

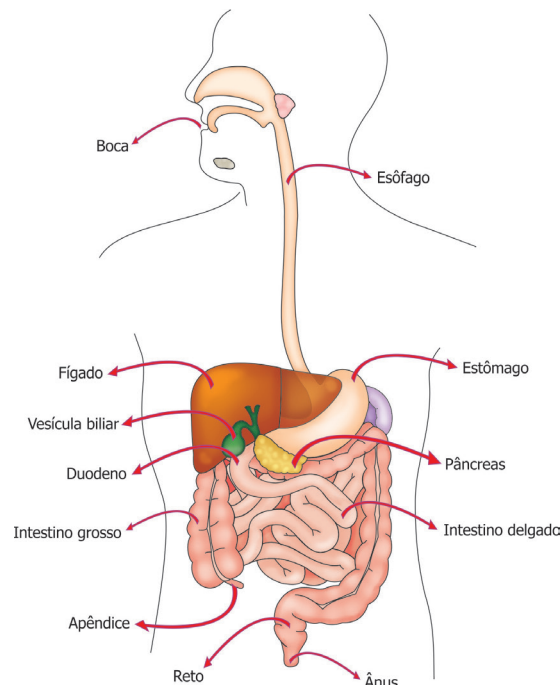
BIOLOGIA
PSS 2



Fisiologia Humana I

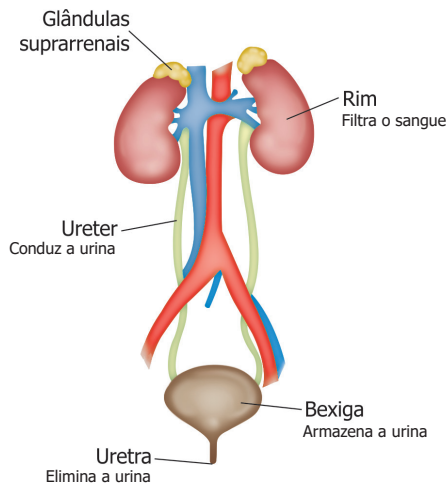
Sistema digestório

Órgão	O que ocorre
Boca	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Digestão mecânica: na boca encontramos os dentes e a língua como estruturas auxiliares na quebra dos alimentos. O movimento da língua ajuda a misturar os alimentos; na língua encontramos ainda as papilas gustativas que identificam os sabores dos alimentos (doce, salgado, amargo e ácido). Os dentes são responsáveis por triturar, cortar e moer os alimentos. Possuímos 32 dentes, sendo 4 caninos, 4 incisivos, 4 pré-molares e 6 molares por arcada. ▶ Digestão química: a língua mistura o alimento à saliva, na qual encontramos a enzima amilase salivar (ptialina) responsável pela quebra do amido. Forma-se o bolo alimentar.
Faringe	Órgão comum aos sistemas digestório e respiratório, apresenta uma abertura, a glote, que separa os dois sistemas.
Esôfago	Por movimentos peristálticos, o bolo alimentar é levado até o estômago.
Estômago	O estômago apresenta uma entrada, a cárdia, pela qual chega o bolo alimentar. Por ação das células estomacais libera-se o suco gástrico rico em HCl, tornando o pH do mesmo ácido. Este evento é importante para ativar o pepsinogênio em pepsina, a enzima responsável pela digestão das proteínas. Forma-se o quimo , que sairá em direção ao intestino pelo piloro.
Intestino delgado	<ul style="list-style-type: none"> ▶ O intestino delgado apresenta 3 porções: duodeno (porção inicial), jejuno (porção mediana) e íleo (porção final). ▶ Nele há produção de suco entérico, o qual possui enzimas como carboxipeptidases e aminopeptidases, entre outras, que atuarão na quebra das menores partículas dos alimentos. ▶ Do pâncreas vem o suco pancreático. Este contém quimiotripsina e tripsina, que digerem proteínas; amilase pancreática, que digere amido; lipase, que digere lipídios e bicarbonato para neutralizar o quimo. Portanto, as enzimas atuam em um pH básico. ▶ A bile é produzida pelo fígado e armazenada na vesícula biliar, atuando na emulsificação das gorduras. Forma-se o quilo. ▶ Em função da presença das vilosidades intestinais, ocorre aqui a absorção dos nutrientes.
Intestino grosso	Absorve água e sais, tornando o quilo uma massa seca (as fezes), que será liberada pelo reto e ânus.



Sistema excretor

O sistema excretor é formado por um conjunto de órgãos que filtram o sangue, produzem e excretam resíduos nitrogenados provenientes da degradação das proteínas como a urina – o principal líquido de excreção do organismo.

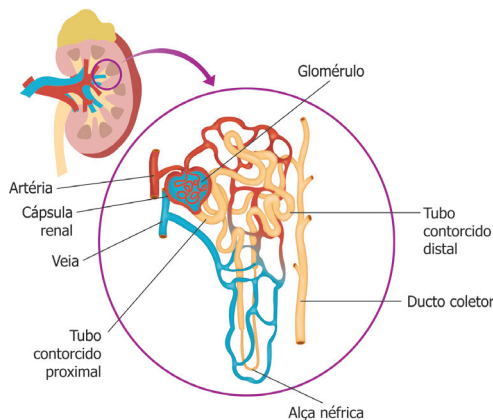


Néfron: a unidade funcional do rim

A formação da urina nos néfrons depende de dois processos: filtrar e reabsorver.

Filtrar significa recolher toxinas e excessos do sangue para eliminá-los. Para que isso ocorra, a cápsula renal permite a passagem do líquido glomerular (água, sais, vitaminas, glicose, ureia, drogas, entre outros) e impede a passagem de hemácias, plaquetas, leucócitos, proteínas e lipídios.

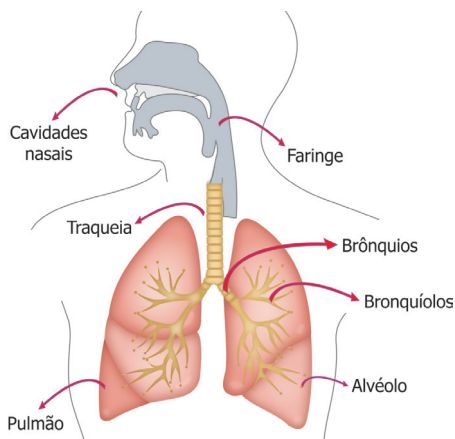
Durante a passagem pelos túbulos renais, várias dessas substâncias serão reabsorvidas para o sangue, até que no ducto coletor tenhamos a urina pronta (água, sais e ureia como principais componentes).



Sistema respiratório

O sistema respiratório humano é constituído por um par de pulmões e por vários órgãos que conduzem o ar para dentro e para fora das cavidades pulmonares. Esses órgãos são as fossas nasais, a boca, a faringe, a laringe, a traqueia, os brônquios, os bronquíolos e os alvéolos, os três últimos localizados nos pulmões.

Componentes do sistema respiratório

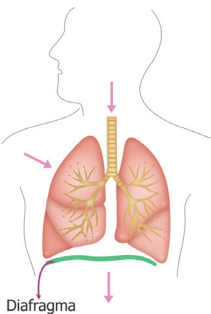
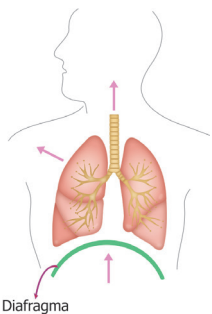


O sentido do ar nesse sistema determina dois processos, a inspiração e a expiração.





Mecânica respiratória

Inspiração	Expiração
	
Músculos intercostais e diafragma se contraem.	Músculos intercostais e diafragma relaxam.
Músculos intercostais sobem as costelas.	Músculos intercostais descem as costelas.
Diafragma desce.	Diafragma sobe.
Aumenta o volume da caixa torácica.	Diminui o volume da caixa torácica.
Pressão diminui → ar entra.	Pressão aumenta → ar sai.

Sistema cardiovascular

As funções realizadas pela circulação do sangue são indispensáveis para o equilíbrio de nosso corpo e vitais para a manutenção da vida. É por meio do sistema circulatório que ocorre a distribuição de nutrientes e oxigênio para todas as células de nosso corpo, a remoção de toxinas dos tecidos, o transporte de hormônios e a defesa imunológica de nosso organismo.

Componentes do sistema cardiovascular

Sangue

Plasma	Composto basicamente por água, íons, proteínas, nutrientes, gases e outros compostos que porventura sejam consumidos.
Elementos figurados	▶ Hemáceas ou eritrócitos: células anucleadas que atuam no transporte dos gases (O ₂ , CO ₂ e CO).
Leucócitos	▶ Granulócitos
	▶ Agranulócitos
Plaquetas (trombócitos)	Restos de megacariócitos que atuam na coagulação sanguínea.

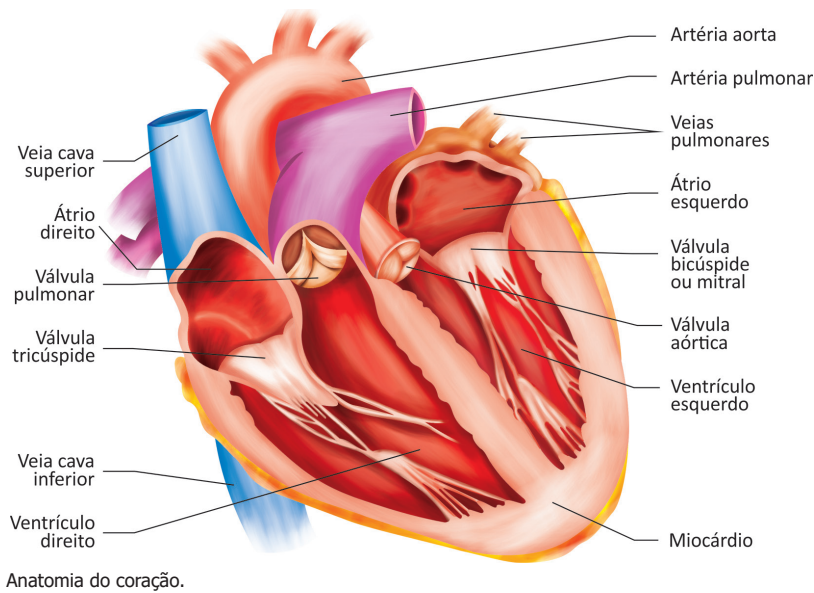


Vasos sanguíneos

Capilares sanguíneos	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Vasos mais finos. ▶ Comunicam os órgãos com as arteríolas e vênulas.
Veias	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Vasos de calibre intermediário. ▶ Levam sangue de órgãos e tecidos para o coração.
Artérias	<ul style="list-style-type: none"> ▶ São mais espessas que as veias. ▶ Levam sangue do coração para os órgãos e tecidos corporais.

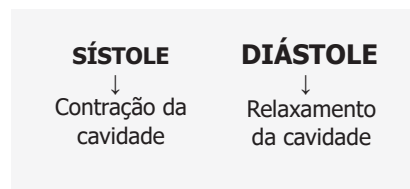
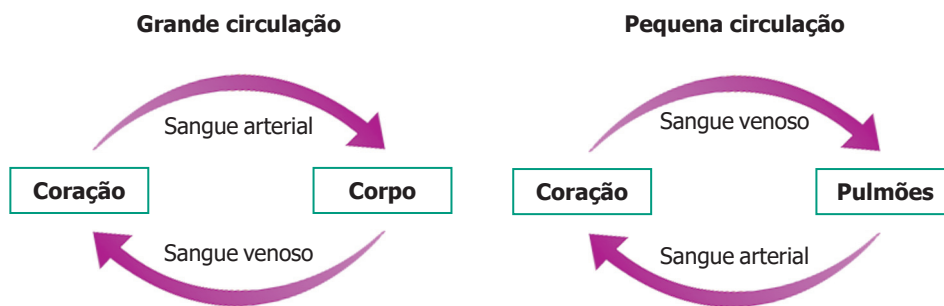
Coração

Órgão tetracavitário que possui um músculo responsável pelo seu funcionamento, o miocárdio. Esse músculo controlado pelo bulbo possui irrigação oriunda da circulação do sangue arterial das artérias coronárias. Nos átrios encontramos veias e nos ventrículos, artérias.



Anatomia do coração.

Circulação sanguínea



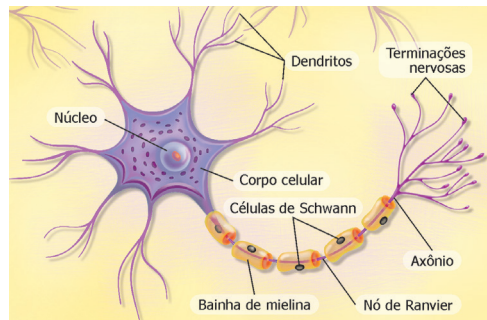
Movimentos cardíacos



Fisiologia Humana II

Sistema nervoso

O sistema nervoso tem como função identificar, reconhecer, responder e armazenar informações. As principais células são os neurônios e as células da glia, cada uma com suas características específicas.



