e das “ilhas de calor”, espera-se que o consumo de energia elétrica

- diminua devido à utilização de caldeiras por indústrias metalúrgicas.
- aumente devido ao bloqueio da luz do sol pelos gases do efeito estufa.



- c) diminua devido à não necessidade de aquecer a água utilizada em indústrias.
 - d) aumente devido à necessidade de maior refrigeração de indústrias e residências.
 - e) diminua devido à grande quantidade de radiação térmica reutilizada.
21. (Enem/2010) O despejo de dejetos de esgotos domésticos e industriais vem causando sérios problemas aos rios brasileiros. Esses poluentes são ricos em substâncias que contribuem para a eutrofização de ecossistemas, que é um enriquecimento da água por nutrientes, o que provoca um grande crescimento bacteriano e, por fim, pode promover escassez de oxigênio.

Uma maneira de evitar a diminuição da concentração de oxigênio no ambiente é

- a) aquecer as águas dos rios para aumentar a velocidade de decomposição dos dejetos.
 - b) retirar do esgoto os materiais ricos em nutrientes para diminuir a sua concentração nos rios.
 - c) adicionar bactérias anaeróbicas às águas dos rios para que elas sobrevivam mesmo sem o oxigênio.
 - d) substituir produtos não degradáveis por biodegradáveis para que as bactérias possam utilizar os nutrientes.
 - e) aumentar a solubilidade dos dejetos no esgoto para que os nutrientes fiquem mais acessíveis às bactérias.
22. (Enem/2010) “No ano de 2000, um vazamento em dutos de óleo na baía de Guanabara (RJ) causou um dos maiores acidentes ambientais do Brasil. Além de afetar a fauna e a flora, o acidente abalou o equilíbrio da cadeia alimentar de toda a baía. O petróleo forma uma película na superfície da água, o que prejudica as trocas gasosas da atmosfera com a água e desfavorece a realização de fotossíntese pelas algas, que estão na base da cadeia alimentar hídrica. Além disso, o derramamento de óleo contribuiu para o envenenamento das árvores e, conseqüentemente, para a intoxicação da fauna e flora aquáticas, bem como conduziu à morte diversas espécies de animais, entre outras formas de vida, afetando também a atividade pesqueira.”

LAUBIER. L. *Diversidade da Maré Negra*. In: Scientific American Brasil. 4(39) ago. 2005 (adaptado).

A situação exposta no texto e suas implicações

- a) indicam a independência da espécie humana com relação ao ambiente marinho.
- b) alertam para a necessidade do controle da poluição ambiental para redução do efeito estufa.
- c) ilustram a interdependência das diversas formas de vida (animal, vegetal e outras) e o seu *habitat*.
- d) indicam a alta resistência do meio ambiente à ação do homem, além de evidenciar a sua sustentabilidade, mesmo em condições extremas de poluição.
- e) evidenciam a grande capacidade animal de se adaptar às mudanças ambientais, em contraste com a baixa capacidade das espécies vegetais, que estão na base da cadeia alimentar hídrica.

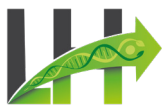
23. (Enem/2010) A interferência do homem no meio ambiente tem feito com que espécies de seres vivos desapareçam muito mais rapidamente do que em épocas anteriores. Vários mecanismos de proteção ao planeta têm sido discutidos por cientistas, organizações e governantes. Entre esses mecanismos, destaca-se o acordado na Convenção sobre a Diversidade Biológica durante a Rio 92, que afirma que a nação tem direito sobre a variedade de vida contida em seu território e o dever de conservá-la utilizando-se dela de forma sustentável.

A dificuldade encontrada pelo Brasil em seguir o acordo da Convenção sobre a Diversidade Biológica decorre, entre outros fatores, do fato de a

- a) extinção de várias espécies ter ocorrido em larga escala.
 - b) alta biodiversidade no país impedir a sua conservação.
 - c) utilização de espécies nativas de forma sustentável ser utópica.
 - d) grande extensão de nosso território dificultar a sua fiscalização.
 - e) classificação taxonômica de novas espécies ocorrer de forma lenta.
24. (Enem/2010) Um agricultor, buscando o aumento da produtividade de sua lavoura, utilizou o adubo NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) com alto teor de sais minerais. A irrigação dessa lavoura é feita por canais que são desviados de um rio próximo dela. Após algum tempo, notou-se uma grande mortandade de peixes no rio que abastece os canais, devido à contaminação das águas pelo excesso de adubo usado pelo agricultor.

Que processo biológico pode ter sido provocado na água do rio pelo uso do adubo NPK?

- a) Lixiviação, processo em que ocorre a lavagem do solo, que acaba disponibilizando os nutrientes para a água do rio.
- b) Acidificação, processo em que os sais, ao se dissolverem na água do rio, formam ácidos.
- c) Eutrofização, ocasionada pelo aumento de fósforo e nitrogênio dissolvidos na água, que resulta na proliferação do fitoplâncton.
- d) Aquecimento, decorrente do aumento de sais dissolvidos na água do rio, que eleva sua temperatura.
- e) Denitrificação, processo em que o excesso de nitrogênio que chega ao rio é disponibilizado para a atmosfera, prejudicando o desenvolvimento dos peixes.



25. (Enem/2010) Os oceanos absorvem aproximadamente um terço das emissões de CO_2 procedentes de atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis e as queimadas. O CO_2 combina-se com as águas dos oceanos, provocando uma alteração importante em suas propriedades. Pesquisas com vários organismos marinhos revelam que essa alteração nos oceanos afeta uma série de processos biológicos necessários para o desenvolvimento e a sobrevivência de várias espécies da vida marinha.

A alteração a que se refere o texto diz respeito ao aumento

- da acidez das águas dos oceanos.
- do estoque de pescado nos oceanos.
- da temperatura média dos oceanos.
- do nível das águas dos oceanos.
- da salinização das águas dos oceanos.

26. (Enem/2010) “Os corais que formam o banco dos Abrolhos, na Bahia, podem estar extintos até 2050 devido a uma epidemia. Por exemplo, os corais-cérebro já tiveram cerca de 10% de sua população afetada pela praga-branca, a mais prevalente das seis doenças identificadas em Abrolhos, causada provavelmente por uma bactéria. Os cientistas atribuem a proliferação das patologias ao aquecimento global e à poluição marinha. O aquecimento global reduziria a imunidade dos corais ou estimularia os patógenos causadores desses males, trazendo novos agentes infecciosos.”

FURTADO, F. *Peste branca no mar. Ciência Hoje*. Rio de Janeiro, v. 42, n. 251, ago. 2008 (adaptado).

A fim de combater a praga-branca, a medida mais apropriada, segura e de efeitos mais duradouros seria

- aplicar antibióticos nas águas litorâneas de Abrolhos.
- substituir os aterros sanitários por centros de reciclagem de lixo.
- introduzir nas águas de Abrolhos espécies que se alimentem da bactéria causadora da doença.
- aumentar, mundialmente, o uso de transportes coletivos e diminuir a queima de derivados de petróleo.
- criar uma lei que proteja os corais, impedindo que mergulhadores e turistas se aproximem deles e os contaminem.

27. (Enem/2011) Para evitar o desmatamento da Mata Atlântica nos arredores da cidade de Amargosa, no Recôncavo da Bahia, o Ibama tem atuado no sentido de fiscalizar, entre outras, as pequenas propriedades rurais que dependem da lenha proveniente das matas para a produção da farinha de mandioca, produto típico da região. Com isso, pequenos produtores procuram alternativas como o gás de cozinha, o que encarece a farinha.

Uma alternativa viável, em curto prazo, para os produtores de farinha em Amargosa, que não cause danos à Mata Atlântica nem encareça o produto, é a

- construção, nas pequenas propriedades, de grandes fornos elétricos para torrar a mandioca.
- plantação, em suas propriedades, de árvores para serem utilizadas na produção de lenha.
- permissão, por parte do Ibama, da exploração da Mata Atlântica apenas pelos pequenos produtores.

- construção de biodigestores, para a produção de gás combustível a partir de resíduos orgânicos da região.
- coleta de carvão de regiões mais distantes, onde existe menor intensidade de fiscalização do Ibama.

28. (Enem/2011) “Segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2008, do Ministério das Minas e Energia, a matriz energética brasileira é composta por hidrelétrica (80%), termelétrica (19,9%) e eólica (0,1%). Nas termelétricas, esse percentual é dividido conforme o combustível usado, sendo: gás natural (6,6%), biomassa (5,3%), derivados de petróleo (3,3%), energia nuclear (3,1%) e carvão mineral (1,6%). Com a geração de eletricidade da biomassa, pode-se considerar que ocorre uma compensação do carbono liberado na queima do material vegetal pela absorção desse elemento no crescimento das plantas. Entretanto, estudos indicam que as emissões de metano (CH_4) das hidrelétricas podem ser comparáveis às emissões de CO_2 das termelétricas.”

MORET, A. S.; FERREIRA, I. A. *As hidrelétricas do Rio Madeira e os impactos socioambientais da eletrificação do Brasil*. Revista *Ciência Hoje*. v. 45, n° 265, 2009 (adaptado).

No Brasil, em termos do impacto das fontes de energia no crescimento do efeito estufa, quanto à emissão de gases, as hidrelétricas seriam consideradas como uma fonte

- limpa de energia, contribuindo para minimizar os efeitos deste fenômeno.
- eficaz de energia, tomando-se o percentual de oferta e os benefícios verificados.
- limpa de energia, não afetando ou alterando os níveis dos gases do efeito estufa.
- poluidora, colaborando com níveis altos de gases de efeito estufa em função de seu potencial de oferta.
- alternativa, tomando-se por referência a grande emissão de gases de efeito estufa das demais fontes geradoras.

29. (Enem/2011) “O etanol é considerado um biocombustível promissor, pois, sob o ponto de vista do balanço de carbono, possui uma taxa de emissão praticamente igual a zero. Entretanto, esse não é o único ciclo biogeoquímico associado à produção de etanol. O plantio da cana-de-açúcar, matéria-prima para a produção de etanol, envolve a adição de macronutrientes como enxofre, nitrogênio, fósforo e potássio, principais elementos envolvidos no crescimento de um vegetal.”

Revista *Química Nova na Escola*. n° 28, 2008

O nitrogênio incorporado ao solo, como consequência da atividade descrita anteriormente, é transformado em nitrogênio ativo e afetará o meio ambiente, causando

- o acúmulo de sais insolúveis, desencadeando um processo de salinificação do solo.
- a eliminação de microrganismos existentes no solo responsáveis pelo processo de desnitrificação.
- a contaminação de rios e lagos devido à alta solubilidade de íons como NO_3^- e NH_4^+ em água.
- a diminuição do pH do solo pela presença de NH_3 , que reage com a água, formando o $\text{NH}_4\text{OH}_{(aq)}$.
- a diminuição da oxigenação do solo, uma vez que o nitrogênio ativo forma espécies químicas do tipo NO_2 , NO_3^- , N_2O .

30. (Enem/2011) Um dos processos usados no tratamento do lixo é a incineração, que apresenta vantagens e desvantagens. Em São Paulo, por exemplo, o lixo é queimado a altas temperaturas e parte da energia liberada é transformada em energia elétrica. No entanto, a incineração provoca a emissão de poluentes na atmosfera. Uma forma de minimizar a desvantagem da incineração, destacada no texto, é
- aumentar o volume do lixo incinerado para aumentar a produção de energia elétrica.
 - fomentar o uso de filtros nas chaminés dos incineradores para diminuir a poluição do ar.
 - aumentar o volume do lixo para baratear os custos operacionais relacionados ao processo.
 - fomentar a coleta seletiva de lixo nas cidades para aumentar o volume de lixo incinerado.
 - diminuir a temperatura de incineração do lixo para produzir maior quantidade de energia elétrica.

31. (Enem/2011) “Para ser considerada potável, é preciso que a água esteja isenta de elementos nocivos à saúde, de substâncias tóxicas e de organismos patogênicos. Entre os muitos testes feitos pelas empresas de saneamento, estão o da dosagem de cloro residual, cuja finalidade é assegurar que a água liberada para o consumo não tenha excesso de cloro, que pode deixar um gosto característico na água; a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), que expressa o teor de oxigênio presente na água, fator importante para identificar o grau de poluição das águas; o de coliformes fecais, que identifica a existência de bactérias encontradas nas fezes humanas na amostra de água, e o de pH, cuja função é avaliar se a amostra de água está dentro dos padrões de acidez estabelecidos para o consumo.”

BRANCO, S. M. *Água, origem, uso e preservação*. São Paulo: Moderna, 2001 (adaptado).

Entre os testes descritos, os mais importantes para garantir a saúde do consumidor e a manutenção da vida aquática são, respectivamente, os de

- DBO e pH.
 - pH e cloro residual.
 - cloro residual e DBO.
 - coliformes fecais e DBO.
 - cloro residual e coliformes fecais.
32. (Enem/2011) O problema da poluição da água afeta muito a qualidade de vida de uma cidade, trazendo prejuízos de ordem social e econômica. A seguir, são apresentados dois processos que têm como intuito a despoluição de águas.

PROCESSO 1 – Tratamento de esgotos: O processo é estritamente biológico e aeróbio, no qual o esgoto bruto da cidade e o lodo ativado são misturados, agitados e aerados em unidades conhecidas como tanques de aeração. Após este procedimento, o lodo é enviado para o decantador secundário, onde a parte sólida vai para o fundo e a parte líquida já está sem 90% das impurezas.

SABESP. *Tratamento de esgotos*. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br>. Acesso em: 30 abr. 2010 (adaptado).

PROCESSO 2 – Tratamento de rios: O processo começa com a remoção mecânica dos resíduos sólidos carregados pelo rio e são adicionados os agentes coagulantes que agregam a sujeira. Após essa etapa, é realizada a microaeração, permitindo a flotação ou elevação dos flocos acima da superfície da água, facilitando sua remoção. Dependendo do uso a ser dado à água, ocorre a desinfecção do efluente.

Sampa Online. *Como Funciona o Sistema de Flotação e Remoção de Flutuantes para melhoria das águas do Rio Pinheiros*. Disponível em: <http://www.sampaonline.com.br>. Acesso em: 29 abr. 2010 (adaptado).

Visando à manutenção da qualidade ambiental de um determinado corpo hídrico, o processo mais indicado para atender a esse objetivo é o

- 2, dada a complexidade dos poluentes nos rios, pois consegue remover qualquer fonte poluidora.
 - 1, pois, apesar de ser complexo, tratar o esgoto antes de chegar ao rio impede novas cargas de dejetos.
 - 2, porque o rio poluído é tratado no seu próprio leito e, se o esgoto for despejado nele, não causará problemas.
 - 1, pois tratar o esgoto residencial recupera a qualidade da água, podendo servir para o abastecimento residencial.
 - 1, por ser menos complexo, de fácil implantação e de menor custo, pois basta direcionar a rede de esgoto para a estação de tratamento.
33. (Enem/2011) Desde que o homem começou a explorar os recursos do planeta, vem provocando impactos sobre o meio ambiente. A ilustração mostra, de forma bem-humorada, uma consequência desses impactos.



Disponível em: <http://dukechargista.com.br>. Acesso em: 27 jul. 2010.

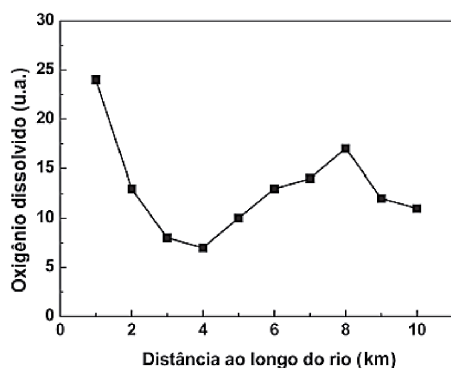
Em relação ao impacto sugerido pela figura, trata-se de uma consequência direta de ações do homem, que mostram sua

- incapacidade de se adaptar a ambientes desfavoráveis, observada ao longo de sua história evolutiva.
- capacidade de prever os impactos de suas intervenções no meio ambiente, a médio e longo prazos.
- preocupação em associar suas atividades com os benefícios e prejuízos causados ao meio ambiente.
- dificuldade de diferenciar as ações que não interferem no meio ambiente, a curto prazo, das que podem originar catástrofes a longo prazo.
- capacidade de priorizar as práticas de desenvolvimento social e tecnológico, as quais não provocam degradação do meio ambiente.

34. (Enem/2011) Em uma região de intensa produtividade agrícola, foram detectados problemas de saúde recorrentes na população. Intrigados com o fato, pesquisadores iniciaram estudos nas águas e nos solos da região e observaram que os rios estavam contaminados com grande quantidade de agrotóxicos e os solos tinham elevadas concentrações de metais pesados, tais como chumbo e mercúrio.

Em relação ao uso de agrotóxicos, a partir da situação hipotética descrita no texto, observa-se que

- os processos naturais são suficientes para purificar o solo e a água contaminados por agrotóxicos nessa região.
 - o controle do consumo de peixes provenientes dos rios contaminados erradicaria a causa dos problemas de saúde.
 - a população local deve consumir água filtrada ou fervida, medidas importantes para a eliminação de metais pesados.
 - a proibição de se construir em áreas onde o solo e a água estão contaminados por agrotóxicos bastaria para impedir a contaminação das pessoas com metais pesados.
 - os estudos mais aprofundados de medidas que impeçam a descarga de agrotóxicos e as iniciativas relativas ao correto manejo do solo são indispensáveis ao caso.
35. (Enem/2011) O gráfico seguinte mostra os resultados obtidos para testes alternativos de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), realizados por alunos de uma escola, com amostras de água coletadas em diferentes locais ao longo de um rio que corta a cidade habitada por eles.