As células da glia são: os astrócitos, que sustentam e nutrem os neurônios; a micróglia, que realiza a defesa do tecido; as células de Schwann (sistema nervoso periférico) e os oligodendrócitos (sistema nervoso central), que participam da formação da bainha de mielina.

Sistema nervoso

Central

- ▶ **Cérebro:** memória, raciocínio.
- ▶ **Cerebelo:** tônus muscular e equilíbrio.
- ▶ **Bulbo:** controle dos batimentos cardíacos e dos movimentos respiratórios.
- ▶ **Medula espinhal:** permite a comunicação de órgãos e membros com o encéfalo.

Periférico

- ▶ **Somático:** formado por nervos e glânglios, atua nos movimentos voluntários.
- ▶ **Autônomo**
 - **Simpático:** neurotransmissor adrenalina.
 - **Parassimpático:** neurotransmissor acetilcolina.

Parassimpático

- Contraí a pupila
- Estimula a salivação
- Reduz os batimentos cardíacos
- Contraí os brônquios
- Estimula a atividade do estômago e do pâncreas
- Estimula a vesícula biliar
- Contraí a bexiga
- Promove a ereção

Simpático

- Dilata a pupila
- Inibe a salivação
- Relaxa os brônquios
- Acelera os batimentos cardíacos
- Inibe a atividade do estômago e do pâncreas
- Estimula a liberação de glicose pelo fígado
- Estimula a produção de adrenalina e noradrenalina
- Relaxa a bexiga
- Promove a ejaculação

Gânglios simpáticos

Sistema endócrino

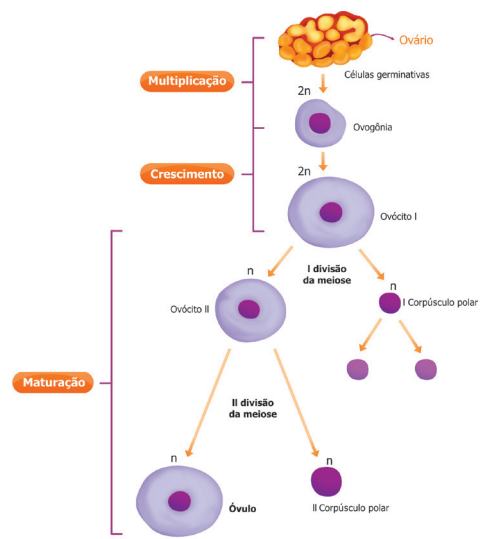
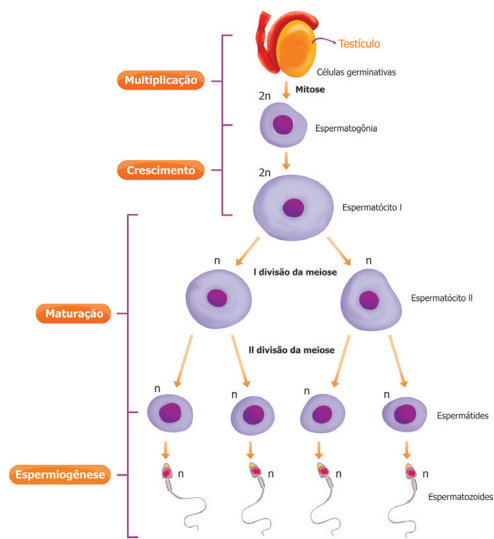
Adenoipófise	Prolactina	Produção de leite nas glândulas mamárias.
	Folículo estimulante (FSH)	Nas mulheres permite a maturação dos folículos contendo ovócitos primários. Nos homens induz o processo de espermatogênese.
	Luteinizante (LH)	Nas mulheres permite a ocorrência da ovulação e formação do corpo lúteo. Nos homens induz a produção de testosterona.
	Somatotrófico (GH)	É o hormônio do crescimento. Em caso de baixa produção na infância pode manifestar o nanismo; a alta produção na infância pode manifestar o gigantismo e se estiver elevado quando adulto, a acromegalia.
Neuroipófise	Ocitocina	Provoca contrações do miométrio durante o trabalho de parto e a ejeção do leite das glândulas mamárias.
	Antidiurético (ADH) ou vasopressina	Atua sobre os túbulos renais permitindo um aumento na reabsorção de água. Em caso de baixa concentração do hormônio, a urina ficará diluída e o sangue concentrado, caracterizando a diabetes <i>insipidus</i> . Em caso de excesso a urina fica concentrada e o sangue diluído, podendo assim elevar a pressão arterial.
Tireoide	Tiroxinas (T3 e T4)	Atua sobre o metabolismo. O hipertireoidismo corresponde a um excesso destes hormônios, acelerando o metabolismo. Já o hipotireoidismo é uma diminuição da concentração destes hormônios, retardando o metabolismo.
	Calcitonina	Atua sobre o metabolismo do cálcio, facilitando sua fixação nos ossos.
Paratireoide	Paratormônio	É antagônico à calcitonina, permitindo a saída de cálcio dos ossos aumentando assim os níveis séricos do mesmo.
Pâncreas	Insulina	Atua sobre o metabolismo da glicose, diminuindo sua concentração sanguínea. Em caso de não produção ou quantidade insuficiente, manifesta a diabetes <i>melittus</i> .
	Glucagon	É antagônico à insulina, facilitando a quebra do glicogênio, aumentando assim os níveis de glicose no sangue.
Adrenais ou suprarenais	Adrenalina	Hormônio liberado em casos de medo, ansiedade, estresse. Provoca taquicardia, boca seca, dilatação da pupila, entre outros sintomas.
	Mineralocorticoide (aldosterona)	Atua sobre os túbulos renais aumentando a absorção de sais.
Ovários	Estrógeno	Responsável pelos caracteres secundários femininos e pelo crescimento do endométrio durante o ciclo menstrual.
	Progesterona	Atua na manutenção do endométrio durante o ciclo menstrual e durante a gravidez. É produzido também pela placenta.
Testículos	Testosterona	Responsável pelos caracteres secundários masculinos.





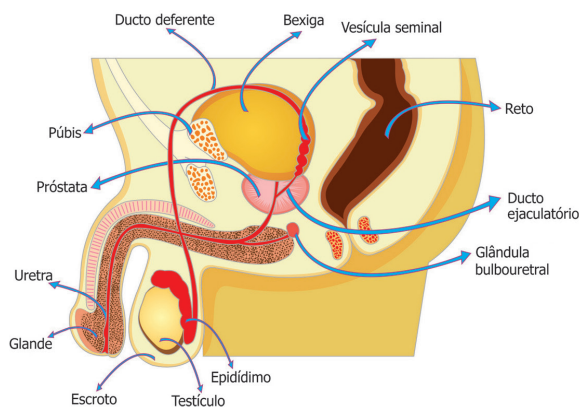
Gametogênese

Espermatogênese	Ovulogênese
<p>Início: a partir da puberdade com grande intensidade.</p> <p>Fim: com a morte.</p>	<p>Início: as fases de multiplicação e crescimento ocorrem ainda no período embrionário, na puberdade a etapa de maturação acontece.</p> <p>Fim: na menopausa cessa a liberação dos ovócitos secundários.</p>



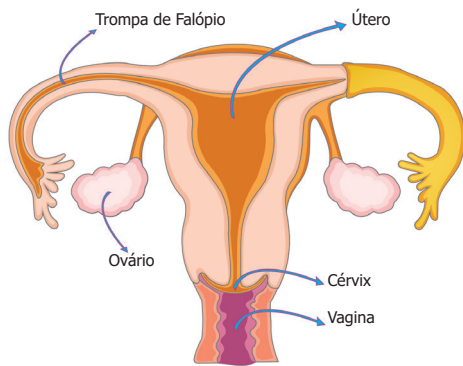
Sistema genital

Sistema genital masculino



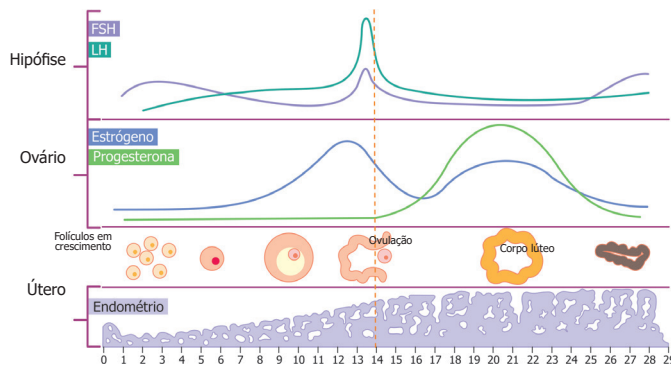
- ▶ **Testículos:** produção de espermatozoides e do hormônio testosterona.
- ▶ **Epidídimo:** armazena espermatozoides.
- ▶ **Vesícula seminal:** produção do líquido seminal.
- ▶ **Glândula bulbouretral:** elimina secreção que limpa e lubrifica a uretra.
- ▶ **Próstata:** elimina secreção que alcaliniza o pH vaginal.
- ▶ **Uretra:** canal comum ao sistema excretor e reprodutor.

Sistema reprodutor feminino



- ▶ **Ovários:** produção de óvulos e dos hormônios estrógeno e progesterona.
- ▶ **Tubas uterinas:** local em que ocorre a fecundação.
- ▶ **Útero:** órgão em que acontece a nidação (fixação do embrião) e desenvolvimento do feto. Possui o endométrio, que é o revestimento interno altamente vascularizado.

Ciclo menstrual



Ação de cada hormônio no ciclo:

- ▶ **folículo estimulante (FSH)** = atua na maturação dos folículos ovarianos.
- ▶ **estrógeno (E)** = atua no crescimento da mucosa uterina, o endométrio.
- ▶ **luteinizante (LH)** = atua na formação do corpo-lúteo após a ocorrência da ovulação.
- ▶ **progesterona (P)** = atua na manutenção do endométrio.



Principais Doenças Sexualmente Transmissíveis

Doença	Causa	Transmissão	Sintomas	Profilaxia
Hepatites	HBV	B: transfusão sanguínea, secreções como saliva, leite e sêmen.	Perda de apetite, dores nas juntas, hepatite e câncer no fígado.	- Vacina; - uso de materiais esterilizados; - análise de amostras de sangue antes da transfusão.
	HCV	C: transfusão sanguínea, relações sexuais, de mãe para filho.	Febre, icterícia, hepatite crônica.	- Mesmas da B, porém não há vacina.
Herpes genital e simples	HSV1 e HSV2	Contato íntimo, por gotículas de saliva ou contato com objetos (copos, talheres, toalhas) contaminados.	Febre, irritabilidade, lesões em forma de vesículas.	- Evitar contato.
Sífilis	<i>Treponema pallidum</i>	Contato sexual, transmissão materno-fetal em qualquer fase da gestação, transfusões sanguíneas.	Lesões cutâneas, surgimento de vesículas avermelhadas e indolores na região genital (câncer). Na criança, provoca irritabilidade, febre, dificuldade de crescimento e de aprendizagem.	- Uso de preservativos; - tratamento dos doentes.
Gonorreia (blenorragia)	<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	Contato sexual, transmissão materno-fetal em qualquer etapa da gestação, transfusões sanguíneas.	Dor ao urinar, corrimento vaginal ou uretral, infecção retal, secreção verde-amarelada na região do pênis. Na criança, pode provocar lesões nos olhos.	- Uso de preservativos; - tratamento dos doentes.
Tricomoníase	<i>Trichomonas vaginalis</i>	Contato sexual e uso de toalhas e sanitários contaminados.	DST que provoca inflamação na vagina (com corrimento) e na uretra.	Higiene pessoal, tratamento dos doentes e uso de preservativos.
AIDS	HIV	Contato sexual, materno-fetal, transfusões, aleitamento.	Imunidade baixa.	Preservativos, uso de materiais esterilizados, uso de medicação.
Papiloma Vírus Humano	HPV	Contato sexual.	Causa verrugas e lesões na pele e mucosas, podendo levar ao câncer (colo útero)	Preservativos, vacinação, exame preventivo (papanicolau).

Genética e conceitos

Conceitos básicos

Genes

São trechos da molécula do DNA capazes de abrigar a informação necessária para a produção de uma cadeia proteica. Vale lembrar que nem toda a molécula do DNA apresenta estes segmentos codificantes denominados éxons, mas somente estas porções são traduzidas durante a síntese proteica.

GENE → proteína

Genoma

É a informação genética contida no DNA de um dado organismo, incluindo as regiões codificantes (genes) e as não codificantes. Para saber o genoma de uma espécie, basta ter a informação de apenas um dos conjuntos gênicos, ou seja, apenas uma cópia de cada cromossomo é necessária.

Genótipo

Este termo refere-se ao conjunto genético de um indivíduo, pode ser relativo ao total de genes ou a um gene em particular. É variável para cada indivíduo, mas mantém os caracteres básicos da espécie.

Genes alelos

São genes que determinam as mesmas características e que estão localizados no mesmo lugar, porém em cromossomos homólogos.

Cromossomos homólogos

Cromossomos que apresentam os mesmos genes, localizados no mesmo *locus* e que, portanto, determinam as mesmas características. Um apresenta origem materna e outro, origem paterna.

Alelo dominante

É aquele que se manifesta tendo apenas um alelo representativo, sendo escrito sempre por letras maiúsculas. Por exemplo, um indivíduo que seja **AA** para a cor das ervilhas, manifestará o fenótipo cor amarela, se ele for **Aa** também terá a cor amarela. É assim também para polidactilia (ter mais de cinco dedos nas mãos e/ou nos pés), cílios longos, lobo da orelha solto, enrolar a língua, entre outros.

Alelo recessivo

É aquele que só se manifesta com dois alelos representativos, sendo escrito em letras minúsculas. Um indivíduo, para ser considerado albino, precisa receber do pai e da mãe alelos recessivos para esta característica, ou seja, apresentará o genótipo obrigatoriamente **aa**. É assim também para ter cílios curtos, lobo da orelha preso, diversas doenças como fenilcetonúria, anemia falciforme, entre outras.

Genótipo homozigoto

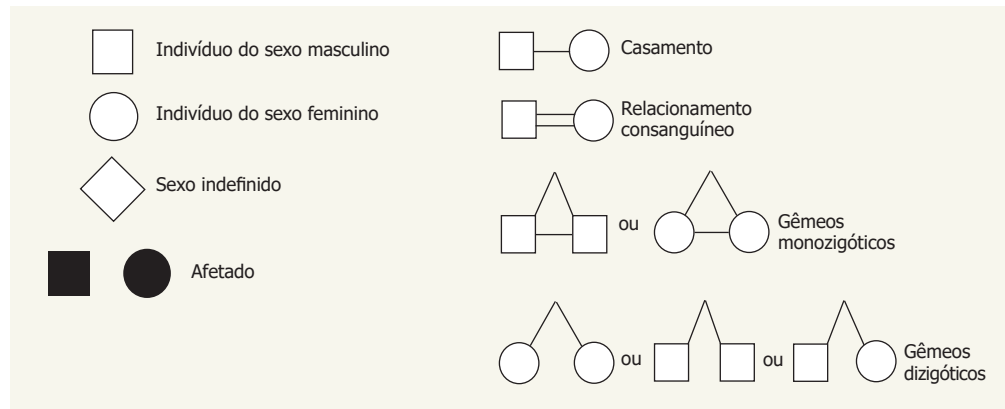
Dizemos que um genótipo é homozigoto ou puro quando os dois alelos são iguais, ou seja, o indivíduo estudado é **AA** ou **aa**.

Genótipo heterozigoto

Dizemos que um genótipo é heterozigoto quando os alelos são diferentes para uma dada característica, ou seja, **Aa**.



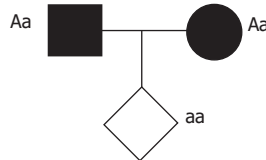
Genealogias ou Heredogramas



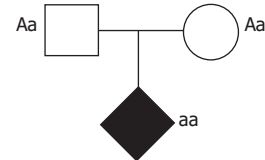
Dicas para avaliar as questões de genética

- ▶ Leia com calma e atentamente a questão;
- ▶ reescreva dados fornecidos por ela;
- ▶ no caso de ser apenas uma genealogia, proceda da seguinte maneira:

▶ Procure cruzamentos com esta situação: os pais apresentam o caráter estudado e pelo menos um dos filhos não apresenta. Os pais são dominantes (Aa) e os filhos recessivos (aa) e dizemos que tal característica manifesta-se quando os indivíduos são **dominantes**.



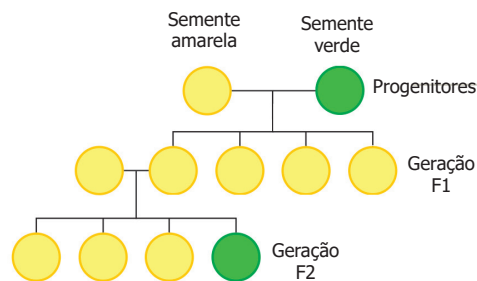
▶ Procure cruzamentos com esta situação: os pais **NÃO** apresentam o caráter estudado e pelo menos um dos filhos apresenta. Os pais são dominantes (Aa) e os filhos recessivos (aa) e dizemos que tal característica manifesta-se quando os indivíduos são **recessivos**.



Leis de Mendel

1ª Lei: lei da segregação dos caracteres ou pureza dos gametas

Uma das características estudadas por Mendel foi cor da semente. Ao cruzar plantas de sementes amarelas com sementes verdes, obteve uma descendência de 100% de ervilhas de cor amarela. A partir de um novo cruzamento, agora de ervilhas amarelas descendentes do primeiro cruzamento, os resultados foram de três ervilhas amarelas para cada ervilha verde. Com isso, Mendel concluiu que a cor amarela domina sobre a cor verde, recessiva. Adotando o uso de letra maiúscula para representar a forma dominante e minúscula para a forma recessiva, é possível traçar a seguinte relação.



- ▶ **Proporção fenotípica:** 3 amarelos: 1 verde
 - ▶ **Proporção genotípica:** 1 AA: 2 Aa: 1 aa
- ou
- ▶ **Proporção fenotípica:** 75% amarelo: 25% verde
 - ▶ **Proporção genotípica:** 25% AA, 50% Aa, 25% aa

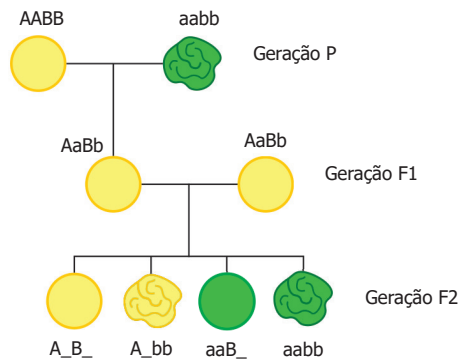
Relação de dominância entre os alelos de um gene

Dominância completa	Ocorre quando os heterozigotos apresentam o mesmo fenótipo dos homozigotos dominantes. → Exemplo: o genótipo AA ou Aa determina a cor amarela.
Dominância incompleta	Os indivíduos heterozigóticos apresentam fenótipo intermediário entre o puro dominante e o recessivo. → Exemplo: flor vermelha com flor branca gera descendência rosa.
Codominância	Os heterozigóticos apresentam uma mistura dos fenótipos puros. → Exemplo: indivíduos I ^A I ^B são do grupo sanguíneo AB.

2ª Lei: lei da segregação independente

O que acontece quando estudamos cruzamentos de plantas puras que diferem em duas características?

- ▶ **A:** determina cor amarela da semente.
- ▶ **a:** determina cor verde da semente.
- ▶ **B:** determina a superfície lisa da semente.
- ▶ **b:** determina a superfície rugosa da semente.



Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.

Na geração P

Sementes rugosas e verdes (aabb) x Sementes lisas e amarelas (AABB)

Na geração F1

Todas as sementes são lisas e amarelas (AaBb)

Autopolinização →

		Na geração F2			
		Gametas masculinos			
Gametas femininos		AB	Ab	aB	ab
		AB	AABB Amarelo liso	AABb Amarelo liso	AaBB Amarelo liso
Ab	AABb Amarelo liso	AAbb Amarelo rugoso	AaBb Amarelo liso	Aabb Amarelo rugoso	
aB	AaBB Amarelo liso	AaBb Amarelo liso	aaBB Verde liso	aaBb Verde liso	
ab	AaBb Amarelo liso	Aabb Amarelo rugoso	aaBb Verde liso	aabb Verde rugoso	
		9/16 Lisas amarelas 3/16 Lisas verdes		3/16 Rugosas amarelas 1/16 Rugosas verdes	

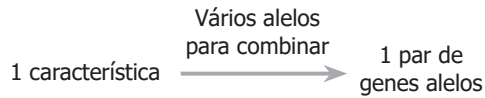
Ao cruzar dois duplo-heterozigóticos em F2 temos a proporção fenotípica de 9:3:3:1.



Genética pós-mendel

Polialelia ou alelos múltiplos

Até agora consideramos que para cada loco gênico existem apenas dois alelos, um em cada cromossomo homólogo. Mas, para certas características, podemos formar o par de genes analisando combinações com mais de dois alelos possíveis. Essa combinação é a polialelia ou alelos múltiplos, na qual ocorre a transmissão de uma única característica.



Sistema ABO

Cada grupo sanguíneo é determinado geneticamente pela combinação (aos pares) de três alelos, I^A , I^B e i , sendo que a relação de dominância é:

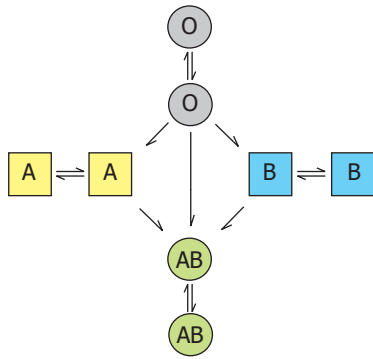
$$I^A = I^B > i$$

Cada alelo produz, na hemácia, um tipo de aglutinogênio (glicoproteína presente na membrana), por isso o alelo **A** produz o antígeno **A**, o alelo **B** produz o antígeno **B** e o alelo **i** determina as hemácias ausentes de glicoproteína.

Para cada aglutinogênio vale lembrar que há uma aglutinina – para o A existe o anti-A e para o B, o anti-B. Vejamos o quadro a seguir.

Fenótipo (grupo)	Genótipo	Aglutinogênio (hemácea)	Aglutinina (plasma)
A	$I^A I^A$ ou $I^A i$		Anti-B
B	$I^B I^B$ ou $I^B i$		Anti-A
AB	$I^A I^B$		Não possui.
O	ii		Anti-A Anti-B

Transfusões sanguíneas



Fator Rhesus (Rh)

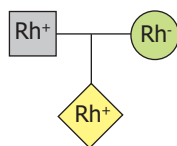
O gene que produz o aglutinogênio Rh obedece à herança dominante. Assim:

$$\begin{aligned} \text{Rh}^+ &= \text{RR, Rr} \\ \text{Rh}^- &= \text{rr} \end{aligned}$$

► **Transfusões envolvendo o fator Rh:** Devemos obedecer às mesmas regras do grupo ABO, analisar as hemácias do doador e o plasma do receptor.

Fator	Doa	Recebe
Rh ⁺	Rh ⁺	Rh ⁺ e Rh ⁻
Rh ⁻	Rh ⁺ e Rh ⁻	Rh ⁻

► **Eritroblastose fetal – doença hemolítica do recém nascido:** Na primeira gestação, durante o parto, ocorre contato do sangue da mãe com o da criança, dessa forma a mãe produz anticorpos anti-Rh. Caso a mãe tenha uma nova gravidez e a situação abaixo ocorrer novamente, a mãe, que já possui anticorpos, ataca as hemácias do filho, pois os anti-Rh conseguem atravessar a placenta, e permanecer no recém-nascido após o parto.



Outros casos especiais

► Pleiotropia

1 par de genes alelos → mais de uma característica

A anemia falciforme é uma doença autossômica recessiva com manifestação de vários sintomas como fraqueza, anemia, problemas cardiorespiratórios, dores intensas, entre outras.

► **Interações gênicas:** quando estudamos certas características, percebemos que cada uma delas é determinada pela ação de um par de genes. Porém, há casos em que dois ou mais pares de genes (localizados em diferentes cromossomos ou não) agem conjuntamente na determinação do mesmo caráter. Sendo assim, podemos dizer que na interação gênica ocorre a ação de:

Vários pares de genes alelos → uma característica

► **Herança quantitativa, polimeria, poligenia ou herança multifatorial:** caso especial de interação gênica em que o caráter estudado é a ação conjunta de vários pares de genes. Assim, o caráter varia de maneira contínua. Aplicamos este tipo de herança, no homem, ao estudarmos altura, cor da pele, cor dos olhos, peso, resistência a doenças, entre outros.

→ **Exemplo: Cor da pele** - depende da síntese de melanina nas células da epiderme, e a quantidade de pigmento é determinada geneticamente. Acredita-se que dois pares de genes estão envolvidos na determinação da cor da pele humana.

Os genes apresentam efeito aditivo, ou seja, cada alelo contribui com um pouco mais de efeito no fenótipo. Analisemos o quadro a seguir.