Varição da concentração de oxigênio dissolvido nas águas de um rio em diferentes locais.
Revista *Química Nova na Escola*. 2010, v. 32, nº 3 (adaptado)

Uma justificativa aceitável para os baixos valores de oxigênio dissolvido encontrados em algumas amostras de água do rio é o fato de

- o rio poder apresentar variações naturais nas quantidades de sais inorgânicos dissolvidos que afetam a demanda bioquímica de oxigênio da água.
- a presença de áreas com baixas temperaturas no curso do rio poder ocasionar uma maior demanda de oxigênio, tornando o recurso hídrico inapropriado para o uso nestes pontos.
- as amostras terem sido coletadas em pontos onde há grande demanda de oxigênio, indicando aporte de material orgânico no curso d'água, o que compromete a utilização do recurso hídrico.

- a presença de atividade humana nos arredores do rio, associada ao uso inadequado do recurso hídrico, ocasionar diminuição na demanda bioquímica de oxigênio nas amostras analisadas.
- a diminuição da demanda bioquímica de oxigênio decorrente da elevação do pH, como consequência do aporte de material de origem biológica, comprometer o uso do recurso hídrico nestas regiões.

36. (Enem/2011) Líquens são associações de organismos utilizados para monitoramento da qualidade do ar. Em ambientes urbanos, uma técnica de amostragem para biomonitoramento da qualidade do ar é a utilização de gaiolas contendo líquens que concentrarão os poluentes atmosféricos, sendo então recolhidos e levados para análise do teor dos poluentes na área monitorada.

Considerando que o monitoramento do ar, em ambientes urbanos, tem por finalidade verificar a quantidade de poluentes dispersos na atmosfera emitidos por atividades industriais, as gaiolas devem ser distribuídas

- dentro da indústria, para que os líquens concentrem o máximo de poluentes lançados na atmosfera, independentemente da direção dos ventos.
- próximo e distante das indústrias, para medir, respectivamente, os poluentes na área de emissão e os poluentes que são carregados pelos ventos.
- dentro de cada residência da área urbana, para que os líquens concentrem o máximo de poluentes industriais que chegam em cada casa da cidade.
- próximo das indústrias, independentemente da direção dos ventos, para que os líquens concentrem os poluentes dispersos na atmosfera.
- na saída das chaminés, para que seja concentrado nos líquens o máximo de poluentes emitidos para a atmosfera sem interferência dos ventos.

37. (Enem/2012) Pesticidas são contaminantes ambientais altamente tóxicos aos seres vivos e, geralmente, com grande persistência ambiental. A busca por novas formas de eliminação dos pesticidas tem aumentado nos últimos anos, uma vez que as técnicas atuais são economicamente dispendiosas e paliativas. A biorremediação de pesticidas utilizando microrganismos tem se mostrado uma técnica muito promissora para essa finalidade, por apresentar vantagens econômicas e ambientais.

Para ser utilizado nesta técnica promissora, um microrganismo deve ser capaz de

- transferir o contaminante do solo para a água.
- absorver o contaminante sem alterá-lo quimicamente.
- apresentar alta taxa de mutação ao longo das gerações.
- estimular o sistema imunológico do homem contra o contaminante.
- metabolizar o contaminante, liberando subprodutos menos tóxicos ou atóxicos.

38. (Enem/2012) Para diminuir o acúmulo de lixo e o desperdício de materiais de valor econômico e, assim, reduzir a exploração de recursos naturais, adotou-se, em escala internacional, a política dos três erres: Redução, Reutilização e Reciclagem.

Um exemplo de reciclagem é a utilização de

- garrafas de vidro retornáveis para cerveja ou refrigerante.
- latas de alumínio como material para fabricação de lingotes.
- sacos plásticos de supermercado como acondicionantes de lixo caseiro.
- embalagens plásticas vazias e limpas para acondicionar outros alimentos.
- garrafas PET recortadas em tiras para fabricação de cerdas de vassouras.

39. (Enem/2012) Suponha que você seja um consultor e foi contratado para assessorar a implantação de uma matriz energética em um pequeno país com as seguintes características: região plana, chuvosa e com ventos constantes, dispondo de poucos recursos hídricos e sem reservatórios de combustíveis fósseis.

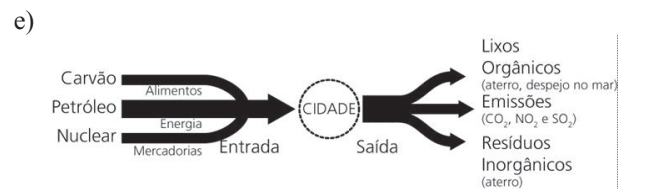
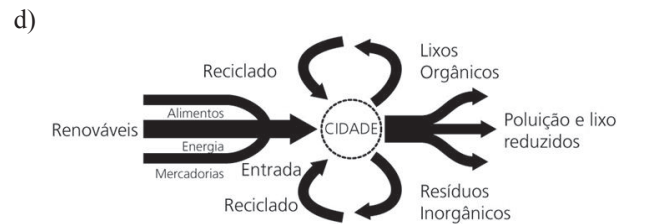
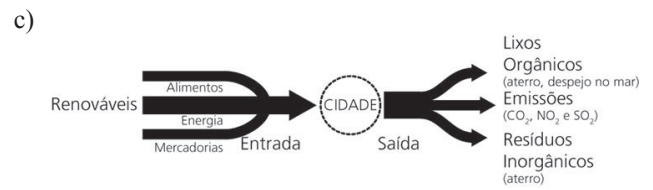
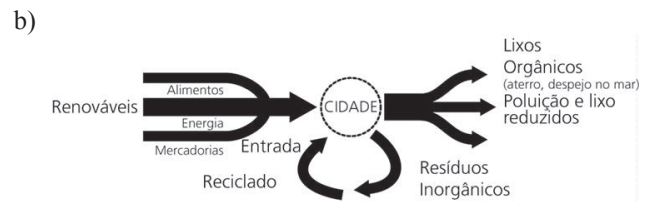
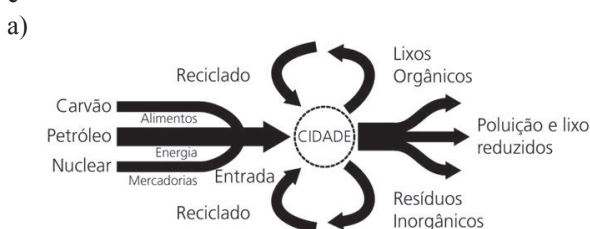
De acordo com as características desse país, a matriz energética de menor impacto e risco ambientais é a baseada na energia

- dos biocombustíveis, pois tem menor impacto ambiental e maior disponibilidade.
- solar, pelo seu baixo custo e pelas características do país favoráveis à sua implantação.
- nuclear, por ter menor risco ambiental e ser adequada a locais com menor extensão territorial.
- hidráulica, devido ao relevo, à extensão territorial do país e aos recursos naturais disponíveis.
- eólica, pelas características do país e por não gerar gases do efeito estufa nem resíduos de operação.

40. (Enem/2012) “O desenvolvimento sustentável rompe com a lógica da organização social vigente, convidando a novos modos de pensar e agir. Dessa forma, sustentabilidade implica o uso de recursos renováveis em quantidades compatíveis com a capacidade de renovação do planeta.”

MCT. Prêmio Jovem Cientista: cidades sustentáveis. Caderno do professor, 2011 (adaptado)

Um esquema de cidade que pretende atender a esse conceito é



41. (Enem/2012) Diversos estudos têm sido desenvolvidos para encontrar soluções que minimizem o impacto ambiental de eventuais vazamentos em poços de petróleo, que liberam hidrocarbonetos potencialmente contaminantes. Alguns microrganismos podem ser usados como agentes de biorremediação nesses casos.

Os microrganismos adequados a essa solução devem apresentar a capacidade de

- excretar hidrocarbonetos solúveis.
- estabilizar quimicamente os hidrocarbonetos.
- utilizar hidrocarbonetos em seu metabolismo.
- diminuir a degradação abiótica de hidrocarbonetos.
- transferir hidrocarbonetos para níveis tróficos superiores.

42. (Enem/2012) A instalação de uma indústria de processamento de pescados, próxima a uma aldeia de pescadores, situada à beira-mar, criou um conflito de interesses. A administração pública e os investidores defendem que haverá geração de renda, melhorando a qualidade de vida da população. Os moradores estão receptivos ao empreendimento, mas argumentam que, sem o devido controle, as atividades da indústria podem poluir a água do mar próxima à aldeia.

Uma maneira adequada, do ponto de vista social e ambiental, de minimizar a poluição na água do mar próxima à aldeia, pela instalação da fábrica, é a

- destinação apropriada dos efluentes líquidos.
- instalação de filtros nas chaminés da indústria.
- tratamento da água consumida pela comunidade.
- remoção da população para uma região afastada.
- realização de análise na água do mar próxima à aldeia.



43. (Enem/2013) “Sabe-se que o aumento da concentração de gases como CO_2 , CH_4 e N_2O na atmosfera é um dos fatores responsáveis pelo agravamento do efeito estufa. A agricultura é uma das atividades humanas que pode contribuir tanto para a emissão quanto para o sequestro desses gases, dependendo do manejo da matéria orgânica do solo.”

ROSA, A. H.; COELHO, J. C. R.
Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola,
São Paulo, n. 5. nov. 2003 (adaptado).

De que maneira as práticas agrícolas podem ajudar a minimizar o agravamento do efeito estufa?

- a) Evitando a rotação de culturas.
 - b) Liberando o CO_2 presente no solo.
 - c) Aumentando a quantidade de matéria orgânica do solo.
 - d) Queimando a matéria orgânica que se deposita no solo.
 - e) Atenuando a concentração de resíduos vegetais do solo.
44. (Enem/2013) Para a produção de etanol combustível, as usinas retiram água do leito de rios próximos, reutilizando-a nas suas instalações. A vinhaça, resíduo líquido gerado nesse processo, é diluída para ser adicionada ao solo, utilizando uma técnica chamada de fertirrigação. Por meio desse procedimento, o fósforo e o potássio, essenciais à produção de cana-de-açúcar, são devolvidos ao solo, reduzindo o uso de fertilizantes sintéticos.

Essa intervenção humana no destino da vinhaça tem como resultado a diminuição do impacto ambiental referente à

- a) erosão do solo.
 - b) produção de chuva ácida.
 - c) elevação da temperatura global.
 - d) eutrofização de lagos e represas.
 - e) contaminação de rios por pesticidas.
45. (Enem/2013) “As algas marinhas podem ser utilizadas para reduzir a contaminação por metais pesados em ambientes aquáticos. Elas podem funcionar como uma “esponja biológica”, absorvendo esses poluentes. Dentro das células dessas algas, esses metais são imobilizados no vacúolo por mecanismos bioquímicos.”

Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br>
Acesso em: 21 nov. 2011 (adaptado)

Nesse processo, as algas atuam como agentes que promovem a

- a) biodigestão.
- b) eutrofização.
- c) desnitrificação.
- d) biorremediação.
- e) biomonitoração.

46. (Enem/2013) “A poluição térmica, provocada principalmente pela má utilização da água na refrigeração das turbinas e caldeiras de usinas hidrelétricas e termelétricas, respectivamente, afeta o aspecto físico-químico e biológico dos cursos hídricos. A água empregada na manutenção dessas usinas deveria ser tratada termicamente, promovendo a liberação do calor, para posterior devolução ao meio ambiente. Contudo, ao ser despejada nos lagos e nos rios, sem qualquer controle ou fiscalização, causa sérios danos à vida aquática, pois reduz significativamente o tempo de vida de algumas espécies, afetando seus ciclos de reprodução.”

Disponível em: www.brasilecola.com
Acesso em: 25 abr. 2010 (adaptado).

Um dos efeitos nocivos promovidos pela poluição térmica dos corpos hídricos pode ser identificado pelo(a)

- a) desenvolvimento excessivo do fitoplâncton, devido à eutrofização do meio aquático.
 - b) prejuízo à respiração dos seres vivos, devido à redução da pressão parcial de oxigênio na água.
 - c) bloqueio da entrada de raios solares na água, devido ao acúmulo de sedimentos na superfície.
 - d) potenciação dos poluentes presentes, devido à diminuição da velocidade de degradação desses materiais.
 - e) desequilíbrio dos organismos desses ecossistemas, devido ao aumento da concentração de dióxido de carbono.
47. (Enem/2013) Algumas estimativas apontam que, nos últimos cem anos, a concentração de gás carbônico na atmosfera aumentou em cerca de 40%, devido principalmente à utilização de combustíveis fósseis pela espécie humana. Alguns estudos demonstram que essa utilização em larga escala promove o aumento do efeito estufa.

Outros fatores de origem antrópica que aumentam o efeito estufa são

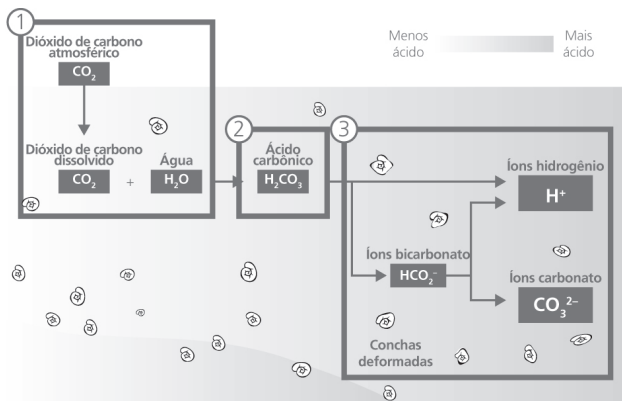
- a) chuva ácida e destruição da camada de ozônio.
 - b) alagamento e inversão térmica.
 - c) erosão e extinção das espécies.
 - d) poluição das águas e do solo.
 - e) queimada e desmatamento.
48. (Enem/2014) “Com o objetivo de substituir as sacolas de polietileno, alguns supermercados têm utilizado um novo tipo de plástico ecológico, que apresenta em sua composição amido de milho e uma resina polimérica termoplástica, obtida a partir de uma fonte petroquímica.”

ERENO, D. *Plásticos de vegetais*. Pesquisa Fapesp, n. 179. jan. 2011 (adaptado).

Nesses plásticos, a fragmentação da resina polimérica é facilitada porque os carboidratos presentes

- a) dissolvem-se na água.
- b) absorvem água com facilidade.
- c) caramelizam por aquecimento e quebram.
- d) são digeridos por organismos decompositores.
- e) decompõem-se espontaneamente em contato com água e gás carbônico.

49. (Enem/2014) Parte do gás carbônico da atmosfera é absorvida pela água do mar. O esquema representa reações que ocorrem naturalmente, em equilíbrio, no sistema ambiental marinho. O excesso de dióxido de carbono na atmosfera pode afetar os recifes de corais.



Disponível em: <http://news.bbc.co.uk>
Acesso em: 20 maio 2014 (adaptado).

O resultado desse processo nos corais é o(a)

- seu branqueamento, levando à sua morte e extinção.
- excesso de fixação de cálcio, provocando calcificação indesejável.
- menor incorporação de carbono, afetando seu metabolismo energético.
- estímulo da atividade enzimática, evitando a descalcificação dos esqueletos.
- dano à estrutura dos esqueletos calcários, diminuindo o tamanho das populações.

50. (Enem/2014) Se por um lado a Revolução Industrial instituiu um novo patamar de tecnologia e, com isso, uma melhoria na qualidade de vida da população, por outro lado, os resíduos decorrentes desse processo podem se acumular no ar, no solo e na água, causando desequilíbrios no ambiente. O acúmulo dos resíduos provenientes dos processos industriais que utilizam combustíveis fósseis traz como consequência o(a)

- eutrofização dos corpos-d'água, aumentando a produtividade dos sistemas aquáticos.
- precipitação de chuvas ácidas, danificando florestas, ecossistemas aquáticos e construções.
- mudança na salinidade dos mares, provocando a mortalidade de peixes e demais seres aquáticos.
- acúmulo de detritos, causando entupimento de bueiros e alagamento das ruas.
- presença de mosquitos, levando à disseminação de doenças bacterianas e virais.

51. (Enem/2014) “Ao se caracterizarem os aspectos ambientais do setor sucroalcooleiro, é preciso analisar dois setores: o setor agrícola, que se refere às atividades desenvolvidas na área que a cultura da cana-de-açúcar ocupa, e o setor industrial, que está relacionado à fabricação de açúcar e álcool.”

ALVARENGA R. P.; QUEIROZ, T. R.

Produção mais limpa e aspectos ambientais na indústria sucroalcooleira.
Disponível em: www.advancesincleanerproduction.net

Para essa atividade produtiva, como impacto ambiental causado pelo setor industrial, tem-se o(a)

- compactação do solo.
- assoreamento dos rios.
- desmatamento de áreas.
- queima da cana-de-açúcar.
- geração de resíduos poluidores.

52. (Enem/2014)

Estranha neve:

espuma, espuma apenas
que o vento espalha, bolha em baile no ar,
vinda do Tietê alvoroçado ao abrir de comportas,
espuma de dodecilbenzeno irreduzível,
emergindo das águas profanadas do rio-bandeirante,
hoje rio-despejo
de mil imundícies do processo.

ANDRADE, C. D. *Poesia e prosa.*
Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 1992 (fragmento).

Nesse poema, o autor faz referência à

- disseminação de doenças nas áreas atingidas por inundações.
- contaminação do lençol freático pela eliminação de lixo nos rios.
- ocorrência de enchente causada pela impermeabilização dos solos.
- presença de detergentes sintéticos como agentes poluentes de água.
- destruição de fauna e flora pela contaminação de bacias hidrográficas.

53. (Enem/2014) A eutrofização é um dos fenômenos responsáveis pela mortalidade de parte das espécies aquáticas e, em regiões próximas a centros urbanos, pela perda da qualidade de vida da população. Um exemplo é a Lagoa da Pampulha, um dos mais conhecidos pontos turísticos da capital de Minas Gerais, onde as atividades de pesca e nado não são mais permitidas.