Genótipos	Fenótipos	Nº de genes aditivos
AABB	Preto	4
AABb, AaBB	Pele negra escura	3
AAbb, aaBB, AaBb	Pele negra média	2
Aabb, aaBb	Pele negra clara	1
aabb	Branco	0



A genética dos cromossomos e as mutações

Cromossomos e genética

Homem	$2n = 46$	→ 22 pares autossômicos + 1 par sexual (XY)
	$n = 23$	→ 22 autossômicos + 1 sexual = X ou Y
Mulher	$2n = 46$	→ 22 pares autossômicos + 1 par sexual (XX)
	$n = 23$	→ 22 autossômicos + 1 sexual = sempre X

▶ **Herança ligada ao sexo:** ocorre com genes localizados no cromossomo X na região que não apresenta correspondência no cromossomo Y. Pode ocorrer tanto em homens quanto em mulheres. Como exemplos podemos citar o daltonismo, a hemofilia e a distrofia muscular de Duchenne.

Geneticamente, para estas três doenças, os genótipos e fenótipos possíveis são:

Genótipo	Fenótipo
X^AY	Homem normal
X^aY	Homem afetado (hemizigoto)
X^AX^A	Mulher normal
X^AX^a	Mulher normal portadora
X^aX^a	Mulher afetada

▶ **Herança ligada ao Y ou holândrica ou Restrita ao sexo:** há poucos genes no cromossomo Y que não possuem correspondência no X, porém um deles é o gene SRY que desencadeia a diferenciação dos testículos nos embriões. Como o cromossomo Y está presente só nos homens, características como essa afetam apenas este sexo e são transmitidas de pai para os filhos homens.

▶ **Expressão limitada ao sexo:** genes que estão localizados nos autossomos de ambos os sexos, mas que se manifestam apenas em um deles, geralmente controlada pelo funcionamento de certos hormônios. Um exemplo é a hipertricose auricular, que só ocorre nos homens em função da alta produção de testosterona, o desenvolvimento das mamas nas fêmeas pela presença de estrógeno, entre outras.

▶ **Expressão influenciada pelo sexo:** genes presentes em cromossomos autossomos, portanto estão em homens e mulheres, mas que manifestam o seu fenótipo de maneira diferenciada conforme o sexo. Um exemplo clássico é a calvície hereditária.

Mutações

Gênicas

Altera bases da molécula do DNA.

▶ **Adição e deleção de bases:** provoca mudanças na leitura do DNA e conseqüentemente altera o polipeptídeo formado.

▶ **Substituição de bases:** talvez não altere o polipeptídeo, pois o código genético é degenerado.

▶ Consiste na troca de bases de uma determinada região.

Cromossômicas

▶ **Estrutural:** altera a forma do cromossomo.

▶ **Numérica:** altera o número de cromossomos.

As principais alterações numéricas ocorrem por aneuploidia, quando apenas alguns cromossomos estão a mais ou a menos. Isso ocorre por erros de separação dos cromossomos na meiose, durante a formação dos gametas. Com isso, alguns casos de síndromes podem surgir, conforme o quadro a seguir.



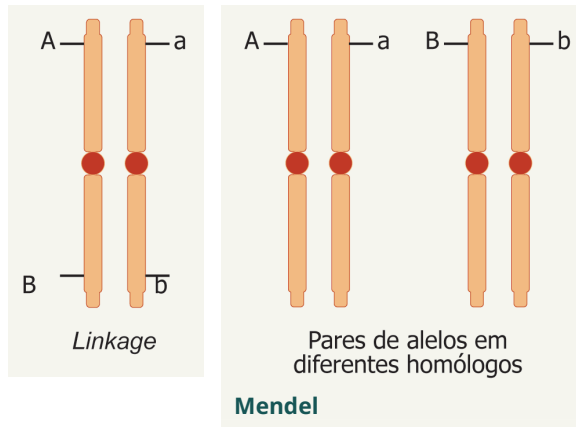
Monossomia	<p>Síndrome de Turner (45-XO)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Caracterizada pela falta do segundo cromossomo sexual. ▶ amenorreia (ausência de menstruação), não desenvolvimento dos órgãos sexuais, estatura baixa, alterações cardíacas e ósseas.
Sexuais	<p>Síndrome de Klinefelter (47-XXY)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Desenvolvimento anormal dos seios (ginecomastia), atrofia testicular, ausência de formação de espermatozoides (azoospermia) e caracteres sexuais secundários subdesenvolvidos. <p>Síndrome do Duplo Y (47-XXY)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Homens fenotipicamente normais e férteis, geralmente de grande estatura, associada, talvez, a um aumento na agressividade. <p>Trissomia do Triplo X (47-XXX)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Não são fenotipicamente anormais; ▶ mulheres que podem ser normais e férteis ou, eventualmente, ter retardo mental.
Trissomias	<p>Síndrome de Down - Trissomia do 21 (47-XX ou 47-XY)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Malformações dos órgãos (coração, rins); ▶ língua espessa; ▶ presença de fendas palpebrais; ▶ mãos curtas e largas, frequentemente com uma única prega palmar transversa ("prega simiesca"). <p>Trissomia do 13 - Patau (47-XX ou 47-XY)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Grave e letal em quase todos os casos; ▶ malformações graves do sistema nervoso central, como arrinencefalia; ▶ em geral há defeitos cardíacos congênitos e defeitos urinetais; ▶ fendas labial e palatina, anormalidades oculares, polidactilia, punhos cerrados e as plantas arqueadas. <p>Trissomia do 18 - Edwards (47-XX ou 47-XY)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Retardamento mental e atraso do crescimento, malformações graves no coração. O crânio é excessivamente alongado na região occipital, boca pequena, pescoço curto, genitais externos anômalos.
Autossômicas	



Linkage e genética de populações

Linkage ou genes ligados

Mendel, na segregação independente, considera que os dois pares de genes localizam-se em cromossomos diferentes. Porém, é possível que dois pares de genes localizem-se no mesmo par de cromossomos, processo conhecido como *Linkage* ou genes ligados. A principal diferença entre a primeira e a segunda condição são as porcentagens esperadas dos gametas que poderão surgir.

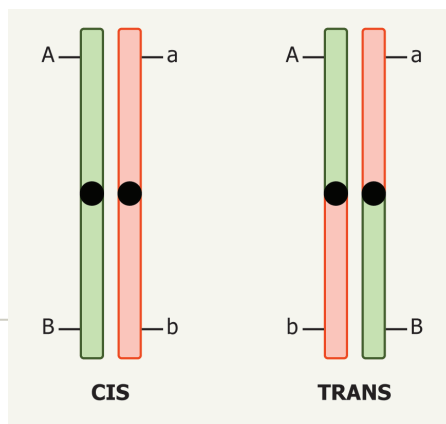


Um genótipo AaBb pode gerar os seguintes gametas: AB, Ab, aB e ab. Caso estejam em cromossomos distintos, a chance de cada um aparecer é a mesma, ou seja, 25% cada. No caso de *Linkage*, a distância de um gene para outro influenciará diretamente a proporção de cada tipo de gameta e irá determinar a possibilidade de recombinação entre eles. Por isso:

$$\text{Taxa de recombinação (TR)} = \text{Total de recombinantes}$$

$$\text{DISTÂNCIA ENTRE OS GENES} = \text{TR}$$

Outro fator que é indispensável na análise das proporções dos gametas é a posição dos genes nos cromossomos. Quando os alelos dominantes ficam de um lado, e os recessivos ficam de outro, temos a posição **cis**; quando estão em lados opostos, temos a posição **trans**.



Os gametas em maior proporção são chamados de parentais, e os que surgem em menor proporção denominam-se recombinantes. Observe a tabela:

	Posição cis	Posição trans
Parentais	AB e ab	Ab e aB
Recombinantes	Ab e aB	AB e ab



Como calcular as proporções

Calcule a porcentagem de gametas de um genótipo AB/ab, sabendo que a taxa de recombinação entre eles é de 40%.

- ▶ O valor de 40% corresponde ao total de gametas recombinantes, que, nesse caso, seriam Ab e aB (20% de cada um).
- ▶ O restante seria a proporção dos gametas parentais, no caso, 60% (30% de AB e 30% de ab).

Mapas cromossômicos

A partir da informação da distância dos genes no cromossomo, podemos inferir sua posição, sempre iniciando pela maior distância entre eles e, então, correlacionando as demais distâncias.

– **Exemplo:** Imagine que os genes A-B-C apresentem as seguintes distâncias entre eles: AB = 34 UR, AC = 14 UR, BC = 20 UR. Qual é a ordem em que se encontram?

Genética de populações

A genética de populações trata das frequências gênicas e genotípicas nas populações e das forças capazes de alterar essas frequências ao longo das gerações. Para fazer esse estudo, usamos o princípio de Hardy-Weinberg, segundo o qual:

Em uma população **infinitamente grande**, em que os cruzamentos ocorrem ao acaso (**panmítica**) e sobre a qual **não há atuação de fatores evolutivos**, as frequências gênicas e genotípicas permanecem constantes ao longo das gerações.

* Ausência de fatores evolutivos significa a não ocorrência de: mutações, seleção natural, migrações e deriva gênica.



Matematicamente, para demonstrar essas frequências, atribuímos a letra **p** ao alelo **A** e a letra **q** ao alelo **a**. Assim, no cruzamento entre indivíduos heterozigotos, os homozigotos dominantes seriam p^2 , os heterozigotos seriam $2pq$, e os recessivos, q^2 .

Frequência alélica	Frequência genotípica
$p + q = 1$	$p^2 + 2pq + q^2 = 1$

– **Exemplo 1:** Supondo que, em uma população teórica em equilíbrio, 16% dos indivíduos são míopes, e o restante tem visão normal, qual é a frequência de genes recessivos e dominantes para esse caráter nessa população, sabendo-se que a miopia é determinada por gene recessivo?

p = frequência do alelo M

q = frequência do alelo m

– **Exemplo 2:** O albinismo, caráter autossômico recessivo, determina a ausência de melanina na pele. Em uma certa população, a distribuição de genótipos ocorre da seguinte maneira:

Genótipo	Número de indivíduos
AA	3.600
Aa	6.000
aa	2.400
Total	12.000

Responda:

a) Qual a frequência do alelo A e do alelo a nessa população?

b) Qual a frequência genotípica nessa população?

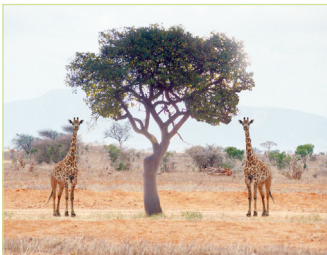
Evolução

Teorias evolucionistas

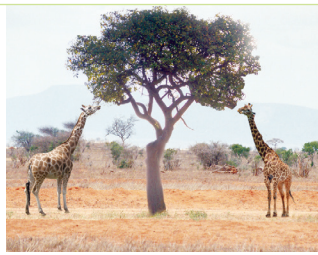
Lamarckismo

Em 1809, Jean-Baptiste Pierre Antonie de Monet, o cavaleiro de Lamarck, um naturalista francês, apresenta o livro *Philosophie Zoologique*, no qual explicava a existência da evolução segundo alguns princípios fundamentais, como:

- ▶ **Lei do uso e desuso:** quanto mais uma estrutura é exigida, mais ela se desenvolve, do contrário, atrofia.
- ▶ **Lei da herança dos caracteres adquiridos:** aquilo que for adquirido por um organismo durante sua vida, será transmitido aos seus descendentes.
- ▶ **Adaptação ao meio:** o meio é um indutor de novas características nos organismos para que estes possam se adaptar e tornar-se perfeitos.



As girafas apresentavam originalmente pescoço curto.



Mas, como viviam em um ambiente onde as árvores eram altas, para alcançá-las acabavam esticando o pescoço.



As girafas de pescoço longo geravam descendentes e transmitiam as novas características a eles.

Darwinismo

No ano de 1859, o naturalista Charles Robert Darwin publica sua obra *A Origem das Espécies* e causa ferver no mundo científico. Recolhendo informações durante a viagem de cinco anos que fez como naturalista oficial do navio Beagle, pela América do Sul e pelo mundo, ele chega a uma coleção de hipóteses altamente suportadas que originam então a teoria evolucionista pela Seleção Natural, baseada nas seguintes observações e conclusões:

- ▶ as populações naturais tendem a crescer infinitamente de acordo com o seu potencial biótico (potencial reprodutivo), porém não é o que se observa. O número de indivíduos em uma dada população mantém-se mais ou menos constante, provavelmente devido a fatores ambientais;
- ▶ muitos indivíduos morrem sem deixar prole;
- ▶ os sobreviventes, a cada geração, são aqueles que reúnem as "melhores características" para o meio onde estão inseridos;
- ▶ ao se reproduzir, estas características são transmitidas aos descendentes.

Portanto, o **meio** é o agente **selecionador** das características mais adaptativas a ele.