Para evitar a ocorrência desse fenômeno em lagos, deve-se

- manter inalterado seu volume de água.
- aumentar a população de algas planctônicas.
- diminuir o teor de nutrientes despejados nas águas.
- impedir a fotossíntese das algas abaixo da superfície.
- aumentar a população de espécies do topo da cadeia alimentar.

54. (Enem/2014)

O ciclo da água envolve processos de evaporação, condensação e precipitação da água ambiente. Na etapa de evaporação, pode-se dizer que a água resultante encontra-se pura, entretanto, quando em contato com poluentes atmosféricos, como óxidos sulfuroso e nitroso, é confirmada. Dessa forma, quando a água precipita, traz consigo substâncias que interferem diretamente no ambiente.

A qual problema ambiental o texto faz referência?

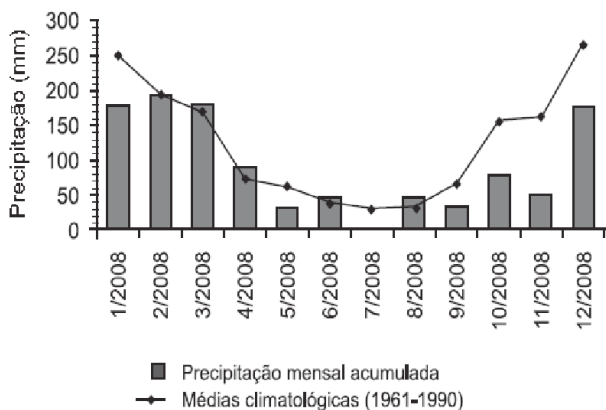
- Chuva ácida.
- Poluição do ar.
- Aquecimento global.
- Destruição da camada de ozônio.
- Eutrofização dos corpos hídricos.

55. (Enem/2014) “O governo brasileiro, após análise das características físicas do local, incluindo sismologia, meteorologia, geologia e hidrologia, decidiu construir a usina termonuclear em Angra dos Reis, no Rio de Janeiro. A escolha desse local foi questionada por parte da sociedade civil, sob a alegação de que essa cidade é um paraíso turístico, próxima de áreas densamente habitadas. Temendo a probabilidade de ocorrer um grave acidente, os defensores propuseram que essa usina fosse instalada em regiões desabitadas, como o Sertão nordestino.”

Disponível em: www.cnen.gov.br
Acesso em: 4 ago. 2012.

A característica que impede que essa usina seja instalada no local proposto pela sociedade civil é o(a)

- pequena estabilidade do solo.
 - baixo índice pluviométrico anual.
 - ausência de grandes volumes de água.
 - baixa movimentação das massas de ar.
 - elevação da temperatura ao longo do ano.
56. (Enem/2014) O gráfico apresenta a precipitação mensal acumulada no município de São Carlos, SP, ao longo de 2008, contrastando com as médias mensais para o período de 1961 a 1990.

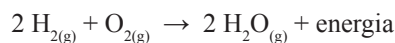


CHIBA, W.A.C. e col. Estudo sazonal da contaminação por metais na água e sedimentos em uma sub-bacia na região sudeste do Brasil. *Brasilian Journal of Biology*, nov. 2011.

Considerando que a produção de agentes poluentes tem se mantido constante desde 1961 e que o escoamento pluvial seja a principal fonte de poluição dos rios da região, seria de se esperar que o volume de poluentes nos rios durante a primavera (setembro a dezembro) de 2008 fosse

- progressivamente menor a cada mês.
- semelhante à média histórica no verão.
- acima da média de verão para o mesmo ano.
- abaixo da média de inverno para o mesmo ano.
- menor que a média histórica no mesmo período.

57. (Enem/2014) Uma das possíveis alternativas para a substituição da gasolina como combustível de automóveis é a utilização do gás hidrogênio, que, ao reagir com o gás oxigênio, em condições adequadas, libera energia necessária para o funcionamento do motor, conforme a equação química a seguir:



Esta opção para a substituição da gasolina contribuiria para que a condição do meio ambiente seja melhorada, visto que

- o calor gerado pela reação intensificará o aquecimento global.
 - aumentará a quantidade de gases causadores do aquecimento global.
 - a emissão de gases causadores do aquecimento global permanecerá inalterada.
 - ocorrerá a diminuição da emissão de um dos gases causadores do aquecimento global.
 - os gases liberados na reação podem neutralizar aqueles responsáveis pelo aquecimento global.
58. (Enem/2014) Os impactos da construção de represas são relativamente bem documentados para muitas bacias hidrográficas. Estes impactos estão relacionados ao tamanho, volume, tempo de retenção de água do reservatório, localização geográfica e posição no trajeto do rio.
- As alterações na região produzem efeitos e impactos, tais como
- elevação da taxa de reprodução dos peixes da região pelo aumento da área inundada.
 - diminuição da quantidade de CO_2 na atmosfera pela formação do reservatório.
 - maior incidência de doenças endêmicas transmitidas por mosquitos da região.
 - alteração dos níveis de precipitação pela ampliação do lençol freático.
 - aumento na quantidade de água no ciclo hidrológico da bacia atingida.

59. (Enem/2014) “O petróleo que vaza de um navio cargueiro em alto-mar pode ser removido por meio de duas técnicas de dispersão mecânica, em que jatos de água ou de areia são usados para dissociar a mancha em pequenos pedaços e facilitar sua degradação.”

Disponível em: <http://g1.globo.com>
Acesso em: 24 nov. 2011 (adaptado).

Apesar de eficientes, essas técnicas apresentam importante potencial de contaminação do solo marítimo quando

- o petróleo que chega à praia fica impregnado na areia que é arrastada para o fundo.
- os jatos de água ou de areia empurram o petróleo da superfície para o fundo do mar.
- o petróleo fica diluído na água salgada e, por ser mais denso que a água do mar, irá afundar.

- d) os jatos de água ou de areia provocam um movimento de circulação da água, que leva o petróleo para o fundo.
- e) o petróleo fica diluído na água e atinge o fundo pela convecção da água e pelo afundamento dos grãos de areia do jato.

60. (Enem/2014)

Cientistas acreditam que a concentração de dióxido de carbono na atmosfera tem aumentado devido, principalmente, à sua liberação durante a queima de combustíveis fósseis. O dióxido de carbono é um dos componentes da atmosfera que retém a radiação infravermelha na superfície da Terra, e o aumento na sua concentração contribui para o aquecimento global. Uma das medidas propostas para combater este problema é o consumo de biocombustíveis no lugar de combustíveis fósseis.

A citada medida se justifica porque o consumo de biocombustíveis

- a) é energeticamente menos eficiente que o consumo de combustíveis fósseis.
- b) libera menos dióxido de carbono na atmosfera que o consumo de combustíveis fósseis.
- c) não resulta na emissão de poluentes, como acontece com o consumo de combustíveis fósseis.
- d) não provoca o esgotamento de um recurso não renovável, como acontece com o consumo de combustíveis fósseis.
- e) não aumenta a concentração de dióxido de carbono na atmosfera, como acontece com o consumo de combustíveis fósseis.

61. (Enem/2014) A indústria têxtil é responsável por um consumo elevado de água e de outros produtos, gerando grande quantidade de efluentes com concentração alta e composição complexa, principalmente nos processos de tingimento e acabamento.

Visando minimizar os efeitos ambientais nocivos ocasionados pela grande quantidade de efluente contaminado, a catálise – quebra de moléculas – recebeu atenção especial, visto que

- a) permite a estocagem correta do efluente, evitando a contaminação de rios e lagos.
- b) os catalisadores são substâncias que têm como objetivo principal a neutralização do pH do meio.
- c) pode recuperar todos os produtos químicos presentes na água, permitindo a reutilização desses compostos.
- d) associada a processos oxidativos, pode provocar a completa mineralização dos contaminantes, formando gás carbônico e água.
- e) permite o retorno do efluente contaminado para o processo, uma vez que provoca a floculação dos produtos, facilitando a separação.

62. (Enem/2015) A indústria têxtil utiliza grande quantidade de corantes no processo de tingimento dos tecidos. O escurecimento das águas dos rios causado pelo despejo desses corantes pode desencadear uma série de problemas no ecossistema aquático.

Considerando esse escurecimento das águas, o impacto negativo inicial que ocorre é o(a)

- a) eutrofização.
- b) proliferação de algas.
- c) inibição da fotossíntese.
- d) fotodegradação da matéria orgânica.
- e) aumento da quantidade de gases dissolvidos.

63. (Enem/2015) “A remoção de petróleo derramado em ecossistemas marinhos é complexa e muitas vezes envolve a adição de mais substâncias ao ambiente. Para facilitar o processo de recuperação dessas áreas, pesquisadores têm estudado a bioquímica de bactérias encontradas em locais sujeitos a esse tipo de impacto. Eles verificaram que algumas dessas espécies utilizam as moléculas de hidrocarbonetos como fonte energética, atuando como biorremediadores, removendo o óleo do ambiente.”

KREPSKY, N.; SILVA SOBRINHO, F.; CRAPEZ, M.A.C. *Ciência Hoje*, n. 223, jan.-fev, 2006 (adaptado).

Para serem eficientes no processo de biorremediação citado, as espécies escolhidas devem possuir

- a) células flageladas, que capturem as partículas de óleo presentes na água.
- b) altas taxas de mutação, para se adaptarem ao ambiente impactado pelo óleo.
- c) enzimas, que catalisem reações de quebra das moléculas constituintes do óleo.
- d) parede celular espessa, que impossibilite que as bactérias se contaminem com o óleo.
- e) capacidade de fotossíntese, que possibilite a liberação de oxigênio para a renovação do ambiente poluído.

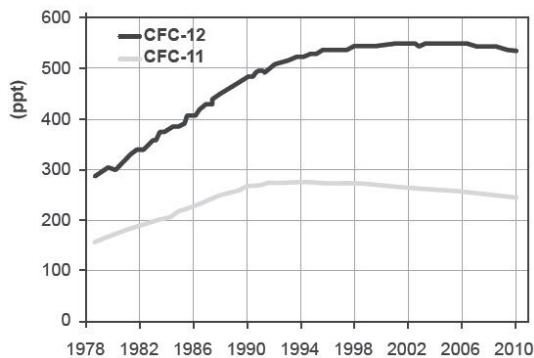
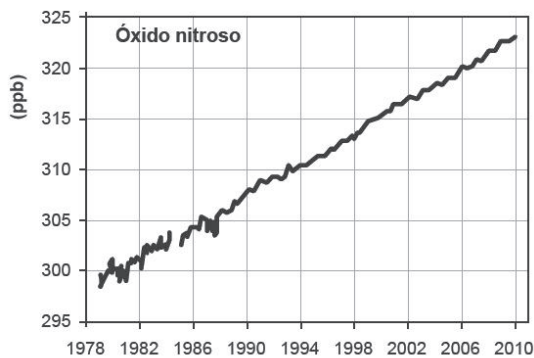
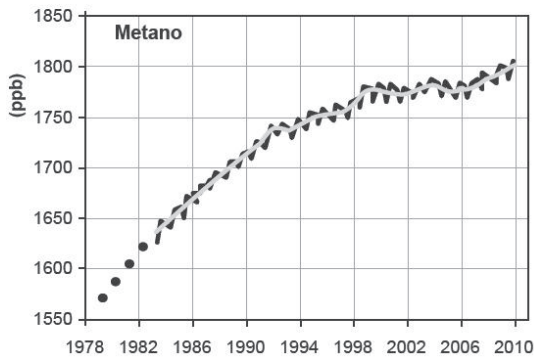
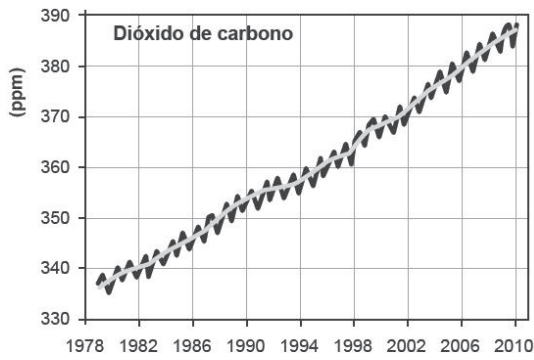
64. (Enem/2016) O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (na sigla em inglês, IPCC) prevê que nas próximas décadas o planeta passará por mudanças climáticas e propõe estratégias de mitigação e adaptação a elas. As estratégias de mitigação são direcionadas à causa dessas mudanças, procurando reduzir a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera. As estratégias de adaptação, por sua vez, são direcionadas aos efeitos dessas mudanças, procurando preparar os sistemas humanos às mudanças climáticas já em andamento, de modo a reduzir seus efeitos negativos.

IPCC, 2014. *Climate Change 2014: synthesis report*. Disponível em: <http://ar5-syr.ipcc.ch>. Acesso em: 22 out. 2015 (adaptado).

Considerando as informações do texto, qual ação representa uma estratégia de adaptação?

- a) Construção de usinas eólicas.
- b) Tratamento de resíduos sólidos.
- c) Aumento da eficiência dos veículos.
- d) Adoção de agricultura sustentável de baixo carbono.
- e) Criação de diques de contenção em regiões costeiras.

65. (Enem – Anulada/2016) Os gráficos representam a concentração na atmosfera, em partes por milhão (ppm), bilhão (ppb) ou trilhão (ppt), dos cinco gases responsáveis por 97% do efeito estufa durante o período de 1978 a 2010.



Disponível em: www.esrl.noaa.gov. Acesso em: 6 ago. 2012 (adaptado).

Qual gás teve o maior aumento percentual de concentração na atmosfera nas últimas duas décadas?

- a) CO₂
- b) CH₄
- c) N₂O
- d) CFC-12
- e) CFC-11

66. (Enem/2016) Nos anos 1990, verificou-se que o rio Potomac, situado no estado norte-americano de Maryland, tinha, em parte de seu curso, águas extremamente ácidas por receber um efluente de uma mina de carvão desativada, o qual continha ácido sulfúrico (H₂SO₄). Essa água, embora límpida, era desprovida de vida. Alguns quilômetros adiante, instalou-se uma fábrica de papel e celulose que emprega hidróxido de sódio (NaOH) e carbonato de sódio (Na₂CO₃) em seus processos. Em pouco tempo, observou-se que, a partir do ponto em que a fábrica lança seus rejeitos no rio, a vida aquática voltou a florescer.

HARRIS, D. C. *Análise química quantitativa*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2012 (adaptado).

A explicação para o retorno da vida aquática nesse rio é a

- a) diluição das águas do rio pelo novo efluente lançado nele.
 - b) precipitação do íon sulfato na presença do efluente da nova fábrica.
 - c) biodegradação do ácido sulfúrico em contato com o novo efluente descartado.
 - d) diminuição da acidez das águas do rio pelo efluente da fábrica de papel e celulose.
 - e) volatilização do ácido sulfúrico após contato com o novo efluente introduzido no rio.
67. (Enem/2016) O petróleo é um tipo de combustível fóssil, de origem animal e vegetal, constituído principalmente por hidrocarbonetos. Em desastres de derramamento de petróleo, vários métodos são usados para a limpeza das áreas afetadas. Um deles é a biodegradação por populações naturais de microrganismos que utilizam o petróleo como fonte de nutrientes. O quadro mostra a composição química média das células desses microrganismos.

Elemento	Composição média celular (%)
Carbono	50
Hidrogênio	7
Nitrogênio	11
Fósforo	2
Outros	30

Para uma efetiva biodegradação, a região afetada deve ser suplementada com

- a) nitrogênio e fósforo.
- b) hidrogênio e fósforo.
- c) carbono e nitrogênio.
- d) carbono e hidrogênio.
- e) nitrogênio e hidrogênio.

68. (Enem/2016) Chamamos de lixo a grande diversidade de resíduos sólidos de diferentes procedências, como os gerados em residências. O aumento na produção de resíduos sólidos leva à necessidade de se pensar em maneiras adequadas de tratamento. No Brasil, 76% do lixo é disposto em lixões e somente 24% tem como destino um tratamento adequado, considerando os aterros sanitários, as usinas de compostagem ou a incineração.

FADINI, P. S.; FADINI, A. A. A. Lixo: desafios e compromissos. *Química Nova na Escola*, maio 2001 (adaptado).

Comparando os tratamentos descritos, as usinas de compostagem apresentam como vantagem serem o destino

- que gera um produto passível de utilização na agricultura.
- onde ocorre a eliminação da matéria orgânica presente no lixo.
- mais barato, pois não implica custos de tratamento nem controle.
- que possibilita o acesso de catadores, pela disposição do lixo a céu aberto.
- em que se podem utilizar áreas contaminadas com resíduos de atividades de mineração.

69. (Enem/2016) Para o consumidor, é praticamente impossível identificar a diferença entre a sacola biodegradável e a comum, feita de polietileno – derivado do petróleo. Alguns governos municipais já exigem que os supermercados ofereçam sacolas biodegradáveis em substituição às sacolas comuns.

Disponível em: <http://epocanegocios.globo.com>. Acesso em: 1 ago. 2012.

A atitude tomada pelos governos municipais deve-se ao(à)

- maior resistência que os materiais biodegradáveis apresentam em relação aos comuns.
- escassez das matérias-primas derivadas do petróleo para produção das sacolas comuns.
- custo consideravelmente menor das sacolas biodegradáveis em relação ao das sacolas comuns.
- maior capacidade de produção das sacolas biodegradáveis, já que as fontes podem ser renováveis.
- rápida decomposição das sacolas biodegradáveis pela ação de bactérias, em comparação às sacolas comuns.