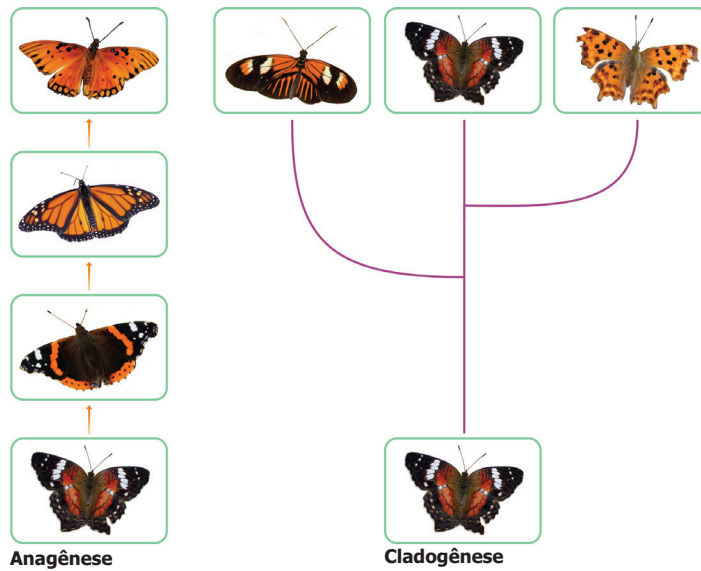
Teoria Moderna ou Sintética da Evolução





Processos de especiação

Especiação simpátrica	Especiação alopátrica
<p>Duas ou mais espécies surgem na mesma área geográfica, o que seria possível porque cada parte de uma população sofre fatores seletivos condizentes com a região na qual está. Pode ocorrer seleção disruptiva – que busca só um fenótipo extremo em uma dada área – e seleção estabilizadora – que busca o intermediário em outra região da área original. Com o tempo os organismos passam a apresentar diferenças entre eles.</p>	<p>Para surgir uma nova espécie a partir de uma ancestral é necessário que ocorra um isolamento geográfico na população original. Estando em áreas diferentes, a pressão seletiva e as mutações que ocorrem também são diferentes e acabam por diferenciá-los. Com o tempo, estas diferenças são tão grandes que a reprodução entre os indivíduos originalmente semelhantes acaba não acontecendo mais: falamos então em isolamento reprodutivo, sendo, portanto, duas espécies diferentes.</p>



Evidências da evolução

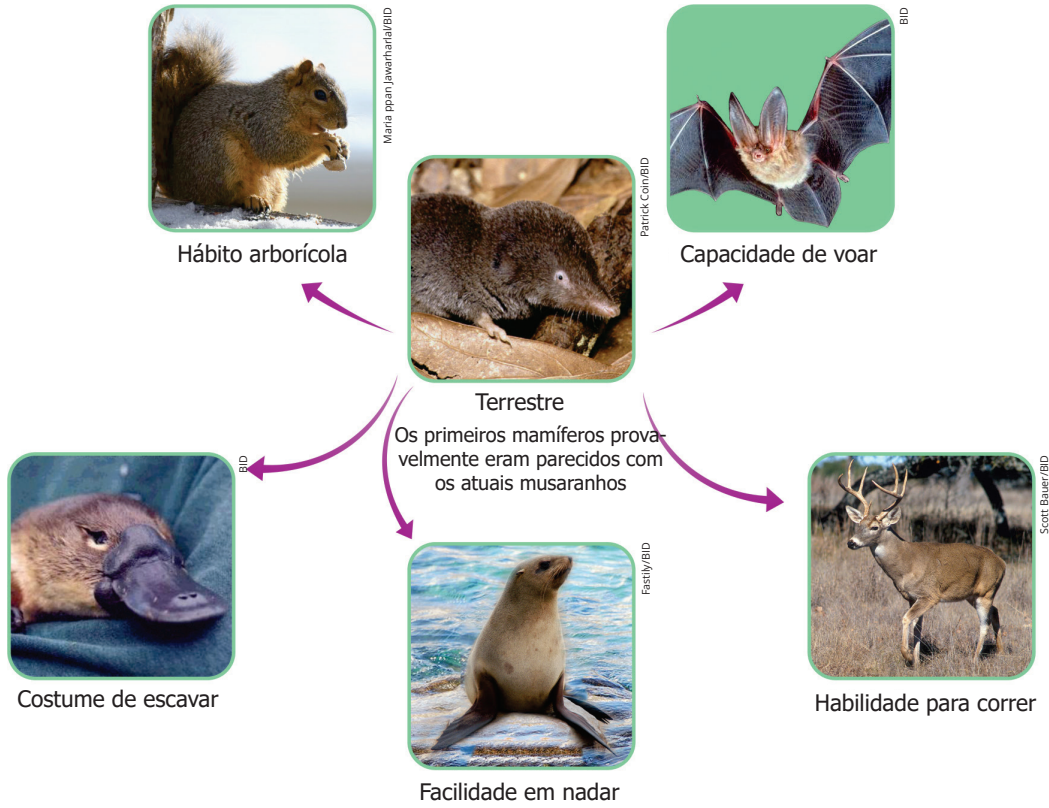
Para alguns pode ser apenas uma teoria, mas é quase unânime o pensamento de que a evolução é um fato, caracterizado pela presença de diversas evidências nas mais vastas áreas da Biologia. As principais são:

- ▶ o registro fóssil;
- ▶ os órgãos vestigiais;
- ▶ a Fisiologia, a Genética, a Embriologia;
- ▶ a anatomia comparada: muitas vezes, os seres vivos são diferentes mas possuem estruturas extremamente associadas. Podemos distinguir dois tipos: homólogos e análogos.


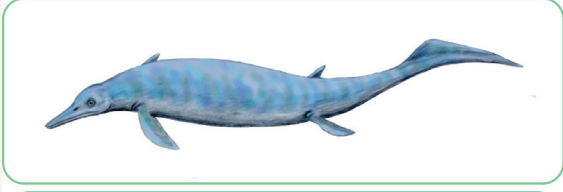

Órgãos homólogos	Órgãos análogos
Apresentam desenvolvimento embrionário semelhante (mesma origem embrionária).	Apresentam desenvolvimento embrionário diferente (diferentes origens embrionárias).
Funções semelhantes ou não.	Possuem as mesmas funções.

As diferentes funções que os órgãos homólogos podem apresentar são explicadas pela adaptação aos diferentes meios, o que exige função especializada. Isso é conhecido como **irradiação adaptativa**. O contrário também é válido: organismos de diferentes origens embrionárias, mas que vivem no mesmo ambiente, apresentam semelhança anatômica, chamada de **convergência adaptativa**.

Irradiação adaptativa



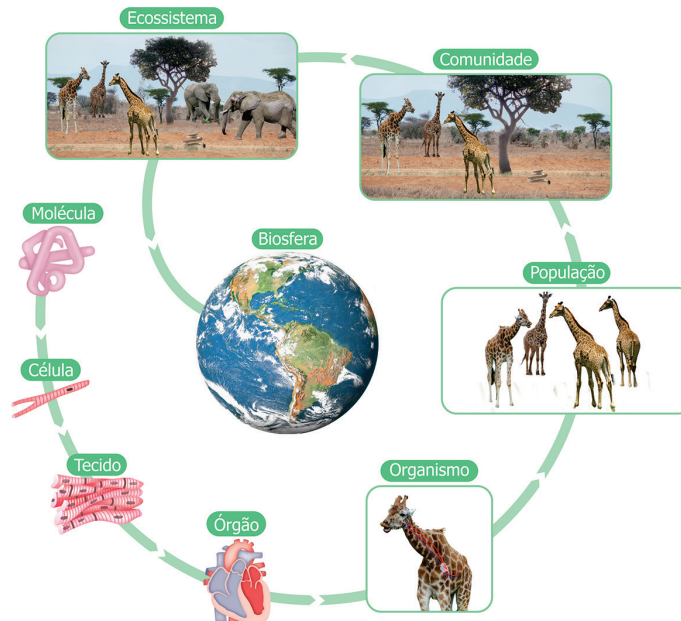
Convergência adaptativa

	NASA	Golfinho (mamífero)
	Arthur Weasley/BID	Ictiossauro (réptil fóssil)
	Dmitry Bogdanov/BID	Tubarão (peixe cartilaginoso)

Ecologia: conceitos, estudo das populações e das comunidades



Níveis de organização



Espécie: indivíduos semelhantes que cruzam e deixam descendentes férteis.

População: indivíduos da mesma espécie que habitam o mesmo lugar ao mesmo tempo.

Comunidade ou biocenose: indivíduos de diferentes espécies que habitam o mesmo lugar ao mesmo tempo.

Ecossistema: biocenose (componentes bióticos) interagindo com o biótopo (componentes abióticos).

Biosfera: conjunto de ecossistemas da Terra.

Outros conceitos importantes

Ecótono: áreas de transição entre dois ecossistemas distintos. Exemplo: mangue, praia, mata dos cocais.

Habitat: local onde vive uma espécie.

Nicho ecológico: atividades realizadas pela espécie.

Ecologia de populações

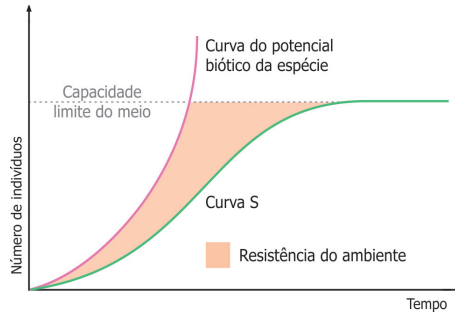
Fatores que afetam a densidade de uma população



Dinâmicas de populações

POTENCIAL BIÓTICO: é a capacidade reprodutiva natural de uma espécie. Sempre que os recursos do ambiente são inesgotáveis, as espécies podem exercer seu potencial biótico. Por isso, uma população com este tipo de crescimento segue uma curva exponencial de desenvolvimento.

RESISTÊNCIA AMBIENTAL: é o conjunto de obstáculos que impedem as populações de seguir seu potencial biótico. Incluem a quantidade de alimento, espaço, parasitas, competidores, predadores, entre outros. Sendo assim, a curva de crescimento é menor, sendo denominada curva sigmoide.



Ecossistema

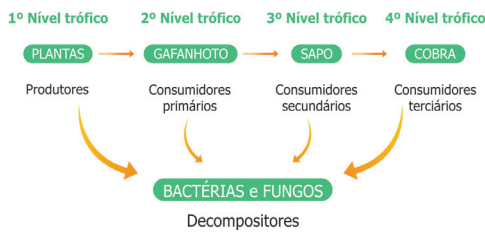
Cadeias alimentares: sequências lineares de transferência de matéria e energia entre os níveis tróficos dos ambientes.

Teias alimentares: rede de cadeias de transferência de matéria e energia nos ambientes. Os níveis tróficos são:

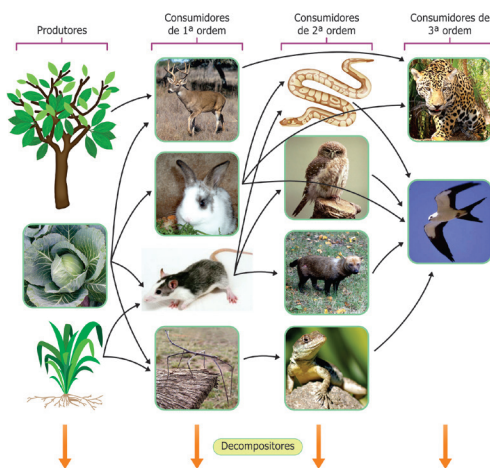
- ▶ **produtores:** organismos fotossintetizadores que introduzem energia e matéria nos ambientes;
- ▶ **consumidores:** organismos heterótrofos que transferem energia e matéria nos ambientes;
- ▶ **decompositores:** organismos heterótrofos que reciclam a matéria para o ambiente.

Importante: a energia sempre é perdida nas cadeias/teias alimentares.

Cadeias alimentares

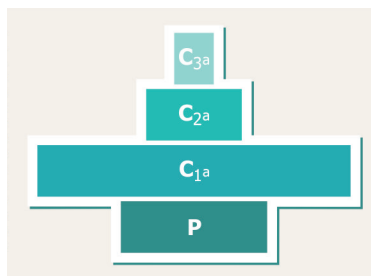
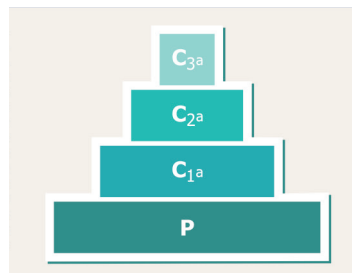


Teias alimentares



Pirâmides alimentares

Energia e biomassa



**A biomassa é invertida
Ambiente aquático**



Sucessão ecológica

Ocupação de um ambiente de forma sucessiva e natural. De forma gradativa ocorre a modificação do ambiente permitindo a existência de uma comunidade clímax. Pode ocorrer de duas formas:

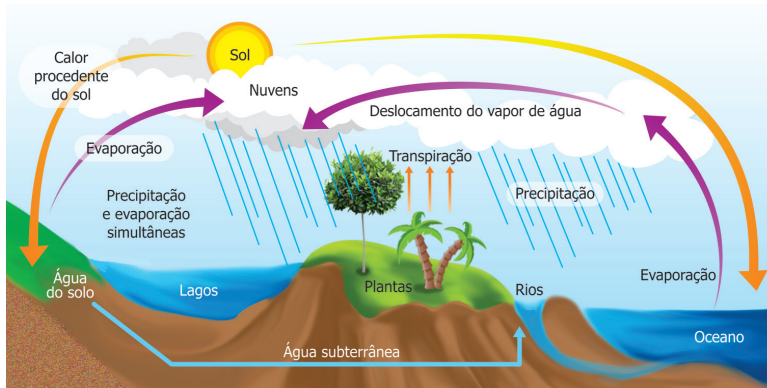
- ▶ **Sucessão primária:** lugar nunca habitado, como rochas.
- ▶ **Sucessão secundária:** local já habitado, como um campo abandonado.



Ciclos biogeoquímicos e os desequilíbrios ambientais

Ciclos biogeoquímicos

Ciclo da água



Dica

A **eutrofização** é um fenômeno que ocorre em ambientes aquáticos quando os mesmos são afetados por excesso de substâncias nitrogenadas e fosforadas, oriundas de detergentes, adubos e matéria orgânica. Essa condição leva a uma sequência de eventos, mostradas abaixo, que leva a redução de oxigênio na água.

Poluição do rio/lago/mar

↑ Níveis de nitrogênio, potássio e fósforo na água

⇒ Crescimento populacional de algas, que produzem oxigênio na fotossíntese

⇒ Proliferação de bactérias aeróbicas

⇒ Redução da concentração de oxigênio da água

⇒ Morte de organismos aeróbicos

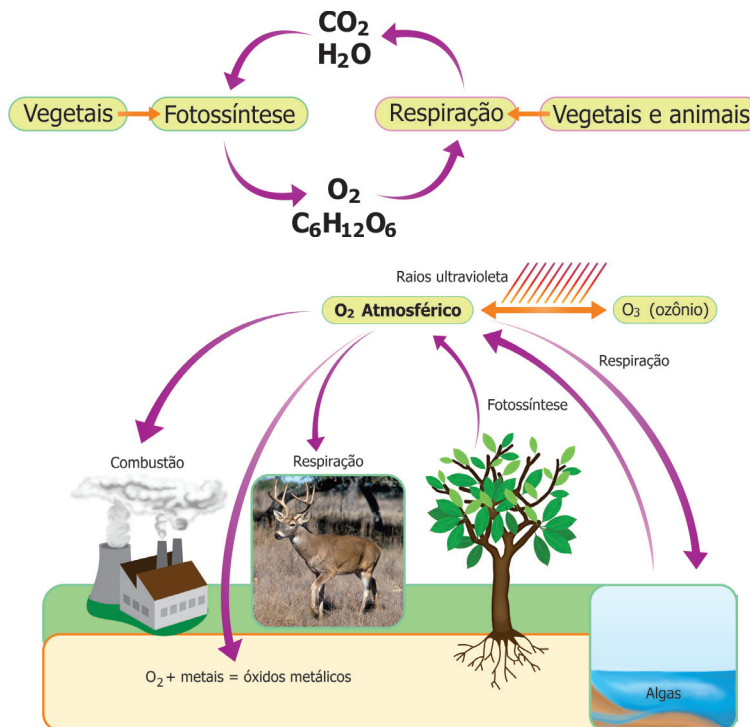
⇒ Proliferação de bactérias anaeróbicas

⇒ Produção de gases mal-cheirosos

Esquema de eutrofização.



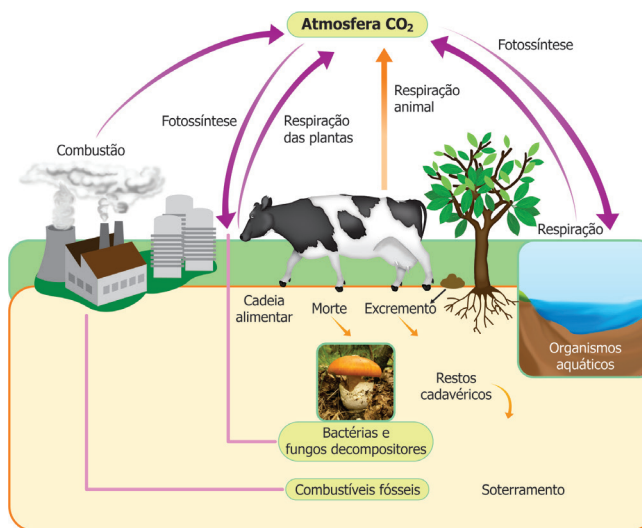
Ciclo do oxigênio



Dica

Camada de ozônio: tem como função proteger a Terra da ação da radiação ultravioleta oriunda do sol. Com a utilização de gases refrigeradores contendo o CFC, o ozônio é catalisado pelo cloro liberado destes gases, promovendo a redução da camada e conseqüente redução da proteção. Uma das principais conseqüências disso é o aumento nos índices de câncer de pele.

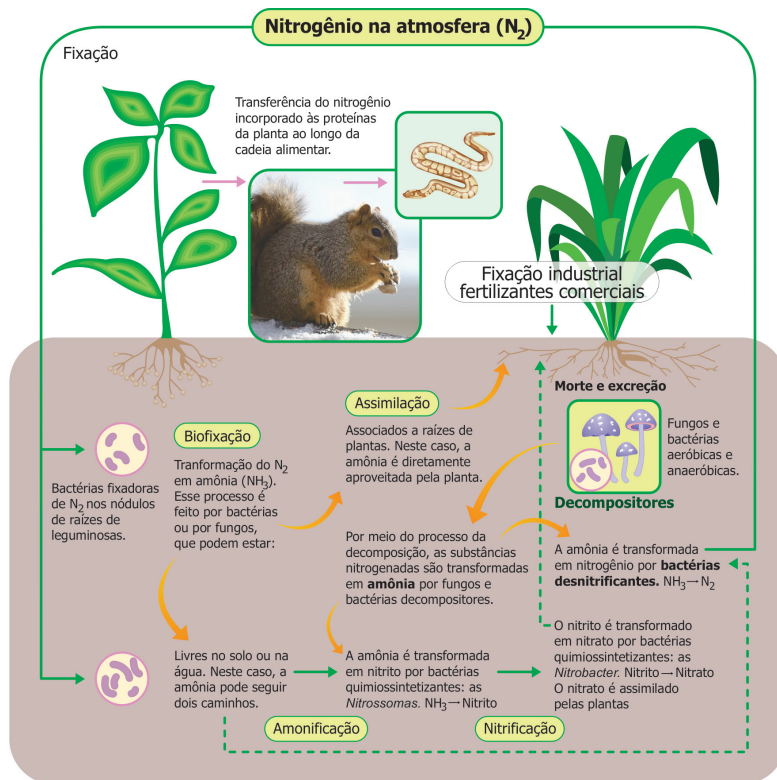
Ciclo do carbono



Dica

Efeito estufa: um fenômeno natural de absorção de calor realizado pelos gases de efeito estufa: CO_2 , CH_4 , vapor de água, óxidos de nitrogênio. Porém, atividades antrópicas como desmatamento, queima de combustíveis fósseis e queimadas em geral elevaram a quantidade destes gases, promovendo aumento da temperatura global. Medidas preventivas incluem uso de energias renováveis, reflorestamento.

Ciclo do nitrogênio



Dica

O ciclo do nitrogênio é dividido em três etapas:


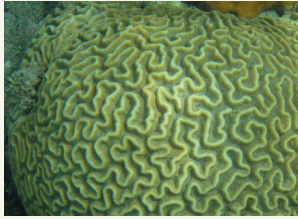




fixação do nitrogênio: pode ocorrer através de raios ou de forma biológica realizada pelas bactérias *Rhizobium* associadas mutualisticamente com as raízes de plantas leguminosas. Nesta fase ocorre a transformação de nitrogênio atmosférico em amônia.





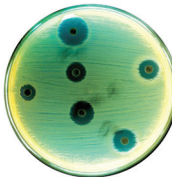
nitrificação: é subdividida em dois momentos, a nitroação e a nitratação. A primeira, realizada pelas bactérias *Nitrosomonas*, converte amônia em nitrito. A segunda, realizada pelas bactérias *Nitrobacter*, converte o nitrito em nitrato. O nitrato é a principal forma de absorção de nitrogênio pelas plantas.

desnitrificação: bactérias desnitrificantes transformam nitrato em nitrogênio atmosférico novamente.



Relações ecológicas entre os seres vivos

Relações entre os seres vivos		Efeito sobre as espécies		
Relações harmônicas	Intraespecíficas	<p>Sociedade: anatomicamente separados, com divisão de trabalho. → Exemplos: abelhas, formigas.</p>	(+/+)	 <p>Abelhas.</p>
		<p>Colônia: anatomicamente unidos, com ou sem divisão de trabalho. → Exemplos: corais, esponjas, bactérias.</p>	(+/+)	 <p>Coral-cérebro.</p>
	Interespecíficas	<p>Mutualismo: Benefício mútuo e obrigatoriedade. → Exemplos: líquens, bactérias e ruminantes.</p>	(+/+)	 <p>Aspecto macroscópico de líquens.</p>
		<p>Protocooperação: benefício mútuo e facultativo. → Exemplos: pássaros e bois; paguru e anêmona.</p>	(+/+)	 <p>Paguru e anêmona.</p>
		<p>Comensalismo: alimentar-se de restos. → Exemplos: hienas e leões, bactérias intestinais.</p>	(+/0)	 <p>A rêmora é um comensal do tubarão: ela come restos de sua comida sem prejudicá-lo.</p>
		<p>Inquilinismo: viver sobre sem causar prejuízo. → Exemplos: plantas epífitas.</p>	(+/0)	 <p>Aspecto de uma planta epífita. Orquídeas e bromélias são exemplos de plantas epífitas.</p>

Relações desarmônicas	Intraespecíficas	<p>Competição intraespecífica: sobreposição total de nicho. → Exemplos: leões brigam por leões.</p>	(+/-)	 <p>Competição entre leões.</p>
		<p>Canibalismo: alimentar-se de outro da mesma espécie. → Exemplo: louva-deus fêmea que come o macho.</p>	(+/-)	
	Interespecíficas	<p>Competição interespecífica: sobreposição parcial de nichos. → Exemplos: plantas que competem por água.</p>	(+/-)	 <p>Leão e guepardo disputam pela zebra.</p>
		<p>Predatismo: alimentar-se de outra espécie. → Exemplos: joaninhas e pulgões.</p>	(+/-)	 <p>Leoa alimentando-se da zebra.</p>
		<p>Parasitismo: viver as custas de. → Exemplos: bactérias, vermes.</p>	(+/-)	 <p>Exemplos de endoparasitas: as tênias.</p>
		<p>Amensalismo: eliminar toxinas que causem morte a outra espécie. → Exemplos: fungos e bactérias, maré vermelha.</p>	(-/0)	 <p>Don Starnes, USCOP/IBD</p>



Biomias Brasileiros

Biomias do Epinociclo

Distribuição geral dos biomias brasileiros



Floresta Amazônica

Maior bioma brasileiro, originalmente ocupava aproximadamente 52% do território nacional. Corresponde a uma floresta equatorial, por vezes denominada Floresta Ombrófila Densa. Além do Brasil as áreas da Floresta Amazônica estendem-se pelas Guianas, Venezuela, Equador, Bolívia e Peru. Sua formação está diretamente associada à Bacia Amazônica, maior bacia fluvial do mundo. Essa associação típica de altas temperaturas (média anual superior a 18°C) e altas pluviosidades (acima de 1.800 mm/ano) garantem uma exuberância da vegetação e uma elevada biodiversidade, tanto em termos de fauna quanto de flora. Destacam-se a castanheira-do-pará, o mogno e a seringueira.

Os principais problemas ambientais relacionados com o ambiente amazônico são o desmatamento, queimadas, a agricultura e a pecuária extensiva.

Mata Atlântica

Corresponde a uma floresta tropical, da mesma forma que a Floresta Amazônica, mas que apresenta certas peculiaridades. Também denominada Floresta Pluvial Costeira, a Mata Atlântica estende-se desde o Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul, acompanhando as montanhas e planícies costeiras do litoral brasileiro. O tipo de chuva predominante é a orográfica, com ventos úmidos provenientes do Oceano Atlântico.

A grande ocupação humana em áreas da Mata Atlântica é o principal problema ambiental relacionado a esse bioma.

Pampa

O bioma denominado pampa é um tipo de pradaria localizado no sul do Brasil, principalmente no Rio Grande do Sul. Em linguagens indígenas, a palavra pampa quer dizer planície. Caracteriza-se pelo domínio de gramíneas, eventualmente ocorrendo a formação de pequenos bosques ao longo dos cursos d'água. O índice pluviométrico oscila entre 500 mm e 1.000 mm anuais. Possui estacionalidade em função da temperatura, variando de 10° a 14°C no inverno, e de 20° a 23°C no verão.