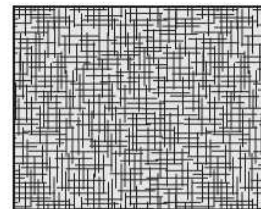
70. (Enem/2017) O fenômeno da piracema (subida do rio) é um importante mecanismo que influencia a reprodução de algumas espécies de peixes, pois induz o processo que estimula a queima de gordura e ativa mecanismos hormonais complexos, preparando-os para a reprodução. Intervenções antrópicas nos ambientes aquáticos, como a construção de barragens, interferem na reprodução desses animais.

MALTA, P. *Impacto ambiental das barragens hidrelétricas*. Disponível em: <http://futurambiental.com>. Acesso em: 10 maio 2013 (adaptado).

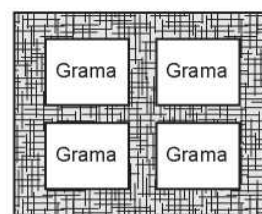
Essa intervenção antrópica prejudica a piracema porque reduz o(a)

- percurso da migração.
- longevidade dos indivíduos.
- disponibilidade de alimentos.
- período de migração da espécie.
- número de espécies de peixes no local.

71. (Enem/2017) Para se adequar às normas ambientais atuais, as construtoras precisam prever em suas obras a questão do uso de materiais de modo a minimizar os impactos causados no local. Entre esses materiais está o chamado concregrama ou pisograma, que é um tipo de revestimento composto por peças de concreto com áreas vazadas, preenchidas com solo gramado. As figuras apresentam essas duas formas de piso feitos de concreto.



Piso tradicional de concreto



Piso concregrama

PONTES, K. L. F. *Estudo de caso de um protótipo experimental [...]*. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br>. Acesso em: 9 maio 2017 (adaptado).

A utilização desse tipo de piso em uma obra tem o objetivo de evitar, no solo, a

- impermeabilização.
- diminuição da temperatura.
- acumulação de matéria orgânica.
- alteração do pH.
- salinização.

72. (Enem/2017) Para a produção de adubo caseiro (compostagem), busca-se a decomposição aeróbica, que produz menos mau cheiro, seguindo estes passos:

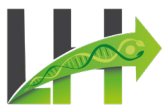
- Reserve um recipiente para depositar o lixo orgânico e monte a composteira em um local sombreado;
- Deposite em apenas um dos lados da composteira o material orgânico e cubra-o com folhas;
- Regue o material para umedecer a camada superficial;
- Proteja o material de chuvas intensas e do sol direto;
- De dois em dois dias transfira o material para o outro lado para arejar.

Em cerca de dois meses o adubo estará pronto.

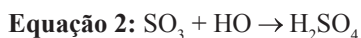
Processo de compostagem. Disponível em: www.ib.usp.br. Acesso em: 2 ago. 2012 (adaptado).

Dos procedimentos listados, o que contribui para o aumento da decomposição aeróbica é o

- I
- II
- III
- IV
- V



73. (Enem/2017) Muitas indústrias e fábricas lançam para o ar, através de suas chaminés, poluentes prejudiciais às plantas e aos animais. Um desses poluentes reage quando em contato com o gás oxigênio e a água da atmosfera, conforme as equações químicas:



De acordo com as equações, a alteração ambiental decorrente da presença desse poluente intensifica o(a)

- a) formação de chuva ácida.
 - b) surgimento de ilha de calor.
 - c) redução da camada de ozônio.
 - d) ocorrência de inversão térmica.
 - e) emissão de gases de efeito estufa.
74. (Enem/2017) O Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para as familiares pilhas e baterias portáteis comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado. Os estabelecimentos que comercializam esses produtos, bem como a rede de assistência técnica autorizada, devem receber dos usuários as pilhas e baterias usadas para repasse aos respectivos fabricantes ou importadores.

Resolução Conama n. 401, de 4 de novembro de 2008.

Disponível em: <www.mma.gov.br>.

Acesso em: 14 maio 2013 (adaptado).

Do ponto de vista ambiental, a destinação final apropriada para esses produtos é

- a) direcionar as pilhas e baterias para compostagem.
 - b) colocar as pilhas e baterias em um coletor de lixo seletivo.
 - c) enviar as pilhas e baterias usadas para firmas de recarga.
 - d) acumular as pilhas e baterias em armazéns de estocagem.
 - e) destinar as pilhas e baterias à reutilização de seus componentes.
75. (Enem/2018) Corredores ecológicos visam mitigar os efeitos da fragmentação dos ecossistemas promovendo a ligação entre diferentes áreas, com o objetivo de proporcionar o deslocamento de animais, a dispersão de sementes e o aumento da cobertura vegetal. São instituídos com base em informações como estudos sobre o deslocamento de espécies, sua área de vida (área necessária para o suprimento de suas necessidades vitais e reprodutivas) e a distribuição de suas populações.

Disponível em: www.mma.gov.br. Acesso em: 30 nov. 2017 (adaptado).

Nessa estratégia, a recuperação da biodiversidade é efetiva porque

- a) propicia o fluxo gênico.
- b) intensifica o manejo de espécies.
- c) amplia o processo de ocupação humana.
- d) aumenta o número de indivíduos nas populações.
- e) favorece a formação de ilhas de proteção integral.

76. (Enem/2018) As larvas do inseto do bicho-da-farinha (*Tenebrio molitor*) conseguem se alimentar de isopor descartado (poliestireno expandido), transformando-o em dióxido de carbono e outros componentes. Dessa forma, essas larvas contribuem para a redução dos impactos negativos causados pelo acúmulo de isopor no ambiente.

Disponível em: www.bbc.com. Acesso em: 29 out. 2015 (adaptado).

A redução dos impactos causados pelo acúmulo de isopor resultante de qual processo desempenhado pelas larvas do bicho-da-farinha?

- a) Bioindicação.
 - b) Biomarcação.
 - c) Biodegradação.
 - d) Bioacumulação.
 - e) Biomonitoramento.
77. (Enem/2018) O monóxido de carbono (CO) é um gás extremamente tóxico. Ele interfere no processo respiratório dos vertebrados, pois se o CO estiver presente no ar, haverá no sangue uma “competição” entre CO e O₂.
Infelizmente, grande parte da população convive diariamente com a presença desse gás, uma vez que ele é produzido em grandes quantidades
- a) nas queimadas em matas e florestas.
 - b) na decomposição da matéria orgânica nos “lixões” urbanos.
 - c) no abdômen de ruminantes criados em sistemas de confinamento.
 - d) no processo de combustão incompleta de combustíveis fósseis.
 - e) nas chaminés das indústrias que utilizam madeira de reflorestamento como combustível.

78. (Enem/2019) Algumas toneladas de medicamentos para uso humano e veterinário são produzidas por ano. Os fármacos são desenvolvidos para serem estáveis, mantendo suas propriedades químicas de forma a atender a um propósito terapêutico. Após o consumo de fármacos, parte de sua dosagem é excretada de forma inalterada, persistindo no meio ambiente. Em todo o mundo, antibióticos, hormônios, anestésicos, anti-inflamatórios, entre outros, são detectados em concentrações preocupantes no esgoto doméstico, em águas superficiais e de subsolo. Dessa forma, a ocorrência de fármacos residuais no meio ambiente pode apresentar efeitos adversos em organismos aquáticos e terrestres.

BILA, D. M.; DEZOTTI, M. Fármacos no meio ambiente. Química Nova, v. 26, n. 4, ago. 2003 (adaptado).

Qual ação minimiza a permanência desses contaminantes nos recursos hídricos?

- a) Utilização de esterco como fertilizante na agricultura.
- b) Ampliação das redes de coleta de esgoto na zona urbana.
- c) Descarte dos medicamentos fora do prazo de validade em lixões.
- d) Desenvolvimento de novos processos nas estações de tratamento de efluentes.
- e) Reúso dos lodos provenientes das estações de tratamento de esgoto na agricultura.



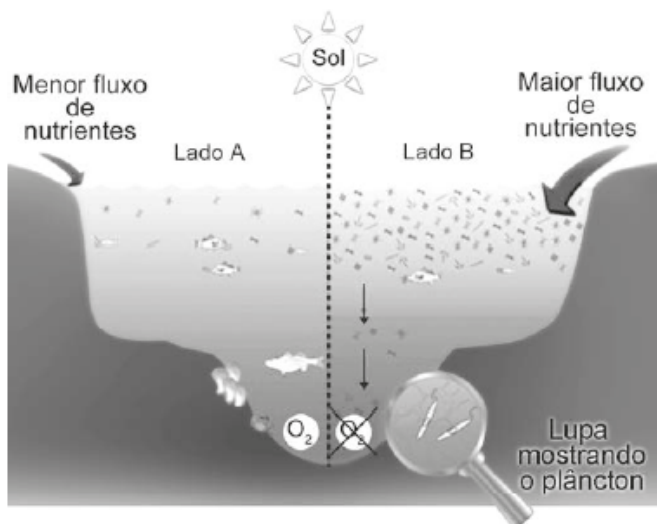
79. (Enem/2019) Segundo o pensamento religioso de Padre Cícero Romão Batista (1844-1934), a ação humana do camponês sobre a natureza deveria seguir alguns princípios norteadores, os quais ficaram conhecidos na cultura popular brasileira como “os preceitos ecológicos do Padre Cícero”. Dentre esses preceitos, destaca-se: “Não plante em serra acima, nem faça roçado em ladeira muito em pé: deixe o mato protegendo a terra para que a água não a arraste e não se perca a sua riqueza.”

FIGUEIREDO, J. B. A. Educação ambiental dialógica: as contribuições de Paulo freire e a cultura popular nordestina. Fortaleza: UFC, 2007.

Comparando o pensamento do Padre Cícero com o atual conhecimento científico, pode-se encontrar elementos de convergência, já que a prática citada contribui primariamente para evitar (o)a

- erosão.
- salinização.
- eutrofização.
- assoreamento.
- desertificação.

80. (Enem/2019) Observe o esquema que ilustra duas situações no ambiente marinho.



Disponível em: www.teachoceanscience.net.

Acesso em: 7 jul. 2015 (adaptado).

Qual é o processo responsável pela diminuição da concentração de oxigênio no lado B do esquema?

- | | |
|-------------------|-------------------|
| a) Lixiviação. | d) Fermentação. |
| b) Eutrofização. | e) Bioacumulação. |
| c) Volatilização. | |

ORIGEM DA VIDA

01. (Enem/2012) Em certos locais, larvas de moscas, criadas em arroz cozido, são utilizadas como iscas para pesca. Alguns criadores, no entanto, acreditam que essas larvas surgem espontaneamente do arroz cozido, tal como preconizado pela teoria da geração espontânea.

Essa teoria começou a ser refutada pelos cientistas ainda no século XVII, a partir dos estudos de Redi e Pasteur, que mostraram experimentalmente que

- seres vivos podem ser criados em laboratório.
- a vida se originou no planeta a partir de microrganismos.
- o ser vivo é oriundo da reprodução de outro ser vivo pré-existente.
- seres vermiformes e microrganismos são evolutivamente aparentados.
- vermes e microrganismos são gerados pela matéria existente nos cadáveres e nos caldos nutritivos, respectivamente.

02. (Enem/2014) Segundo a teoria evolutiva mais aceita hoje, as mitocôndrias, organelas celulares responsáveis pela produção de ATP em células eucariotas, assim como os cloroplastos, teriam sido originadas de procariontes ancestrais que foram incorporados por células mais complexas.

Uma característica da mitocôndria que sustenta essa teoria é a

- capacidade de produzir moléculas de ATP.
- presença de parede celular semelhante à de procariontes.
- presença de membranas envolvendo e separando a matriz mitocondrial do citoplasma.
- capacidade de autoduplicação dada por DNA circular próprio semelhante ao bacteriano.
- presença de um sistema enzimático eficiente às reações químicas do metabolismo aeróbio.

EVOLUÇÃO

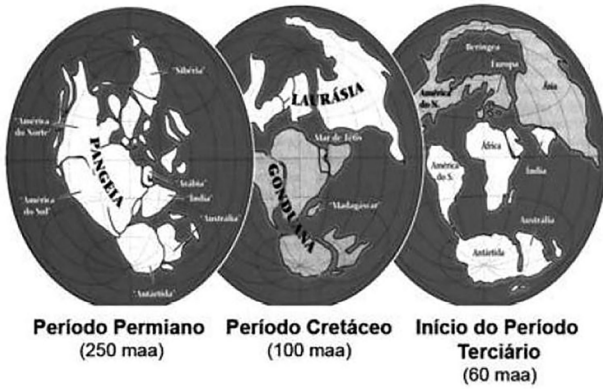
01. (Enem/2009) Os anfíbios são animais que apresentam dependência de um ambiente úmido ou aquático. Nos anfíbios, a pele é de fundamental importância para a maioria das atividades vitais, apresenta glândulas de muco para conservar-se úmida, favorecendo as trocas gasosas e, também, pode apresentar glândulas de veneno contra microrganismos e predadores. Segundo a Teoria Evolutiva de Darwin, essas características dos anfíbios representam a

- lei do uso e desuso.
- atrofia do pulmão devido ao uso contínuo da pele.
- transmissão de caracteres adquiridos aos descendentes.
- futura extinção desses organismos, pois estão mal adaptados.
- seleção de adaptações em função do meio ambiente em que vivem.

02. (Enem/2009)

No Período Permiano, cerca de 250 milhões de anos atrás (250 m.a.a.), os continentes formavam uma única massa de terra conhecida como Pangeia. O lento e contínuo movimento das placas tectônicas resultou na separação das placas, de maneira que já no início do Período Terciário (cerca de 60 m.a.a.), diversos continentes se encontravam separados uns dos outros. Uma das consequências dessa separação foi a formação de diferentes regiões biogeográficas, chamadas biomas. Devido ao isolamento reprodutivo, as espécies em cada bioma se diferenciaram por processos evolutivos distintos, novas espécies surgiram, outras se extinguíram, resultando na atual diversidade biológica do nosso planeta.

A figura ilustra a deriva dos continentes e as suas posições durante um período de 250 milhões de anos.



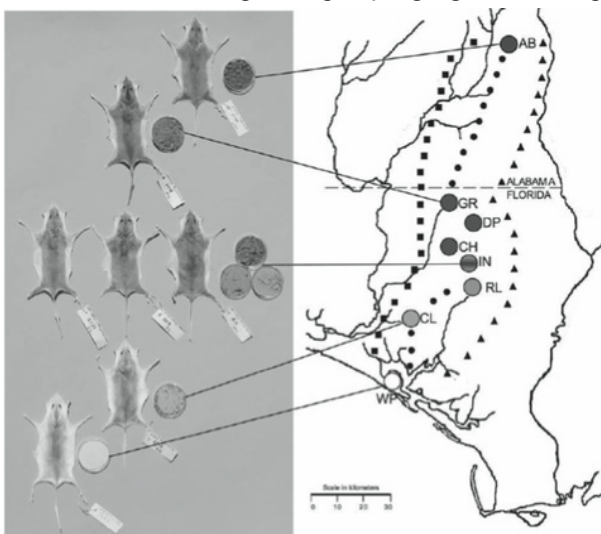
RICKLEFS, R. E. *A economia da natureza*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2003. (Adaptado).

De acordo com o texto, a atual diversidade biológica do planeta é resultado

- da similaridade biológica dos biomas de diferentes continentes.
- do cruzamento entre espécies de continentes que foram separados.
- do isolamento reprodutivo das espécies resultante da separação dos continentes.
- da interação entre indivíduos de uma mesma espécie antes da separação dos continentes.
- da taxa de extinções ter sido maior que a de especiações nos últimos 250 milhões de anos.

03. (Enem/2009)

Os ratos *Peromyscus polionotus* encontram-se distribuídos em ampla região na América do Norte. A pelagem de ratos dessa espécie varia do marrom claro até o escuro, sendo que os ratos de uma mesma população têm coloração muito semelhante. Em geral, a coloração da pelagem também é muito parecida à cor do solo da região em que se encontram, que também apresenta a mesma variação de cor, distribuída ao longo de um gradiente sul-norte. Na figura, encontram-se representadas sete diferentes populações de *P. polionotus*. Cada população é representada pela pelagem do rato, por uma amostra de solo e por sua posição geográfica no mapa.



MULLEN, L. M.; HOEKSTRA, H. E. *Natural selection along an environmental gradient: a classic cline in mouse pigmentation*. *Evolution*, 2008.

O mecanismo evolutivo envolvido na associação entre cores de pelagem e de substrato é

- a alimentação, pois pigmentos de terra são absorvidos e alteram a cor da pelagem dos roedores.
- o fluxo gênico entre as diferentes populações, que mantém constante a grande diversidade interpopulacional.
- a seleção natural, que, nesse caso, poderia ser entendida como a sobrevivência diferenciada de indivíduos com características distintas.
- a mutação genética, que, em certos ambientes, como os de solo mais escuro, têm maior ocorrência e capacidade de alterar significativamente a cor da pelagem dos animais.
- a herança de caracteres adquiridos, capacidade de organismos se adaptarem a diferentes ambientes e transmitirem suas características genéticas aos descendentes.

04. (Enem/2009)

Meses depois de deixar o convés do Beagle, Darwin estabeleceu-se em Londres, o coração da Inglaterra. Ansioso para se juntar aos “verdadeiros naturalistas”, Darwin mergulhou no trabalho de redigir a sua pesquisa, realizada durante a viagem no Beagle. Enquanto isso, uma grande ideia estava tomando forma em sua mente. Será que suas reflexões iniciais a bordo do navio estavam certas? Era possível que novas espécies pudessem surgir de velhas espécies? Se fosse possível, como isso poderia ter acontecido?

Fragmento extraído do Material Educativo da Exposição. *Darwin – Descubra o Homem e a Teoria Revolucionária que Mudou o Mundo*. Instituto Sangari. s/d.