Caatinga

Ocupando cerca de 11% do território brasileiro, principalmente na região nordeste, o termo caatinga deriva do tupi-guarani e significa "mata clara". Seu significado está relacionado à estacionalidade verificada nesse tipo de bioma. Apresenta uma estação chuvosa (predominantemente de outubro a março) e outra de seca. Na estação seca, que pode durar até nove meses, muitas plantas perdem suas folhas, proporcionando o aspecto esparsa da paisagem.

A vegetação da caatinga apresenta xeromorfismo, ou seja, adaptações morfológicas às restrições hídricas, como folhas transformadas em espinhos e cutículas impermeáveis.

Cerrado

CTambém conhecido como campos cerrados, ocupa aproximadamente 25% do território nacional, principalmente na região centro-oeste. O clima é quente, com estação seca rigorosa, seguida de estação chuvosa. Porém, o aspecto predominante não está relacionado à carência de chuva, mas à composição do solo. O solo do cerrado é rico em alumínio, sendo por isso ácido. O problema é que a acidez do solo diminui a disponibilidade de nutrientes às plantas. A adaptação que as plantas possuem em relação à acidez do solo é conhecida por escleromorfismo, como a existência de caules com troncos tortuosos, caules subterrâneos e folhas coriáceas.

Frequentemente utiliza-se o termo "escleromorfismo oligotrófico aluminotóxico" para explicar essa série de condições relacionadas ao cerrado brasileiro.

O fogo é de fundamental importância para a dinâmica do cerrado, pois quebra a dormência das sementes e favorece a indução de brotações. Mas não pode ser confundido com incêndios criminosos, que têm ação devastadora sobre a biodiversidade, além de empobrecer o solo pela queima da matéria orgânica.

Manguezais

Ecótono entre áreas terrestres e o mar. Áreas geralmente alagadas com uma vegetação adaptada ao excesso de umidade, apresentando raízes respiratórias, glândulas que eliminam o excesso de sal absorvido do ambiente. Entre os animais, os mais comuns são caranguejos, anfíbios, insetos e muitas aves. São considerados berçários da natureza por serem regiões ricas em nutrientes. Estendem-se do Amapá até Santa Catarina.

HABILIDADES À PROVA 1

» *Fisiologia Humana I*

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

○ **2. (ENEM)** O índice de massa corpórea (IMC) é uma medida que permite aos médicos fazer uma avaliação preliminar das condições físicas e do risco de uma pessoa desenvolver certas doenças, conforme mostra a tabela abaixo.

IMC	Classificação	Risco de doença
Menos de 18,5	Magreza	Elevado
Entre 18,5 e 24,9	Normalidade	Baixo
Entre 25 e 29,9	Sobrepeso	Elevado
Entre 30 e 39,9	Obesidade	Muito elevado
40 ou mais	Obesidade grave	Muitíssimo elevado

Disponível em: www.somatematica.com.br.

Considere as seguintes informações a respeito de João, Maria, Cristina, Antônio e Sérgio.

Nome	Peso	Altura (m)	IMC
João	113,4	1,80	35
Maria	45	1,50	20
Cristina	48,6	1,80	15
Antônio	63	1,50	38
Sérgio	115,2	1,60	45

Os dados das tabelas indicam que:

- a) Cristina está dentro dos padrões de normalidade.
- b) Maria está magra, mas não corre risco de desenvolver doenças.
- c) João está obeso, e o risco de desenvolver doenças é muito elevado.
- d) Antônio está com sobrepeso, e o risco de desenvolver doenças é muito elevado.
- e) Sérgio está com sobrepeso, mas não corre risco de desenvolver doenças.

○ **3. (ENEM)** 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°C. A digestão do alimento ocorreu somente no tubo 1.

De qual órgão do cachorro a enzima foi retirada?

- a) Fígado.
- b) Pâncreas.
- c) Estômago.
- d) Vesícula biliar.
- e) Intestino delgado.

○ **4. (ENEM)** 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 anfífilos.
- d) promover a secreção de lipases.
- e) estimular o trânsito intestinal dos lipídios.

○ **5. (ENEM)** 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?

- a) Ação da bile sobre as gorduras no duodeno.
- b) Ação do suco pancreático sobre as gorduras.
- c) Ação da saliva sobre os carboidratos na boca.
- d) Ação do suco entérico sobre as proteínas no íleo.
- e) Ação do suco gástrico sobre as proteínas no estômago.



○ **6. (ENEM)** Na indústria farmacêutica, é muito comum o emprego de substâncias de revestimento em medicamentos de uso oral, pois trazem uma série de benefícios como alteração de sabor em medicamentos que tenham gosto ruim, melhoria da assimilação do composto, entre outras ações. Alguns compostos poliméricos à base do polissacarídeo celulose são utilizados para garantir que o fármaco somente seja liberado quando em contato com soluções aquosas cujo pH se encontre próximo da faixa da neutralidade.

BORTOLINI, K. et al. Análise de perfil de dissolução de cápsulas gastrorresistentes utilizando polímeros industriais com aplicação em farmácias magistrales. Revista da Unifebe, n. 12, 2013 (adaptado).

Qual é a finalidade do uso desse revestimento à base de celulose?

- a) Diminuir a absorção do princípio ativo no intestino.
- b) Impedir que o fármaco seja solubilizado no intestino.
- c) Garantir que o fármaco não seja afetado pelas secreções gástricas.
- d) Permitir a liberação do princípio ativo pela ação das amilases salivares.
- e) Facilitar a liberação do fármaco pela ação dos sais biliares sobre o revestimento.

○ **7. (ENEM 2020)** Um pesquisador colocou a mesma quantidade de solução aquosa da enzima digestiva pepsina em cinco tubos de ensaio. Em seguida, adicionou massas iguais dos alimentos descritos no quadro. Os alimentos foram deixados em contato com a solução digestiva durante o mesmo intervalo de tempo.

Tubo de ensaio	Alimento	Água (%)	Proteínas (%)	Lípidios (%)	Carboidratos (%)
I	Leite em pó	3,6	26,5	24,8	40,1
II	Manteiga	15,1	0,6	82,3	0,91
III	Aveia em flocos	12,3	12,7	4,8	68,4
IV	Alface	96,3	0,9	0,1	2,1
V	Fubá de milho cozido	74,7	2,0	1,1	21,9

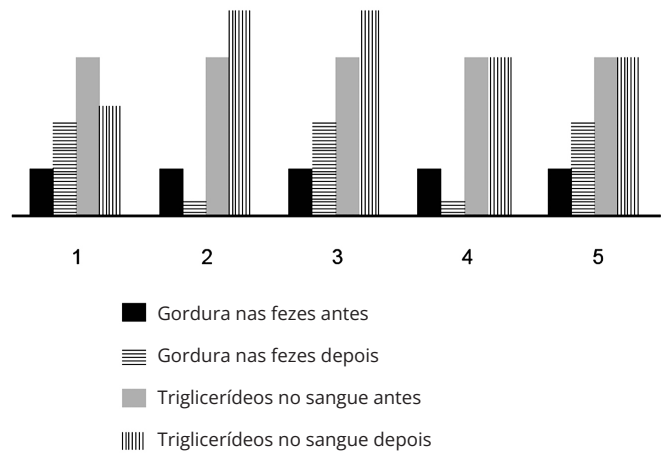
A maior quantidade de produtos metabolizados ao final do teste foi obtida no tubo:

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

Anotações:

○ **8. (ENEM 2020)** Há algumas décadas, surgiu no mercado um medicamento que provocava perda de peso por inibir a ação da lipase, enzima que atua no intestino na digestão de gorduras. Um pesquisador, com o objetivo de avaliar a eficácia do medicamento, decidiu medir nos pacientes a quantidade de gordura nas fezes e de triglicerídeos (um dos produtos da digestão das gorduras) no sangue. Mantendo sempre a mesma dieta nos pacientes, fez as medidas antes e depois da administração do medicamento.

A figura apresenta cinco resultados possíveis.



O efeito esperado do medicamento está representado no resultado

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

Anotações:



○ **9. (ENEM)** 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:

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

○ **10. (ENEM)** 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:

- a) obesidade.
- b) osteoporose.
- c) diabetes tipo II.
- d) hipertensão arterial.
- e) hipercolesterolemia.

○ **11. (ENEM)** 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:

- a) remoção de ureia.
- b) excreção de lipídios.
- c) síntese de vasopressina.
- d) transformação de amônia.
- e) fabricação de aldosterona.

○ **12. (ENEM)** 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?

- a) Diminuição da transpiração.
- b) Eliminação de fezes hidratadas.
- c) Predominância de hábitos diurnos.
- d) Eliminação de muita água na urina.
- e) Excreção de amônia como produto nitrogenado.

○ **13. (ENEM)** Um dos índices de qualidade do ar diz respeito à concentração de monóxido de carbono (CO), pois esse gás pode causar vários danos à saúde. A tabela abaixo mostra a relação entre a qualidade do ar e a concentração de CO.

Qualidade do ar	Concentração de CO - ppm* (média de 8h)
Inadequada	15 a 30
Péssima	30 a 40
Crítica	Acima de 40

Para analisar os efeitos do CO sobre os seres humanos, dispõe-se dos seguintes dados:

Concentração de CO (ppm)	Sintomas em seres humanos
10	Nenhum
15	Diminuição da capacidade visual
60	Dores de cabeça
100	Tonturas, fraqueza muscular
270	Inconsciência
800	Morte

Suponha que você tenha lido em um jornal que, na cidade de São Paulo, foi atingido um péssimo nível de qualidade do ar. Uma pessoa que estivesse nessa área poderia:

- a) não apresentar nenhum sintoma.
- b) ter sua capacidade visual alterada.
- c) apresentar fraqueza muscular e tontura.
- d) ficar inconsciente.
- e) morrer.

○ **14. (ENEM)** A adaptação dos integrantes da seleção brasileira de futebol à altitude de La Paz foi muito comentada em 1995, por ocasião de um torneio, como pode ser lido no texto abaixo.

“A seleção brasileira embarca hoje para La Paz, capital da Bolívia, situada a 3.700 metros de altitude, onde disputará o torneio Interamérica. A adaptação deverá ocorrer em um prazo de 10 dias, aproximadamente. O organismo humano, em altitudes elevadas, necessita desse tempo para se adaptar, evitando-se, assim, risco de um colapso circulatório.”

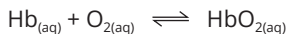
Adaptado da revista Placar, edição fev. 1995.

A adaptação da equipe foi necessária principalmente porque a atmosfera de La Paz, quando comparada à das cidades brasileiras, apresenta:

- a) menor pressão e menor concentração de oxigênio.
- b) maior pressão e maior quantidade de oxigênio.
- c) maior pressão e maior concentração de gás carbônico.
- d) menor pressão e maior temperatura.
- e) maior pressão e menor temperatura.



○ 15. (ENEM) Hipóxia ou mal das alturas consiste na diminuição de oxigênio (O₂) 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 (HbO₂) 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):

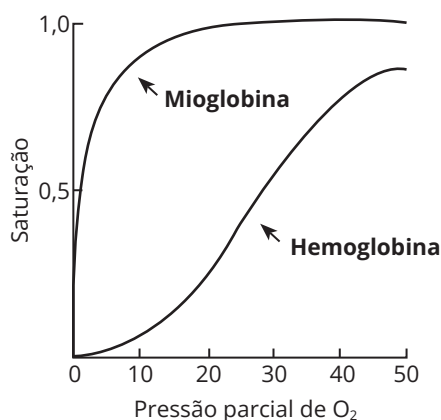
- elevação da pressão arterial.
- aumento da temperatura corporal.
- redução da temperatura do ambiente.
- queda da pressão parcial de oxigênio.
- diminuição da quantidade de hemácias.

○ 16. (ENEM) 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.

○ 17. (ENEM) 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?

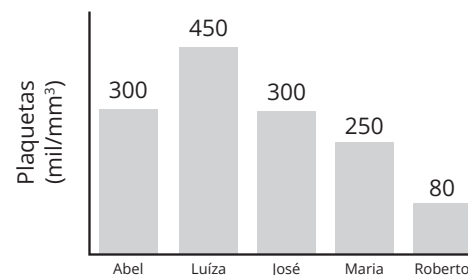
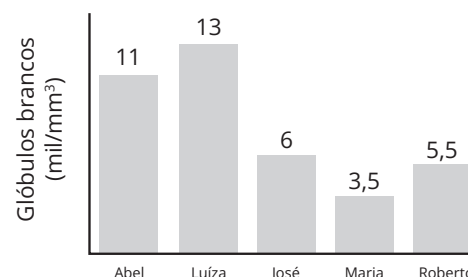
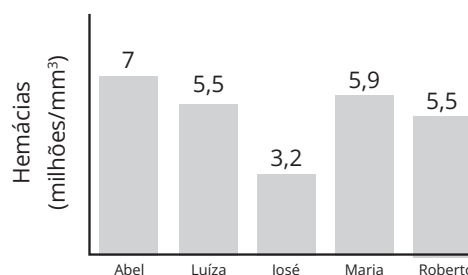
- A concentração de oxigênio no sangue diminuirá.
- A capacidade de produção de hemoglobina diminuirá.
- A distribuição do oxigênio por todo o organismo será homogênea.

d) A transferência do oxigênio do sangue para o tecido muscular será prejudicada.

e) A hemoglobina do tecido muscular apresentará maior afinidade que a presente no sangue.