Vários anos após o término de sua viagem ao redor do mundo a bordo do Beagle, Charles Darwin publicou sua revolucionária teoria da evolução das espécies por meio da seleção natural. Graças às reflexões do cientista durante a viagem mencionada no texto, hoje se sabe que

- as mutações são o único fator responsável pela variabilidade genética nos seres vivos.
- a seleção natural é o único mecanismo conhecido responsável pelas mudanças evolutivas nos seres vivos.
- os indivíduos de uma população natural são todos iguais entre si, apresentando forma e comportamento imutáveis.
- o uso frequente de determinado órgão ou parte do corpo conduz à sua hipertrofia, característica mantida na prole.
- algumas características podem contribuir para a sobrevivência e reprodução de certos indivíduos em determinado ambiente.

05. (Enem/2010) Alguns anfíbios e répteis são adaptados à vida subterrânea. Nessa situação, apresentam algumas características corporais como, por exemplo, ausência de patas, corpo anelado que facilita o deslocamento no subsolo e, em alguns casos, ausência de olhos.

Suponha que um biólogo tentasse explicar a origem das adaptações mencionadas no texto utilizando conceitos da teoria evolutiva de Lamarck. Ao adotar esse ponto de vista, ele diria que

- as características citadas no texto foram originadas pela seleção natural.
- a ausência de olhos teria sido causada pela falta de uso dos mesmos, segundo a lei do uso e desuso.
- o corpo anelado é uma característica fortemente adaptativa, mas seria transmitida apenas à primeira geração de descendentes.
- as patas teriam sido perdidas pela falta de uso e, em seguida, essa característica foi incorporada ao patrimônio genético e então transmitida aos descendentes.
- as características citadas no texto foram adquiridas por meio de mutações e depois, ao longo do tempo, foram selecionadas por serem mais adaptadas ao ambiente em que os organismos se encontram.

06. (Enem/2010)

Experimentos realizados no século XX demonstraram que hormônios femininos e mediadores químicos atuam no comportamento materno de determinados animais, como cachorros, gatos e ratos, reduzindo o medo e a ansiedade, o que proporciona maior habilidade de orientação espacial. Por essa razão, as fêmeas desses animais abandonam a prole momentaneamente, a fim de encontrar alimentos, o que ocorre com facilidade e rapidez. Ainda, são capazes de encontrar rapidamente o caminho de volta para proteger os filhotes.

VARELLA, D. *Borboletas da alma*: escritos sobre ciência e saúde. Companhia das Letras, 2006 (adaptado).

Considerando a situação descrita sob o ponto de vista da hereditariedade e da evolução biológica, o comportamento materno decorrente da ação das substâncias citadas é

- transmitido de geração a geração, sendo que indivíduos portadores dessas características terão mais chance de sobreviver e deixar descendentes com as mesmas características.
- transmitido em intervalos de gerações, alternando descendentes machos e fêmeas, ou seja, em uma geração recebem a característica apenas os machos e, na outra geração, apenas as fêmeas.
- determinado pela ação direta do ambiente sobre a fêmea quando ela está no período gestacional, portanto todos os descendentes receberão as características.
- determinado pelas fêmeas, na medida em que elas transmitem o material genético necessário à produção de hormônios e dos mediadores químicos para sua prole de fêmeas, durante o período gestacional.
- determinado após a fecundação, pois os espermatozoides dos machos transmitem as características para a prole e, ao nascerem, os indivíduos são selecionados pela ação do ambiente.

07. (Enem/2011)

Diferente do que o senso comum acredita, as lagartas de borboletas não possuem voracidade generalizada. Um estudo mostrou que as borboletas de asas transparentes da família *Ithomiinae*, comuns na Floresta Amazônica e na Mata Atlântica, consomem, sobretudo, plantas da família *Solanaceae*, a mesma do tomate. Contudo, os ancestrais dessas borboletas consumiam espécies vegetais da família *Apocinaceae*, mas a quantidade dessas plantas parece não ter sido suficiente para garantir o suprimento alimentar dessas borboletas. Dessa forma, as solanáceas tornaram-se uma opção de alimento, pois são abundantes na Mata Atlântica e na Floresta Amazônica.

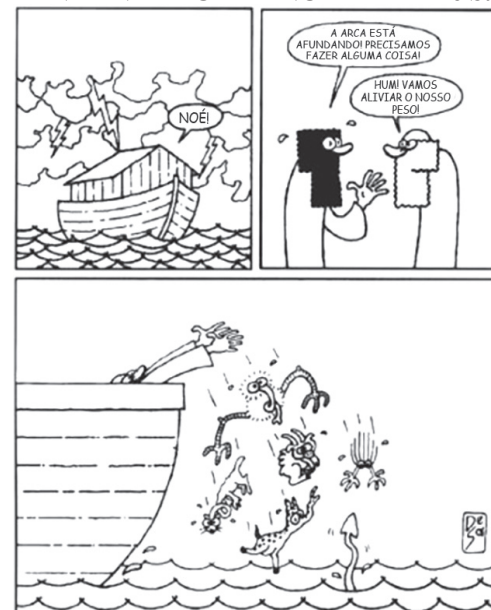
“Cores ao vento. Genes e fósseis revelam origem e diversidade de borboletas sul-americanas.” Revista *Pesquisa FAPESP*. Nº 170, 2010 (adaptado).

Nesse texto, a ideia do senso comum é confrontada com os conhecimentos científicos, ao se entender que as larvas das borboletas *Ithomiinae*, encontradas atualmente na Mata Atlântica e na Floresta Amazônica, apresentam

- facilidade em digerir todas as plantas desses locais.
- interação com as plantas hospedeiras da família *Apocinaceae*.
- adaptação para se alimentar de todas as plantas desses locais.
- voracidade indiscriminada por todas as plantas existentes nesses locais.
- especificidade pelas plantas da família *Solanaceae* existentes nesses locais.

08. (Enem/2011)

BANZÉ NA ARCA DE NOÉ De Sá



Revista *Mad*. nº 68, 1980.

O ser humano é responsável pela seleção de características, por exemplo, tipo e cor da pelagem dos animais domésticos, muitas das quais não eram observadas nos indivíduos selvagens das espécies. Cientistas das universidades de Uppsala (Suécia) e Durham (Reino Unido) explicam que o homem selecionou de forma ativa e proposital os animais domésticos com pelagens curiosas.

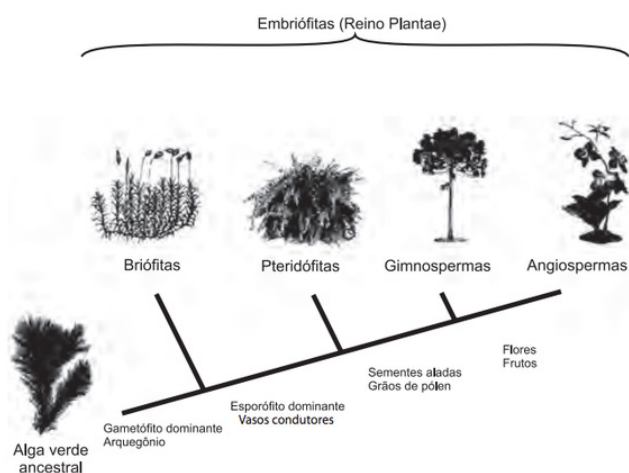
Disponível em: <<http://www.1.folha.uol.com.br>>.

Acesso em: 7 abr. 2010 (adaptado).

A partir de suportes diferentes, os quadrinhos e o texto apresentado abordam o mesmo tema, que se refere à seleção

- a) natural.
- b) direcional.
- c) artificial.
- d) estabilizadora.
- e) cromatográfica.

09. (Enem/2012) A imagem representa o processo de evolução das plantas e algumas de suas estruturas. Para o sucesso desse processo, a partir de um ancestral simples, os diferentes grupos vegetais desenvolveram estruturas adaptativas que lhes permitiram sobreviver em diferentes ambientes.



Disponível em: <<http://biopibidufsj.blogspot.com>>.

Acesso em: 29 fev. 2012 (adaptado).

Qual das estruturas adaptativas apresentadas contribuiu para uma maior diversidade genética?

- a) As sementes aladas, que favorecem a dispersão aérea.
- b) Os arquegônios, que protegem o embrião multicelular.
- c) Os grãos de pólen, que garantem a polinização cruzada.
- d) Os frutos, que promovem uma maior eficiência reprodutiva.
- e) Os vasos condutores, que possibilitam o transporte da seiva bruta.

10. (Enem/2012) Paleontólogos estudam fósseis e esqueletos de dinossauros para tentar explicar o desaparecimento desses animais. Esses estudos permitem afirmar que esses animais foram extintos há cerca de 65 milhões de anos. Uma teoria aceita atualmente é a de que um asteroide colidiu com a Terra, formando uma densa nuvem de poeira na atmosfera.

De acordo com essa teoria, a extinção ocorreu em função de modificações no planeta que

- a) desestabilizaram o relógio biológico dos animais, causando alterações no código genético.
- b) reduziram a penetração da luz solar até a superfície da Terra, interferindo no fluxo energético das teias tróficas.
- c) causaram uma série de intoxicações nos animais, provocando a bioacumulação de partículas de poeira nos organismos.
- d) resultaram na sedimentação das partículas de poeira levantada com o impacto do meteoro, provocando o desaparecimento de rios e lagos.
- e) evitaram a precipitação de água até a superfície da Terra, causando uma grande seca que impediu a retroalimentação do ciclo hidrológico.

11. (Enem/2013)

As fêmeas de algumas espécies de aranhas, escorpiões e de outros invertebrados predam os machos após a cópula e inseminação. Como exemplo, fêmeas canibais do inseto conhecido como louva-a-deus, *Tenodera aridifolia*, possuem até 63% da sua dieta composta por machos parceiros. Para as fêmeas, o canibalismo sexual pode assegurar a obtenção de nutrientes importantes na reprodução. Com esse incremento na dieta, elas geralmente produzem maior quantidade de ovos.

BORGES, J. C. *Jogo mortal*.

Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br>>.

Acesso em: 1º mar. 2012 (adaptado).

Apesar de ser um comportamento aparentemente desvantajoso para os machos, o canibalismo sexual evoluiu nesses táxons animais porque

- a) promove a maior ocupação de diferentes nichos ecológicos pela espécie.
- b) favorece o sucesso reprodutivo individual de ambos os parentais.
- c) impossibilita a transmissão de genes do macho para a prole.
- d) impede a sobrevivência e reprodução futura do macho.
- e) reduz a variabilidade genética da população.

12. (Enem/2013)

Lobos da espécie *Canis lycaon*, do leste dos Estados Unidos, estão inter cruzando com coiotes (*Canis latrans*). Além disso, indivíduos presentes na borda oeste da área de distribuição de *C. lycaon* estão se acasalando também com lobos cinzentos (*Canis lupus*). Todos esses cruzamentos têm gerado descendentes férteis.

Scientific American Brasil, Rio de Janeiro, ano II, 2011 (adaptado).

Os animais descritos foram classificados como espécies distintas no século XVIII. No entanto, aplicando-se o conceito biológico de espécie, proposto por Ernst Mayr em 1942, e ainda muito usado hoje em dia, esse fato não se confirma, porque

- esses animais são morfologicamente muito semelhantes.
- o fluxo gênico entre as três populações é mantido.
- apresentam nichos ecológicos muito parecidos.
- todos têm o mesmo ancestral comum.
- pertencem ao mesmo gênero.

13. (Enem/2014) Embora seja um conceito fundamental para a biologia, o termo “evolução” pode adquirir significados diferentes no senso comum. A ideia de que a espécie humana é o ápice do processo evolutivo é amplamente difundida, mas não é compartilhada por muitos cientistas.

Para esses cientistas, a compreensão do processo citado baseia-se na ideia de que os seres vivos, ao longo do tempo, passam por

- modificação de características.
- incremento no tamanho corporal.
- complexificação de seus sistemas.
- melhoria de processos e estruturas.
- especialização para uma determinada finalidade.

14. (Enem/2014) O mimetismo é uma característica adaptativa que pode influenciar positivamente nas chances de sobrevivência. Nessa condição, uma espécie apresenta uma característica de outra espécie que é não comestível e/ou não palatável.

Como exemplo de seres que se utilizam dessa estratégia de sobrevivência, há

- o inseto cuja forma e coloração assemelham-se a folhas de árvores em estado de decomposição.
- a raposa-do-ártico, que apresenta pelagens diferentes para a estação do inverno e estação do verão.
- o cavalo-marinho, que apresenta projeções no corpo que lembram as algas entre as quais eles vivem.
- a falsa-coral, que apresenta a coloração similar à da coral-verdadeira, apesar de ser pouco peçonhenta.
- o camaleão, que muda a sua coloração assumindo as cores predominantes do local onde se encontra.

15. (Enem/2014)

Um novo tipo de replicador surgiu recentemente neste planeta. Ainda está em sua infância num caldo primordial, mas já está evoluindo a uma velocidade que deixa o gene para trás. O novo caldo é a cultura humana. Precisamos de um nome para o novo replicador, que passe a ideia de uma unidade de transmissão cultural, ou unidade de imitação.

Exemplos de memes são melodias, ideias, slogans, roupas da moda, modos de fazer potes ou de construir arcos. Os memes propagam-se de cérebro a cérebro por meio de imitação. Se um cientista ouve ou lê uma ideia boa, ele a transmite a seus colegas e alunos. Se a ideia “pegar”, pode-se dizer que ela se propaga por si própria.

DAWKINS, R. *O gene egoísta*. São Paulo: Companhia das Letras, 1976 (adaptado).

Nesses termos, o paralelo entre a evolução biológica e a evolução cultural somente será válido se

- o acaso operar com maior intensidade sobre os genes.
- o processo de seleção de memes for mais intenso que o dos genes.
- as taxas de mutação de genes e memes tiverem a mesma magnitude.
- em ambas, as informações estiverem sujeitas à cópia com modificações.
- ambos os processos forem independentes da configuração de um ancestral.

16. (Enem/2015) Algumas raças de cães domésticos não conseguem copular entre si devido à grande diferença em seus tamanhos corporais. Ainda assim, tal dificuldade reprodutiva não ocasiona a formação de novas espécies (especiação).

Essa especiação não ocorre devido ao(à)

- oscilação genética das raças.
- convergência adaptativa das raças.
- isolamento geográfico entre as raças.
- seleção natural que ocorre entre as raças.
- manutenção do fluxo gênico entre as raças.

17. (Enem/2015)

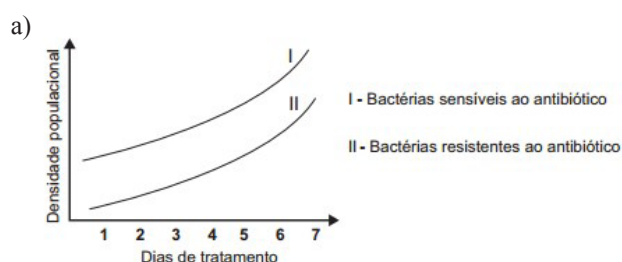
As superbactérias respondem por um número crescente de infecções e mortes em todo o mundo. O termo superbactérias é atribuído às bactérias que apresentam resistência a praticamente todos os antibióticos. Dessa forma, no organismo de um paciente, a população de uma espécie bacteriana patogênica pode ser constituída principalmente por bactérias sensíveis a antibióticos usuais e por um número reduzido de superbactérias que, por mutação ou intercâmbio de material genético, tornaram-se resistentes aos antibióticos existentes.

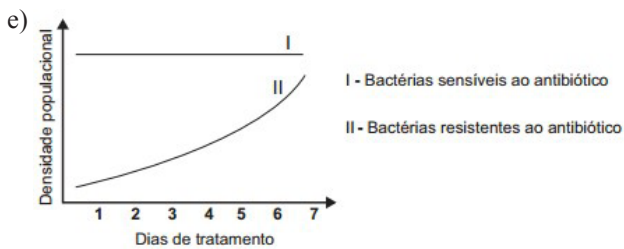
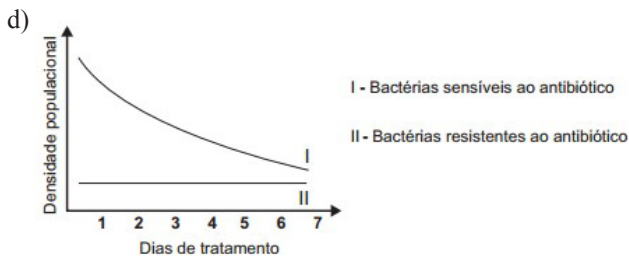
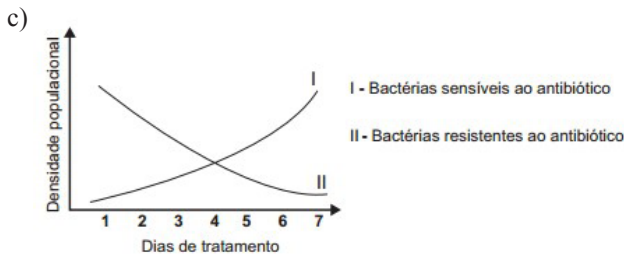
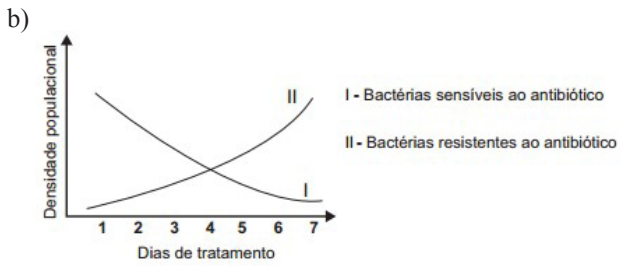
FERREIRA, F. A.; CRUZ, R. S.; FIGUEIREDO, A. M. S.

Superbactérias: o problema mundial da resistência a antibióticos.

Ciência Hoje, n. 287, nov. 2011 (adaptado).

Qual figura representa o comportamento populacional das bactérias ao longo de uma semana de tratamento com um antibiótico comum?





18. (Enem/2013) As fêmeas de algumas espécies de aranhas, escorpiões e de outros invertebrados predam os machos após a cópula e inseminação. Como exemplo, fêmeas canibais do inseto conhecido como louva-a-deus, *Tenodera aridifolia*, possuem até 63% da sua dieta composta por machos parceiros. Para as fêmeas, o canibalismo sexual pode assegurar a obtenção de nutrientes importantes na reprodução. Com esse incremento na dieta, elas geralmente produzem maior quantidade de ovos.

BORGES, J. C. Jogo mortal. *Ciência Hoje*. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br>>. Acesso em: 1 mar. 2012. (Adaptado)

Apesar de ser um comportamento aparentemente desvantajoso para os machos, o canibalismo sexual evoluiu nesses táxons animais porque

- promove a maior ocupação de diferentes nichos ecológicos pela espécie.
 - favorece o sucesso reprodutivo individual de ambos os parentais.
 - impossibilita a transmissão de genes do macho para a prole.
 - impede a sobrevivência e reprodução futura do macho.
 - reduz a variabilidade genética da população.
19. (Enem/2016) Pesquisadores recuperaram DNA de ossos de mamute (*Mammuthus primigenius*) encontrados na Sibéria, que tiveram sua idade de cerca de 28 mil anos confirmada pela técnica do carbono-14.

FAPESP. *DNA de mamute é revelado*. Disponível em: <<http://agencia.fapesp.br>>. Acesso em: 13 ago. 2012 (adaptado).

A técnica de datação apresentada no texto só é possível devido à

- proporção conhecida entre carbono-14 e carbono-12 na atmosfera ao longo dos anos.
 - decomposição de todo o carbono-12 presente no organismo após a morte.
 - fixação maior do carbono-14 nos tecidos de organismos após a morte.
 - emissão de carbono-12 pelos tecidos de organismos após a morte.
 - transformação do carbono-12 em carbono-14 ao longo dos anos.
20. (Enem/2016) Apesar da grande diversidade biológica, a hipótese de que a vida na Terra tenha tido uma única origem comum é aceita pela comunidade científica. Uma evidência que apoia essa hipótese é a observação de processos biológicos comuns a todos os seres vivos atualmente existentes.

Um exemplo de tal processo é o(a)

- desenvolvimento embrionário.
- reprodução sexuada.
- respiração aeróbica.
- excreção urinária.
- síntese proteica.

21. (Enem/2016) Darwin, em viagem às Ilhas Galápagos, observou que os tentilhões apresentavam bicos com formatos diferentes em cada ilha, de acordo com o tipo de alimentação disponível. Lamarck, ao explicar que o pescoço da girafa teria esticado para colher folhas e frutos no alto das árvores, elaborou ideias importantes sobre a evolução dos seres vivos.

O texto aponta que uma ideia comum às teorias da evolução, propostas por Darwin e por Lamarck, refere-se à interação entre os organismos e seus ambientes, que é denominada de

- mutação.
 - adaptação.
 - seleção natural.
 - recombinação gênica.
 - variabilidade genética.
22. (Enem/2017) Atualmente, o medicamento de escolha para o tratamento da esquistossomose causada por todas as espécies do verme *Schistosoma* é o praquizentel (PQZ). Apesar de ser eficaz e seguro, seu uso em larga escala e tratamentos repetitivos em áreas endêmicas têm provocado a seleção de linhagens resistentes.

LAGE, R. C. G.

Disponível em: <www.repositorio.ufop.br>.

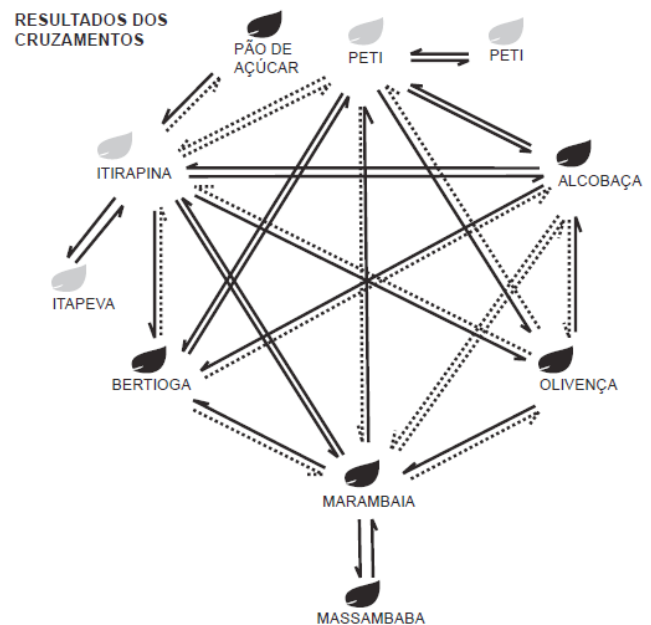
Acesso em: 17 dez. 2012 (adaptado).

Qual é o mecanismo de seleção dos vermes resistentes citados?

- Os vermes tornam-se resistentes ao entrarem em contato com o medicamento quando invadem muitos hospedeiros.
- Os vermes resistentes absorvem o medicamento, passando-o para seus descendentes, que também se tornam resistentes.
- Os vermes resistentes transmitem resistência ao medicamento quando entram em contato com outros vermes dentro do hospedeiro.
- Os vermes resistentes tendem a sobreviver e produzir mais descendentes do que os vermes sobre os quais o medicamento faz efeito.
- Os vermes resistentes ao medicamento tendem a eliminar os vermes que não são resistentes, fazendo com que apenas os mais fortes sobrevivam.

23. (Enem/2018) O processo de formação de novas espécies é lento e repleto de nuances e estágios intermediários, havendo uma diminuição da viabilidade entre cruzamentos. Assim, plantas originalmente de uma mesma espécie que não cruzam mais entre si podem ser consideradas como uma espécie se diferenciando. Um pesquisador realizou cruzamentos entre nove populações — denominadas de acordo com a localização onde são encontradas — de uma espécie de orquídea (*Epidendrum denticulatum*). No diagrama estão os resultados dos cruzamentos entre as populações.

Considere que o doador fornece o pólen para o receptor



DOADOR → RECEPTOR - Polinização induzida bem-sucedida
DOADOR RECEPTOR - Polinização induzida inviável ou nula

Mata Atlântica Cerrado

FIORAVANTI, C. Os primeiros passos de novas espécies: plantas e animais se diferenciam por meio de mecanismos surpreendentes. Pesquisa Fapesp, out. 2013 (adaptado).

Em populações de quais localidades se observa um processo de especiação evidente?

- Bertioga e Marambaia; Alcobaca e Olivença.
 - Itirapina e Itapeva; Marambaia e Massambaba.
 - Itirapina e Marambaia; Alcobaca e Itirapina.
 - Itirapina e Peti; Alcobaca e Marambaia.
 - Itirapina e Olivença; Marambaia e Peti.
24. (Enem/2018) Podemos esperar que, evoluindo de ancestrais que disputavam os mesmos recursos, as espécies tenham desenvolvido características que asseguram menor ou nenhuma competição com membros de outras espécies. Espécies em coexistência, com um potencial aparente para competir, exibirão diferenças em comportamento, fisiologia ou morfologia.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. Fundamentos em ecologia. Porto Alegre: Artmed, 2006 (adaptado).

Qual fenômeno evolutivo explica a manutenção das diferenças ecológicas e biológicas citadas?

- a) Mutação.
- b) Fluxo gênico.
- c) Seleção natural.
- d) Deriva genética.
- e) Equilíbrio de Hardy-Weinberg.

25. (Enem/2019) A principal explicação para a grande variedade de espécies na Amazônia é a teoria do refúgio. Nos últimos 100 000 anos, o planeta sofreu vários períodos de glaciação, em que as florestas enfrentaram fases de seca. Dessa forma, as matas expandiram-se e depois reduziram-se. Nos períodos de seca prolongados, cada núcleo de floresta ficava isolado do outro. Então, os grupos de animais dessas áreas isoladas passaram por processos de diferenciação genética, muitas vezes se transformando em espécies ou subespécies diferentes das originais e das que ficaram em outros refúgios.

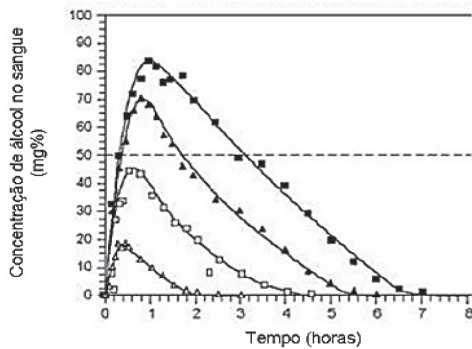
Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br>.
Acesso em: 22 abr. 2015.

O principal processo evolutivo relacionado ao texto é a

- a) anagênese.
- b) coevolução.
- c) evolução alopátrica.
- d) evolução simpátrica.
- e) convergência adaptativa.

MÉTODO CIENTÍFICO

01. (Enem/2009) Analise a figura.



Disponível em: <http://www.alcoologia.net>.
Acesso em: 15 jul. 2008 (adaptado).

Supondo que seja necessário dar um título para essa figura, a alternativa que melhor traduziria o processo representado seria a

- a) concentração média de álcool no sangue ao longo do dia.
- b) variação da frequência da ingestão de álcool ao longo das horas.
- c) concentração mínima de álcool no sangue a partir de diferentes dosagens.
- d) estimativa de tempo necessário para metabolizar diferentes quantidades de álcool.
- e) representação gráfica da distribuição de frequência de álcool em determinada hora do dia.

02. (Enem/2009) Os planos de controle e erradicação de doenças em animais envolvem ações de profilaxia e dependem em grande medida da correta utilização e interpretação de testes diagnósticos. O quadro mostra um exemplo hipotético de aplicação de um teste diagnóstico.

Resultado do teste	Condição real dos animais		Total
	Infectado	Não infectado	
Positivo	45	38	83
Negativo	5	912	917
Total	50	950	1.000

Manual Técnico do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal – PNCEBT. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2006 (adaptado).

Considerando que, no teste diagnóstico, a sensibilidade é a probabilidade de um animal infectado ser classificado como positivo e a especificidade é a probabilidade de um animal não infectado ter resultado negativo, a interpretação do quadro permite inferir que

- a) a especificidade aponta um número de 5 falsos positivos.
- b) o teste, a cada 100 indivíduos infectados, classificaria 90 como positivos.
- c) o teste classificaria 96 como positivos em cada 100 indivíduos não infectados.
- d) ações de profilaxia são medidas adotadas para o tratamento de falsos positivos.
- e) testes de alta sensibilidade resultam em maior número de animais falsos negativos comparado a um teste de baixa sensibilidade.

03. (Enem/2010) A tabela apresenta dados comparados de respostas de brasileiros, norte-americanos e europeus a perguntas relacionadas à compreensão de fatos científicos pelo público leigo. Após cada afirmativa, entre parênteses, aparece se a afirmativa é Falsa ou Verdadeira. Nas três colunas da direita aparecem os respectivos percentuais de acertos dos três grupos sobre essas afirmativas.

Pesquisa	% respostas certas		
	Brasileiros	Norte-americanos	Europeus
Os antibióticos matam tanto vírus quanto bactérias. (Falsa)	41,8	51,0	39,7
Os continentes têm mudado sua posição no decorrer dos milênios. (Verdadeira)	78,1	79,0	81,8
O Homo sapiens originou-se a partir de uma espécie animal anterior. (Verdadeira)	56,4	53,0	68,6

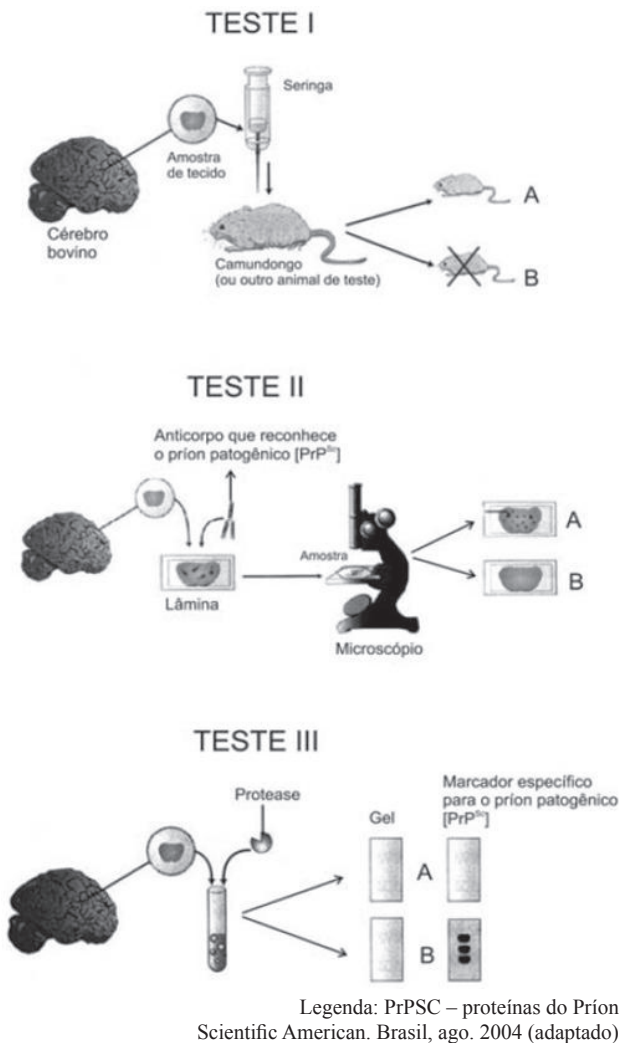
Os elétrons são menores que os átomos. (Verdadeira)	53,6	48,0	41,3
Os primeiros homens viveram no mesmo período que os dinossauros. (Falsa)	61,2	48,0	59,4

Percepção pública de ciência: uma revisão metodológica e resultados para São Paulo. Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo. São Paulo: Fapesp, 2004 (adaptado).

De acordo com dados apresentados na tabela, os norte-americanos, em relação aos europeus e aos brasileiros, demonstram melhor compreender o fato científico sobre

- a) a ação dos antibióticos.
- b) a origem do ser humano.
- c) os períodos da pré-história.
- d) o deslocamento dos continentes.
- e) o tamanho das partículas atômicas.

04. (Enem/2010)



Três dos quatro tipos de testes atualmente empregados para a detecção de príons patogênicos em tecidos cerebrais de gado morto são mostrados nas figuras a seguir. Uma vez identificado um animal morto infectado, funcionários das agências de saúde pública e fazendeiros podem removê-lo do suprimento alimentar ou rastrear os alimentos infectados que o animal possa ter consumido.

Analisando os testes I, II e III, para a detecção de príons patogênicos, identifique as condições em que os resultados foram positivos para a presença de príons nos três testes.

- a) Animal A, lâmina B e gel A.
- b) Animal A, lâmina A e gel B.
- c) Animal B, lâmina A e gel B.
- d) Animal B, lâmina B e gel A.
- e) Animal A, lâmina B e gel B.

INDICADORES SOCIAIS

01. (Enem/2009)



International Water and Sanitation Center (Centro Internacional de Água e Saneamento). Disponível em: <<http://www.irc.nl/index.php>>. <<http://esa.un.org/iys/>>. Acesso em: 1º abr. 2008 (adaptado).

A imagem anterior foi utilizada em uma campanha da Organização das Nações Unidas para alertar sobre a falta de acesso de parcela significativa da população à água e ao esgoto tratado mundial. Em relação a esse tema, a escolha da imagem

- é significativa, pois sugere que a construção de um sanitário público resolveria o problema de coleta e tratamento do esgoto e da contaminação dos cursos d'água e do lençol freático.
- é frágil, pois distorce as questões do acesso à água, a qual é um recurso abundante, e os problemas de escassez e de falta de saneamento, restritos a um número reduzido de países.
- é indicativa de um fenômeno complexo, pois a alta densidade demográfica em algumas regiões, sem condições adequadas de acesso aos serviços essenciais, impacta o meio ambiente e compromete a qualidade de vida.
- é adequada, pois explora uma situação de contaminação dos recursos hídricos pelo despejo de fezes e urina *in natura* nos cursos d'água, fenômeno restrito às áreas periféricas das grandes cidades dos países periféricos.
- é propícia para que se entenda o impacto ambiental nos grandes aglomerados urbanos, fenômeno que se repete nos países mais ricos, fortemente afetados pela falta de saneamento, como evidenciam as ondas migratórias recentes.

MICROBIOLOGIA E DOENÇAS ASSOCIADAS (PARASITOLOGIA)

01. (Enem/2009)

Turma da Mônica

Maurício de Sousa



A doença de Chagas é uma parasitose causada por um protozoário, o *Trypanosoma cruzi*, transmitido por um inseto, o barbeiro (*Triatoma infestans*), citado pelo Chico Bento na história em quadrinhos acima. Atualmente, as autoridades sanitárias brasileiras estão preocupadas porque, além da forma tradicionalmente conhecida de transmissão, em casas de barro da zona rural, surgiram focos isolados associados ao consumo de alimentos, como o açaí e a cana-de-açúcar, em 2007 e 2008. Nesses casos, a transmissão para o homem se deu pela ingestão do próprio inseto contaminado.

O Estado de São Paulo, 30/12/2008 (adaptado).

Na forma endêmica tradicional do Mal de Chagas, o *T. cruzi* é transmitido quando o barbeiro

- penetra na pele do homem e põe ovos.
- coloca o protozoário nas vias respiratórias do ser humano.
- pica o homem e transmite o protozoário de suas fezes para a área picada.

- infecta o homem por meio de lesões na pele durante o banho em lagoas de água parada.
- entra em contato com seres humanos a partir das fezes de animais diversos, onde geralmente é encontrado.

02. (Enem/2009)

Ao invés de se preocuparem com a questão de serem os vírus seres vivos ou não, os biólogos moleculares se interessam em observar o modo pelo qual eles desvirtuam, em seu próprio benefício, o funcionamento de uma célula, desencadeando doenças. Ao infectar uma célula, o vírus perde seu invólucro e leva o sistema de duplicação do material genético da célula a reproduzir seu próprio ácido nucleico e a produzir proteínas virais.

VILLARREAL, L. *Afinal, os vírus são seres vivos?*

Scientific American Brasil, n. 28 p. 21-24, 2008 (adaptado).

Considerando as características fisiológicas do vírus, infere-se que

- o organismo por ele infectado é um animal.
- o material genético do vírus é DNA.
- o hospedeiro morrerá logo após a infecção.
- o vírus pode existir, também, na forma de vida livre.
- seu material genético altera o metabolismo da célula hospedeira.

03. (Enem/2010)

A cárie dental resulta da atividade de bactérias que degradam os açúcares e os transformam em ácidos que corroem a porção mineralizada dos dentes. O flúor, juntamente com o cálcio e um açúcar chamado xilitol, age inibindo esse processo. Quando não se escovam os dentes corretamente e neles acumulam-se restos de alimentos, as bactérias que vivem na boca aderem aos dentes, formando a placa bacteriana ou biofilme. Na placa, elas transformam o açúcar dos restos de alimentos em ácidos, que corroem o esmalte do dente formando uma cavidade, que é a cárie. Vale lembrar que a placa bacteriana se forma mesmo na ausência de ingestão de carboidratos fermentáveis, pois as bactérias possuem polissacarídeos intracelulares de reserva.

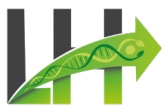
Disponível em: <http://www.diariodasaude.com.br>

Acesso em: 11 ago. 2010 (adaptado).

cárie 1. destruição de um osso por corrosão progressiva.
* cárie dentária: efeito da destruição da estrutura dentária por bactérias.

HOUAISS, Antônio. Dicionário eletrônico. Versão 1.0.

Editora Objetiva, 2001 (adaptado).



A partir da leitura do texto, que discute as causas do aparecimento de cáries, e da sua relação com as informações do dicionário, conclui-se que a cárie dental resulta, principalmente, de

- falta de flúor e de cálcio na alimentação diária da população brasileira.
- consumo exagerado do xilitol, um açúcar, na dieta alimentar diária do indivíduo.
- redução na proliferação bacteriana quando a saliva é desbalanceada pela má alimentação.
- uso exagerado do flúor, um agente que em alta quantidade torna-se tóxico à formação dos dentes.
- consumo excessivo de açúcares na alimentação e má higienização bucal, que contribuem para a proliferação de bactérias.

04. (Enem/2010)

O uso prolongado de lentes de contato, sobretudo durante a noite, aliado a condições precárias de higiene representa fatores de risco para o aparecimento de uma infecção denominada ceratite microbiana, que causa ulceração inflamatória da córnea. Para interromper o processo da doença, é necessário tratamento antibiótico. De modo geral, os fatores de risco provocam a diminuição da oxigenação corneana e determinam mudanças no seu metabolismo, de um estado aeróbico para anaeróbico. Como decorrência, observa-se a diminuição no número e na velocidade de mitoses do epitélio, o que predispõe ao aparecimento de defeitos epiteliais e à invasão bacteriana.

CRESTA, F. Lente de contato e infecção ocular. Revista Sinopse de Oftalmologia. São Paulo: Moreira Jr., v. 04. n. 04, 2002 (adaptado).

A instalação das bactérias e o avanço do processo infeccioso na córnea estão relacionados a algumas características gerais desses microrganismos, tais como

- a grande capacidade de adaptação, considerando as constantes mudanças no ambiente em que se reproduzem, e o processo aeróbico, como a melhor opção desses microrganismos para a obtenção de energia.
- a grande capacidade de sofrer mutações, aumentando a probabilidade do aparecimento de formas resistentes, e o processo anaeróbico da fermentação, como a principal via de obtenção de energia.
- a diversidade morfológica entre as bactérias, aumentando a variedade de tipos de agentes infecciosos, e a nutrição heterotrófica, como forma de esses microrganismos obterem matéria-prima e energia.
- o alto poder de reprodução, aumentando a variabilidade genética dos milhares de indivíduos, e a nutrição heterotrófica, como única forma de obtenção de matéria-prima e energia desses microrganismos.
- o alto poder de reprodução, originando milhares de descendentes geneticamente idênticos entre si, e a diversidade metabólica, considerando processos aeróbicos e anaeróbicos para a obtenção de energia.

05. (Enem/2010)

Em 2009, o município maranhense de Bacabal foi fortemente atingido por enchentes, submetendo a população local a viver em precárias condições durante algum tempo. Em razão das enchentes, os agentes de saúde manifestaram, na ocasião, temor pelo aumento dos casos de doenças como, por exemplo, a malária, a leptospirose, a leishmaniose e a esquistossomose.

Cidades inundadas enfrentam aumento de doenças.

Folha Online. 22 abr. 2009.

Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br>

Acesso em: 28 abr. 2010 (adaptado).

Que medidas o responsável pela promoção da saúde da população afetada pela enchente deveria sugerir para evitar o aumento das doenças mencionadas no texto, respectivamente?

- Evitar o contato com a água contaminada por mosquitos, combater os percevejos hematófagos conhecidos como barbeiros, eliminar os caramujos do gênero *Biomphalaria* e combater o mosquito *Anopheles*.
- Combater o mosquito *Anopheles*, evitar o contato com a água suja acumulada pelas enchentes, combater o mosquito flebótomo e eliminar os caramujos do gênero *Biomphalaria*.
- Eliminar os caramujos do gênero *Biomphalaria*, combater o mosquito flebótomo, evitar o contato com a água suja acumulada pelas enchentes e combater o mosquito *Aedes*.
- Combater o mosquito *Aedes*, evitar o contato com a água suja acumulada pelas enchentes, eliminar os caramujos do gênero *Biomphalaria* e combater os percevejos hematófagos conhecidos como barbeiros.
- Combater o mosquito *Aedes*, eliminar os caramujos do gênero *Biomphalaria*, combater o mosquito flebótomo e evitar o contato com a água contaminada por mosquitos.

05. (Enem/2010)

A Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS) é a manifestação clínica da infecção pelo vírus HIV, que leva, em média, oito anos para se manifestar. No Brasil, desde a identificação do primeiro caso de AIDS em 1980 até junho de 2007, já foram identificados cerca de 474 mil casos da doença. O país acumulou, aproximadamente, 192 mil óbitos devido à AIDS até junho de 2006, sendo as taxas de mortalidade crescentes até meados da década de 1990 e estabilizando-se em cerca de 11 mil óbitos anuais desde 1998. [...] A partir do ano 2000, essa taxa se estabilizou em cerca de 6,4 óbitos por 100 mil habitantes, sendo esta estabilização mais evidente em São Paulo e no Distrito Federal.

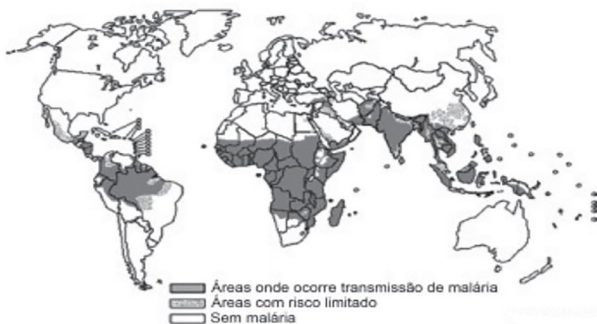
Disponível em: <http://www.aids.gov.br>

Acesso em: 1º maio 2009 (adaptado).

A redução nas taxas de mortalidade devido à AIDS a partir da década de 1990 é decorrente

- a) do aumento do uso de preservativos nas relações sexuais, que torna o vírus HIV menos letal.
- b) da melhoria das condições alimentares dos soropositivos, a qual fortalece o sistema imunológico deles.
- c) do desenvolvimento de drogas que permitem diferentes formas de ação contra o vírus HIV.
- d) das melhorias sanitárias implementadas nos últimos 30 anos, principalmente nas grandes capitais.
- e) das campanhas que estimulam a vacinação contra o vírus e a busca pelos serviços de saúde.

06. (Enem/2011)



CMS, 2004.

Disponível em: www.anvisa.gov.br

O mapa mostra a área de ocorrência da malária no mundo. Considerando sua distribuição na América do Sul, a malária pode ser classificada como

- a) endemia, pois se concentra em uma área geográfica restrita desse continente.
- b) peste, já que ocorre nas regiões mais quentes do continente.
- c) epidemia, já que ocorre na maior parte do continente.
- d) surto, pois apresenta ocorrência em áreas pequenas.
- e) pandemia, pois ocorre em todo o continente.

07. (Enem/2011) Durante as estações chuvosas, aumentam no Brasil as campanhas de prevenção à dengue, que têm como objetivo a redução da proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor do vírus da dengue.

Que proposta preventiva poderia ser efetivada para diminuir a reprodução desse mosquito?

- a) Colocação de telas nas portas e janelas, pois o mosquito necessita de ambientes cobertos e fechados para a sua reprodução.
- b) Substituição das casas de barro por casas de alvenaria, haja vista que o mosquito se reproduz na parede das casas de barro.
- c) Remoção dos recipientes que possam acumular água, porque as larvas do mosquito se desenvolvem nesse meio.

- d) Higienização adequada de alimentos, visto que as larvas do mosquito se desenvolvem nesse tipo de substrato.
- e) Colocação de filtros de água nas casas, visto que a reprodução do mosquito acontece em águas contaminadas.

08. (Enem/2011)



Na charge, o autor refere-se de forma bem-humorada a uma preocupação da população e das autoridades de saúde em relação à contaminação de humanos pelo vírus da gripe H1N1, também conhecida como gripe suína.

Disponível em: <http://jorgebragahumor.blogspot.com>
Acesso em: 28 out. 2010.

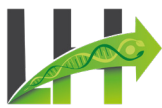
O autor sugere uma reflexão sobre as crenças acerca das formas de contaminação pelo vírus da gripe H1N1. Trata-se de um mito a concepção de que a *Influenza* H1N1 é transmitida

- a) pela ingestão de carne contaminada, principalmente a de suínos.
- b) pelo contato direto entre os fluidos de indivíduos sadios e portadores do vírus.
- c) pelo contato com objetos compartilhados entre indivíduos sadios e contaminados.
- d) pelo ar juntamente com partículas de poeira em suspensão, gotas de saliva e secreção nasobucal.
- e) por meio da ingestão de alimento contaminado pelas mãos de portadores do vírus durante a preparação ou o manuseio.

09. (Enem/2011)

Própolis é uma resina produzida pelas abelhas a partir de material extraído das plantas. Desde 1996, um grupo da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) dedica-se a estudar o uso de própolis em tratamentos bucais, pois se sabe que tem ações anti-inflamatória, antifúngica, antibacteriana, cicatrizante e anestésica.

LIMA, A. Revista *Minas Faz Ciência*, FAPEMIG, dez. 2008 a fev. 2009 (adaptado).



Os estudos conduzidos pelo grupo de pesquisadores têm um cunho social interessante, porque podem resultar

- na prescrição médica da própolis para prevenção de doenças crônicas.
- na prevenção e diminuição do contágio por doenças infectocontagiosas.
- no uso da própolis como forma de prevenção de doenças como AIDS, gripe H1N1 e dengue.
- no acesso ao tratamento de baixo custo de “sapinho”, cáries e outras doenças comuns em crianças.
- na introdução da própolis na alimentação e nas práticas higiênicas dos jovens para evitar doenças inflamatórias.

10. (Enem/2011)

Um grupo internacional de cientistas achou um modo de “tapar o nariz” do mosquito do gênero *Anopheles*. As aspas são necessárias porque o inseto fareja suas vítimas usando as antenas. Os cientistas descobriram como ocorre a captação de cheiros pelas antenas e listaram algumas substâncias capazes de bloquear a detecção de odores que os mosquitos reconhecem. Essa descoberta possibilita, por exemplo, a criação de um repelente muito mais preciso contra o inseto.

Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br>.
Acesso em: 12 abr. 2010 (adaptado).

Se a descoberta descrita no texto for extensiva a outros insetos, pode ajudar a combater algumas doenças no Brasil, como, por exemplo,

- dengue, febre amarela, doença de Chagas e leptospirose.
- malária, meningite, peste bubônica e doença de Chagas.
- doença de Chagas, dengue, febre amarela e leishmaniose.
- dengue, cólera, lepra e peste bubônica.
- malária, dengue, cólera e leptospirose.

11. (Enem/2011)

Conhecer o mecanismo de transmissão e disseminação de uma dada enfermidade é de muita importância para fundamentar medidas mais efetivas para o controle da doença. A esquistossomose mansônica, uma doença infecciosa parasitária, é um problema de saúde pública no Brasil. Sua apresentação clínica varia desde a forma assintomática até aquelas extremamente graves. O diagnóstico e o tratamento são relativamente simples, mas a erradicação só é possível com medidas que interrompam o ciclo de vida do parasita.

Minas faz Ciência. Minas Gerais, set/nov. 2009 (adaptado).

Com base nas informações do texto, avalie qual das propostas seguintes será eficaz no controle da esquistossomose mansônica e na manutenção da saúde geral da população local.

- Eliminar os caramujos de regiões afetadas pela esquistossomose, aplicando substâncias tóxicas na água das lagoas.
- Evitar a contaminação de corpos de águas por ovos de esquistossomo, com a construção de instalações sanitárias.
- Evitar utilizar água de lagoa de regiões afetadas pela esquistossomose para beber ou para o preparo de alimentos.
- Impedir o consumo de carne crua ou malcozida em regiões afetadas pela esquistossomose.
- Impedir o consumo humano de hortaliças regadas com água contaminada por esquistossomo.

12. (Enem/2012)

Medidas de saneamento básico são fundamentais no processo de promoção de saúde e qualidade de vida da população. Muitas vezes, a falta de saneamento está relacionada com o aparecimento de várias doenças. Nesse contexto, um paciente dá entrada em um pronto atendimento relatando que há 30 dias teve contato com águas de enchente. Ainda informa que nesta localidade não há rede de esgoto e drenagem de águas pluviais e que a coleta de lixo é inadequada. Ele apresenta os seguintes sintomas: febre, dor de cabeça e dores musculares.

Disponível em: <http://portal.saude.gov.br>
Acesso em: 27 fev. 2012 (adaptado).

Relacionando os sintomas apresentados com as condições sanitárias da localidade, há indicações de que o paciente apresenta um caso de

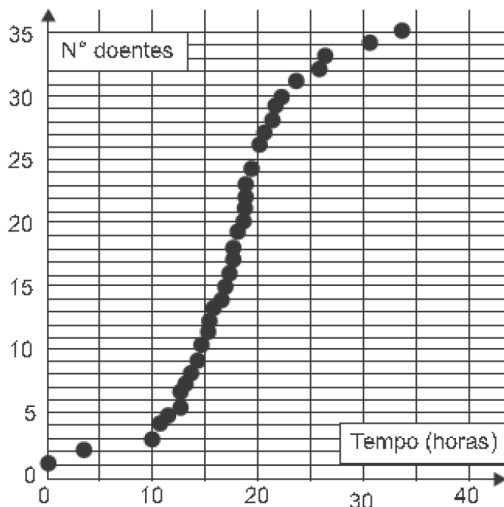
- difteria.
- botulismo.
- tuberculose.
- leptospirose.
- meningite meningocócica.

13. (Enem/2012) A doença de Chagas afeta mais de oito milhões de brasileiros, sendo comum em áreas rurais. É uma doença causada pelo protozoário *Trypanosoma cruzi* e transmitida por insetos conhecidos como barbeiros ou chupanças.

Uma ação do homem sobre o meio ambiente que tem contribuído para o aumento dessa doença é

- o consumo de carnes de animais silvestres que são hospedeiros do vetor da doença.
- a utilização de adubos químicos na agricultura que aceleram o ciclo reprodutivo do barbeiro.
- a ausência de saneamento básico que favorece a proliferação do protozoário em regiões habitadas por humanos.
- a poluição dos rios e lagos com pesticidas que exterminam o predador das larvas do inseto transmissor da doença.
- o desmatamento que provoca a migração ou o desaparecimento dos animais silvestres dos quais o barbeiro se alimenta.

14. (Enem/2013) A figura representa a análise gráfica de um estudo acerca da dispersão de uma doença transmitida a um grupo de pessoas que compartilhou um mesmo ambiente de trabalho:



Disponível em: www.explorelearning.com
Acesso em: 27 nov. 2011 (adaptado).

De acordo com o padrão apresentado no gráfico, a transmissão da doença ocorreu por

- ingestão de água contaminada no mesmo ambiente de trabalho.
- consumo de alimentos estragados vindos da mesma fonte.
- contaminação pelo ar a partir de uma pessoa infectada.
- infecção do grupo por insetos vetores.
- manipulação de objetos contaminados.

15. (Enem/2013)

Dupla humilhação destas lombrigas, humilhação de confessá-las a Dr. Alexandre, sério, perante irmãos que se divertem com tua fauna intestinal em perversas indagações: “Você vai ao circo assim mesmo? Vai levando suas lombrigas? Elas também pagam entrada, se não podem ver o espetáculo? E se, ouvindo lá de dentro, as gabarolas do palhaço, vão querer sair para fora, hem? Como é que você se arranja?” O que é pior: mínimo verme, quinze centímetros modestos, não mais – vermezinho idiota – enquanto Zé, rival na escola, na queda de braço, em tudo, se gabando mostra no vidro o novelo comprovador de seu justo gabo orgulhoso: ele expeliu, entre ohs! e ahs! de agudo pasmo familiar, formidável tênia porcina: a solitária de três metros.

ANDRADE, C.D. *Boitempo*. Rio de Janeiro: Aguiar, 1988.

O texto de Carlos Drummond de Andrade aborda duas parasitoses intestinais que podem afetar a saúde humana. Com relação às tênias, mais especificamente a *Taenia solium*, considera-se que elas podem parasitar o homem na ocasião em que ele come carne de

- peixe mal-assada.
- frango mal-assada.
- porco mal-assada.
- boi mal-assada.
- carneiro mal-assada.

16. (Enem/2014)

No ano de 2009, registrou-se um surto global de gripe causada por um variante do vírus *Influenza A*, designada H1N1. A Organização Mundial de Saúde (OMS) solicitou que os países intensificassem seus programas de prevenção para que não houvesse uma propagação da doença. Uma das ações mais importantes recomendadas pela OMS era a higienização adequada das mãos, especialmente após tossir e espirrar.

A ação recomendada pela OMS tinha como objetivo

- reduzir a reprodução viral.
- impedir a penetração do vírus pela pele.
- reduzir o processo de autoinfecção viral.
- reduzir a transmissão do vírus no ambiente.
- impedir a seleção natural de vírus resistentes.

17. (Enem/2014)

O movimento pelo saneamento do Brasil, desencadeado durante a Primeira República, colocou em evidência as precárias condições de saúde das populações rurais.

A origem e trajetória desse movimento estiveram diretamente relacionadas à história da doença de Chagas.

KROPF, S. P.; LIMA, N. T.

Disponível em: www.fiocruz.br

Acesso em: 1º ago. 2012 (adaptado).

A intervenção ambiental considerada fundamental para a prevenção dessa doença é a

- limpeza de terrenos baldios, com a retirada de matéria orgânica em decomposição.
- construção de unidades de saúde, com atendimento mais eficiente aos indivíduos infectados.
- melhoria das condições de habitação, com redução de insetos no ambiente domiciliar e peridomiciliar.
- construção de estradas e rodovias, com garantias de melhor acesso da população rural ao sistema de saúde.
- limpeza do ambiente domiciliar e peridomiciliar, com retirada de entulhos e recipientes que possam acumular água.

18. (Enem/2014)

A reportagem “Primo pobre das doenças”, publicada na revista *Ciência Hoje* em 2005, relatava a ação de uma organização não governamental norte-americana em busca do desenvolvimento de uma vacina contra o *Plasmodium*. O *Plasmodium* é um parasita que, ao penetrar no corpo humano, pode causar uma série de sintomas, sendo clássico o estado febril grave que pode levar o indivíduo ao óbito.

Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>

Acesso em: 1º mar. 2012.



Essa vacina tem como objetivo controlar a ocorrência da

- a) doença de Chagas.
- b) toxoplasmose.
- c) leishmaniose.
- d) elefantíase.
- e) malária.

19. (Enem/2014)

Após um aumento de 80% nos casos de doença de Chagas na cidade de Belém (PA), a Vigilância Sanitária do município interditou cinco pontos de venda de açaí. Os locais interditados desobedeciam às regras de higiene na manipulação do fruto e, por isso, apresentavam risco de contaminação. Um dos problemas encontrados foi a estrutura de madeira de um desses locais, propícia para a proliferação do barbeiro, inseto transmissor da doença de Chagas, que é causada pelo *Trypanosoma cruzi*, protozoário encontrado nas fezes destes insetos.

Folha de São Paulo. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br>
Acesso em: 25 out. 2011 (adaptado).

Que medida poderia ser tomada durante o preparo do alimento para evitar a contaminação dos consumidores da polpa do açaí?

- a) Adição de açúcar.
- b) Secagem dos frutos.
- c) Pasteurização do produto.
- d) Diluição da polpa em água.
- e) Adição de corantes naturais.

20. (Enem/2015)

Euphobia milii é uma planta ornamental amplamente disseminada no Brasil e conhecida como coroa-de-cristo. O estudo químico do látex dessa espécie forneceu o mais potente produto natural moluscicida, a milamina L.

MOREIRA, C. P. S.; ZANI, C. L.; ALVES, T. M. A. Atividade moluscicida do látex de *Synadenium carinatum* Boiss. (Euphorbiaceae) sobre *Biomphalaria glabrata* e isolamento do constituinte majoritário. *Revista Eletrônica de Farmácia*, n. 3, 2010 (adaptado).

O uso desse látex em água infestada por hospedeiros intermediários tem potencial para atuar no controle da

- a) dengue.
- b) malária.
- c) elefantíase.
- d) ascaridíase.
- e) esquistossomose.

21. (Enem/2015) Um gel vaginal poderá ser um recurso para as mulheres na prevenção contra a AIDS. Esse produto tem como princípio ativo um composto que inibe a transcriptase reversa viral.

Essa ação inibidora é importante, pois a referida enzima

- a) corta a dupla hélice do DNA, produzindo um molde para o RNA viral.
- b) produz moléculas de DNA viral que vão infectar células saudáveis.
- c) polimeriza molécula de DNA, tendo como molde o RNA viral.
- d) promove a entrada do vírus da AIDS nos linfócitos T.
- e) sintetiza os nucleotídeos que compõem o DNA viral.

22. (Enem/2016) A sombra do cedro vem se encostar no cocho. Primo Ribeiro levantou os ombros; começa a tremer. Com muito atraso. Mas ele tem no baço duas colmeias de bichinhos maldosos, que não se misturam, soltando enxames no sangue em dias alternados. E assim nunca precisa de passar um dia sem tremer.

ROSA, J. G. *Sagarana*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1984.

O texto de João Guimarães Rosa descreve as manifestações das crises paroxísticas da malária em seu personagem. Essas se caracterizam por febre alta, calafrios, sudorese intensa e tremores, com intervalos de 48 h ou 72 h, dependendo da espécie de *Plasmodium*.

Essas crises periódicas ocorrem em razão da

- a) lise das hemácias, liberando merozoítos e substâncias denominadas hemozoínas.
- b) invasão das hemácias por merozoítos com maturação até a forma esquizonte.
- c) reprodução assexuada dos esporozoítos no fígado do indivíduo infectado.
- d) liberação de merozoítos dos hepatócitos para a corrente sanguínea.
- e) formação de gametócitos dentro das hemácias.

23. (Enem/2016) Suponha que uma doença desconhecida esteja dizimando um rebanho bovino de uma cidade e alguns veterinários tenham conseguido isolar o agente causador da doença, verificando que se trata de um ser unicelular e procarionte.

Para combater a doença, os veterinários devem administrar, nos bovinos contaminados,

- a) vacinas.
- b) antivirais.
- c) fungicidas.
- d) vermífugos.
- e) antibióticos.



24. (Enem/2016)



Almanaque do Biotônico, 1935. Disponível em: www.miniweb.com.br. Acesso em: 22 abr. 2011 (adaptado).

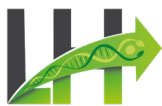
O rótulo do produto descreve características de uma doença que pode ser prevenida com o(a)

- uso de calçados.
 - aplicação de inseticida.
 - utilização de mosquiteiros.
 - eliminação de água parada.
 - substituição de casas de barro por de alvenaria.
25. (Enem/2017) Os medicamentos são rotineiramente utilizados pelo ser humano com o intuito de diminuir ou, por muitas vezes, curar possíveis transtornos de saúde. Os antibióticos são grupos de fármacos inseridos no tratamento de doenças causadas por bactérias.
- Na terapêutica das doenças mencionadas, alguns desses fármacos atuam
- ativando o sistema imunológico do hospedeiro.
 - interferindo na cascata bioquímica da inflamação.
 - removendo as toxinas sintetizadas pelas bactérias.
 - combatendo as células hospedeiras das bactérias.
 - danificando estruturas específicas da célula bacteriana.
26. (Enem/2018) A utilização de extratos de origem natural tem recebido a atenção de pesquisadores em todo o mundo, principalmente nos países em desenvolvimento que são altamente acometidos por doenças infecciosas e parasitárias. Um bom exemplo dessa utilização são os produtos de origem botânica que combatem insetos.
- O uso desses produtos pode auxiliar no controle da
- esquistossomose.
 - leptospirose.
 - leishmaniose.
 - hanseníase.
 - AIDS.
27. (Enem/2018) Uma idosa residente em uma cidade do interior do país foi levada a um hospital por sua neta. Ao examiná-la, o médico verificou que a senhora apresentava um quadro crônico de edema linfático nos membros inferiores e nos seios, concluindo ser um caso de elefantíase ou filariose linfática. Preocupada com a possibilidade de adquirir a mesma doença, a neta perguntou ao médico como era possível se prevenir.

Qual foi a orientação dada à jovem pelo médico?

- Usar repelentes e telas em janelas, já que a doença é transmitida por mosquito.
 - Evitar nadar em rios, lagos e lagoas da região, já que a doença é transmitida pela água contaminada..
 - Evitar contato com animais de zoológicos, uma vez que se trata de uma zoonose veiculada por grandes mamíferos.
 - Realizar exames médicos periódicos para detectar precocemente a doença, já que se trata de uma enfermidade hereditária.
 - Manter uma dieta balanceada e prática regular de atividades físicas, uma vez que a doença está associada ao sedentarismo.
28. (Enem/2019) Na família Retroviridae encontram-se diversos vírus que infectam aves e mamíferos, sendo caracterizada pela produção de DNA a partir de uma molécula de RNA. Alguns retrovírus infectam exclusivamente humanos, não necessitando de outros hospedeiros, reservatórios ou vetores biológicos. As infecções ocasionadas por esses vírus vêm causando mortes e grandes prejuízos ao desenvolvimento social e econômico. Nesse contexto, pesquisadores têm produzido medicamentos que contribuem para o tratamento dessas doenças.
- Que avanços tecnológicos têm contribuído para o tratamento dessas infecções virais?
- Melhoria dos métodos de controle dos vetores desses vírus.
 - Fabricação de soros mutagênicos para combate desses vírus.
 - Investimento da indústria em equipamentos de proteção individual.
 - Produção de vacinas que evitam a infecção das células hospedeiras.
 - Desenvolvimento de antirretrovirais que dificultam a reprodução desses vírus.
29. (Enem/2019) As fêmeas do mosquito da dengue, *Aedes aegypti*, têm um olfato extremamente refinado. Além de identificar as coleções de águas para oviposição, elas são capazes de detectar de forma precisa e eficaz a presença humana pela interpretação de moléculas de odor eliminadas durante a sudorese. Após perceber o indivíduo, voam rapidamente em direção à fonte alimentar, iniciando o repasto sanguíneo durante o qual podem transmitir o vírus da dengue. Portanto, o olfato desempenha um papel importante para a sobrevivência dessa espécie.

GUIDOBALDI, F.; MAY-CONCHA, I. J.; GUERENSTEIN, P. G. Morphology and Physiology of the Olfactory System of Blood-Feeding Insects. *Journal of Physiology-Paris*, n. 2-3, abr.-jun. 2014 (adaptado).



Medidas que interferem na localização do hospedeiro pelo vetor por meio dessa modalidade sensorial incluem a

- colocação de telas nas janelas.
- eliminação de locais de oviposição.
- instalação de borrifadores de água em locais abertos.
- conscientização para a necessidade de banhos diários.
- utilização de cremes ou pomadas com princípios ativos.

LEGISLAÇÃO E CIDADANIA

01. (Enem/2009)

Atualmente, o comércio ilegal de vida silvestre, que inclui a fauna e seus produtos, movimentada de 10 a 20 bilhões de dólares por ano. É a terceira atividade ilícita do mundo, depois do tráfico de armas e de drogas. Países em desenvolvimento são os principais fornecedores de vida silvestre, com parte de suas populações sobrevivendo dessa atividade. O Brasil participa com cerca de 5% a 15% do total mundial, e a maioria dos animais silvestres comercializados ilegalmente é proveniente das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, sendo escoada para as regiões Sul e Sudeste pelas rodovias federais. Nos estados nordestinos, é comum a presença de pessoas, nas margens das rodovias, comercializando esses animais. Os principais pontos de destino são os estados do Rio de Janeiro e de São Paulo, onde são vendidos em feiras livres ou exportados por meio dos principais portos e aeroportos dessas regiões.

Primeiro relatório nacional sobre o tráfico de fauna silvestre.

Disponível em: www.renotas.org.br/informese/renotas_brasil_detail.asp?id=216. Acesso em: 26 ago. 2008. (adaptado).

O texto permite afirmar que o comércio ilegal de vida silvestre

- se deve mais a fatores culturais do que a fatores econômicos.
- movimenta mais recursos financeiros que o tráfico de armas e o de drogas.
- constitui importante fonte de renda para os países em desenvolvimento.
- é pouco expressivo no Brasil, se comparado ao dos países em desenvolvimento.
- é exemplo da relação entre condições socioeconômicas e impactos ambientais.

02. (Enem/2016) Nos ambientes tropicais, os modelos convencionais de produção agrícola têm gerado degradação dos recursos naturais e um manejo cada vez mais caro e trabalhoso. Pela legislação brasileira, os sistemas agroflorestais (SAFs) são sistemas de uso e ocupação do solo em que plantas lenhosas perenes são manejadas em associação com plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas, culturas agrícolas e forrageiras em uma mesma unidade de manejo, de acordo com arranjo espacial e temporal, com alta diversidade de espécies e interações entre esses componentes.

Disponível em: www.ambientebrasil.com.br/artigos.php?vvl=&vvl2=116. Acesso em: 4 ago. 2012 (adaptado).

Os SAFs são atualmente muito adotados como estratégia de manejo ambiental no Brasil porque

- garantem a produção de plantas exóticas.
- possibilitam a manutenção de monocultura típica.
- aumentam a produção com culturas transgênicas.
- permitem a utilização do solo com culturas diversas.
- favorecem a adaptação de plantas lenhosas madeireiras.

ANOTAÇÕES



**GABARITOS OFICIAIS ENEM POR ASSUNTO
BIOLOGIA**

CITOLOGIA

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
C	A	B	D	E	B	B	A	D	D
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	E	E	E	E	B	A	A	A	D
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
E	C	E	C	E	D	D	B	A	C
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
E	B	A	A	B	E	A	C	B	B
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
E	E	D	E	C	C	D	D	E	B
51	52	53	54						
E	C	B	C						

BIOLOGIA MOLECULAR (ORGÂNICA E INORGÂNICA)

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
D	B	D	D	B	B	A	B	D	C
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
B	E	C	B	C	D	C	C	B	D

BIOTECNOLOGIA

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
D	E	A	D	A	E	C	C	D	E
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
E	D	B	B	B	D	C	E	E	D
21	22	23	24	25	26	27	28	29	
A	E	D	E	C	A	E	D	D	

GENÉTICA MENDELIANA

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
B	B	E	B	D	B	D	B	A	E
11	12	13	14	15	16	17			
C	A	A	B	D	B	D			

GENÉTICA MOLECULAR

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
B	D	E	E	D	E	C	D	A	E
11	12								
E	D								

TAXONOMIA SISTEMÁTICA

01	02	03	04	05	06	07	08
B	B	C	C	C	C	D	C

EMBRIOLOGIA E REPRODUÇÃO

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
C	C	E	C	A	B	D	E	B	C

HISTOLOGIA E FISIOLOGIA (ANIMAL E HUMANA)

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
E	B	A	C	D	C	B	B	D	A
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	A	A	E	E	E	E	C	D	E
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
B	A	B	B	A	B	D	B	A	B
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
E	B	D	D	B	C	D	D	B	E
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
E	C	E	A	B	B	E	E	A	E
51	52	53	54	55	56	57	58		
E	E	C	A	D	A	E	E		

BOTÂNICA

01	02	03	04	05	06	07	08
A	D	A	D	C	E	E	C

ZOOLOGIA

01	02	03	04	05	06	07	08
E	D	C	E	B	A	C	B

FUNDAMENTOS DA ECOLOGIA

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
C	A	E	D	C	C	D	E	A	D
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
B	E	A	B	D	C	B	C	E	C
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
C	C	B	D	D	D	C	C	C	E
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
D	C	A	A	C	D	D	D	D	C
41	42	43							
E	D	E							

CADEIAS E TEIAS ALIMENTARES

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
A	C	C	A	D	E	B	B	B	A
11	12	13	14	15					
B	A	C	E	C					

BIOMAS

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
D	B	E	D	D	B	C	D	E	B
11	12	13	14	15	16	17	18	19	
E	B	E	D	C	C	A	B	E	

HUMANIDADE E AMBIENTE

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
D	D	B	B	C	D	C	B	D	E
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
B	C	C	A	D	E	D	A	A	D
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
B	C	D	C	A	D	D	D	C	B
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
D	B	D	E	C	B	E	B	E	D
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
C	A	C	D	D	B	E	D	E	B
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
E	D	C	A	C	E	D	C	E	E

61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
D	C	C	E	NULA	D	A	A	E	A
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
A	E	A	B	A	C	D	D	A	B

ORIGEM DA VIDA

01	02
C	D

EVOLUÇÃO

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
E	C	C	E	B	A	E	C	C	B
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
B	B	A	D	D	E	B	B	A	E
21	22	23	24	25					
B	D	D	C	C					

MÉTODO CIENTÍFICO

01	02	03	04
D	B	C	A

INDICADORES SOCIAIS

01
C

MICROBIOLOGIA E DOENÇAS ASSOCIADAS

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
C	E	E	E	B	E	A	C	D	A
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
C	B	D	E	C	C	D	C	E	C
21	22	23	24	25	26	27	27*	28	
C	A	E	A	E	C	A	E	E	

*repetida

LEGISLAÇÃO E AMBIENTE

01	02
E	D