○ 18. (ENEM) O hemograma é um exame laboratorial que informa o número de hemácias, glóbulos brancos e plaquetas presentes no sangue. A tabela apresenta os valores considerados normais para adultos. Os gráficos mostram os resultados do hemograma de 5 estudantes adultos. Todos os resultados são expressos em número de elementos por mm³ de sangue.

	Valores normais para adultos
Hemácias	4,5 a 5,9 milhões/mm ³
Glóbulos brancos	5 a 10 mil/mm ³
Plaquetas	200 a 400 mil/mm ³

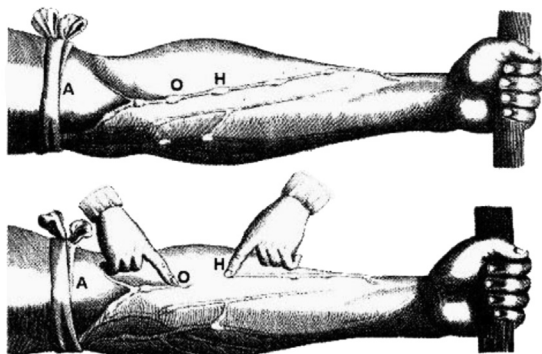


Podem estar ocorrendo deficiência no sistema de defesa do organismo, prejuízos no transporte de gases respiratórios e alterações no processo de coagulação sanguínea, respectivamente, com os estudantes:

- Maria - José - Roberto
- Roberto - José - Abel
- Maria - Luíza - Roberto
- Roberto - Maria - Luíza
- Luíza - Roberto - Abel



○ **19. (ENEM)** 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).



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

- pressão arterial.
- válvulas venosas.
- circulação linfática.
- contração cardíaca.
- transporte de gases.

○ **20. (ENEM)** 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: www.infobios.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 da imunidade.
- aumento da pressão arterial.
- quadro de leucemia profunda.
- problemas no transporte de oxigênio.

○ **21. (ENEM)** 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:

- anemia.
- basofilia.
- eosinofilia.
- linfocitose.
- leucopenia.

○ **22. (ENEM)** 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.

○ **23. (ENEM)** 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?

- Filariose.
- Hemofilia.
- Aterosclerose.
- Doença de Chagas.
- Síndrome da Imunodeficiência Adquirida.

○ **24. (ENEM)** 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?

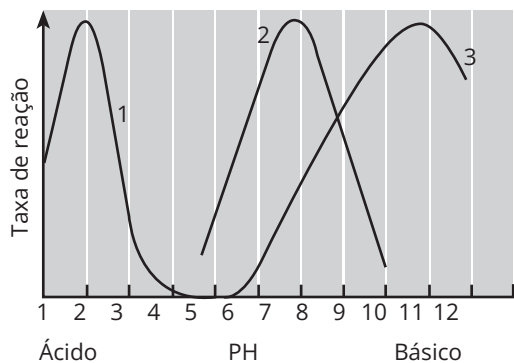
- Vacina.
- Biópsia.
- Hemodiálise.
- Quimioterapia.
- Transfusão de sangue.



○ **25. (UFRGS)** Em relação às diferentes regiões do sistema digestório humano e o seu funcionamento, é correto afirmar que:

- a) a ptialina é produzida e secretada pelas glândulas salivares da boca.
- b) a digestão das proteínas inicia com a liberação de ácido clorídrico e pepsina no intestino delgado.
- c) a bile é a enzima digestiva que atua no estômago para a formação do quimo.
- d) a vesícula biliar armazena substâncias produzidas pelo pâncreas.
- e) o intestino grosso apresenta vilosidades que aumentam a absorção de nutrientes.

○ **26. (UFRGS)** O gráfico abaixo apresenta a taxa de reação de três diferentes enzimas em função do pH, em seres humanos.



Com base no gráfico, considere as seguintes afirmações.

- I. A enzima 1 pode ser a pepsina, pois sua atividade máxima ocorre em meio ácido.
- II. A enzima 2 pode ser a amilase salivar, pois sua atividade máxima ocorre em um meio próximo ao neutro.
- III. A enzima 3 pode atuar no duodeno, pois sua atividade máxima ocorre em pH básico.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas I e III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

○ **27. (UFRGS)** Um indivíduo adulto submeteu-se a uma lipos aspiração para a retirada de 700 mL de gordura.

A respeito da gordura retirada no procedimento, é correto afirmar que ela é:

- a) armazenada no tecido muscular, rico em mitocôndrias que metabolizam as reservas de gorduras.
- b) composta de ácidos graxos capazes de liberar mais energia que a glicose, em reações de oxidação nas mitocôndrias.
- c) estocada nos adipócitos sob a forma de glicogênio.
- d) utilizada pelas células do sistema nervoso para produção de ATP.
- e) removida do tecido conjuntivo denso modelado

○ **28. (UFSM)** Observe essa interessante comparação: "Na parte mais superficial do sistema radicular (primeiros 30 cm), é onde se dá o maior volume de absorção de nutrientes, enquanto as raízes profundas vão em busca de umidade. Analogamente, nós..... tem como função principal a absorção dos nutrientes digeridos. O, por sua vez, reabsorve a água e sais minerais remanescentes".

"Horta é Saúde", 1998, adaptado.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas.

- a) pâncreas - esôfago
- b) fígado - intestino grosso
- c) estômago - fígado
- d) estômago - intestino delgado
- e) intestino delgado - intestino grosso



HABILIDADES À PROVA 2

» *Fisiologia Humana II*

○ **1. (ENEM)** 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.

○ **2. (ENEM 2021)** Um dos exames clínicos mais tradicionais para medir a capacidade reflexa dos indivíduos é o exame do reflexo patelar. Esse exame consiste na estimulação da patela, um pequeno osso localizado na parte anterior da articulação do joelho, com um pequeno martelo. A resposta reflexa ao estímulo é caracterizada pelo levantamento da perna em que o estímulo foi aplicado.

Qual região específica do sistema nervoso coordena essa resposta?

- a) Ponte.
- b) Medula.
- c) Cerebelo.
- d) Hipotálamo.
- e) Neuro-hipófise.

○ **3. (ENEM)** 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.

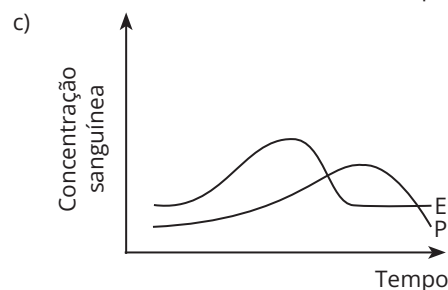
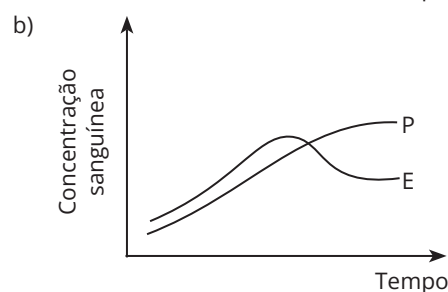
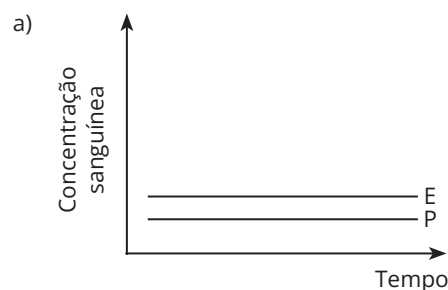
○ **4. (ENEM)** Anabolismo e catabolismo são processos celulares antagônicos, que são controlados principalmente pela ação hormonal. Por exemplo, no fígado a insulina atua como um hormônio com ação anabólica, enquanto o glucagon tem ação catabólica e ambos são secretados em resposta ao nível de glicose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

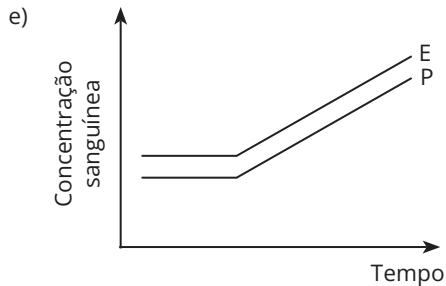
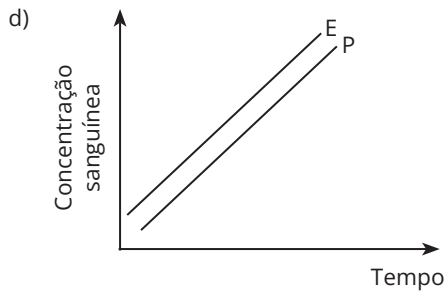
Em caso de um indivíduo com hipoglicemia, o hormônio citado que atua no catabolismo induzirá o organismo a:

- 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.

○ **5. (ENEM)** 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?





○ **6 (ENEM)** 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 a 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 é o(a):

- a) estrogênio.
- b) progesterona.
- c) luteinizante (LH).
- d) folículo-estimulante (FSH).
- e) gonadotrófico coriônico humano (HCG).

○ **7. (ENEM)** 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):

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

○ **8. (UFSM)** Os nossos neurônios comunicam-se entre si através da união do axônio de um neurônio com os dendritos do outro. A região de contato entre dois neurônios é conhecida como

- a) bainha de mielina.
- b) intercalar.
- c) sinapse.
- d) célula glial.
- e) repolarizada.

○ **9. (UFSM)** Pode-se dizer que o acúmulo de mercúrio afeta a sobrevivência e o funcionamento dos Tanto a transmissão do impulso nervoso, que ocorre sempre para os , quanto a liberação neurotransmissores são prejudicadas.

Assinale a alternativa que completa corretamente as lacunas.

- a) dendritos - neurônios - axônios
- b) axônios - dendritos - neurônios
- c) neurônios - dendritos - axônios
- d) axônios - neurônios - dendritos
- e) neurônios - axônios - dendritos

○ **10. (UFSM)** A exenatida, sintetizada em laboratório, mimetiza a ação de um hormônio responsável pela liberação de insulina, após o consumo de alimentos e consequente elevação da glicose no sangue. A insulina é um hormônio liberado pela glândula chamada

- a) fígado.
- b) suprarrenal.
- c) adenoipófise.
- d) paratireoide.
- e) pâncreas.



Leia o texto a seguir, para responder à questão de número 11.

A qualidade da água pode ser alterada por vários fatores:

- contaminantes biológicos, que podem transformar as águas em fontes de transmissão de doenças;
- compostos orgânicos que, mesmo em baixas concentrações, podem interferir no funcionamento dos seres vivos, como o benzeno, que é um agente mutagênico, e os hormônios humanos, que podem ser exemplificados pelos esteroides.

11. (UFSM) Associe a 2ª coluna à 1ª.

Glândulas

1 - hipófise

2 - pâncreas

3 - testículos

Hormônios

() andrógenos

() somatotrofina ou hormônio do crescimento

() insulina

() hormônio folículo estimulante

A sequência correta é

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



HABILIDADES À PROVA 3

» Hereditariedade e Genética

○ 1. (ENEM) 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:

- a) os genótipos e os fenótipos idênticos.
- b) os genótipos idênticos e os fenótipos diferentes.
- c) diferenças nos genótipos e fenótipos.
- d) o mesmo fenótipo e apenas dois genótipos diferentes.
- e) o mesmo fenótipo e grande variedade de genótipos.

○ 2. (ENEM) 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?

- a) 0%
- b) 12,5%
- c) 25%
- d) 50%
- e) 75%

○ 3. (ENEM) 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:

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

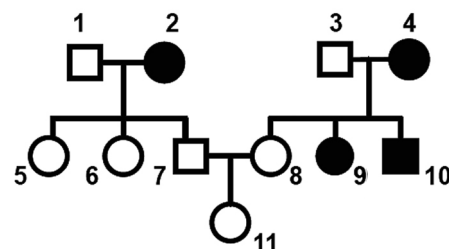
○ 4. (ENEM 2020) Os frutos da pupunha têm cerca de 1 g em populações silvestres no Acre, mas chegam a 70 g em plantas domesticadas por populações indígenas. No princípio, porém, a domesticação não era intencional. Os grupos humanos apenas identificavam vegetais mais saborosos ou úteis, e sua propagação se dava pelo descarte de sementes para perto de sítios habitados.

DÓRIA, C. A.; VIEIRA, I. C. G. Iguariás da floresta. *Ciência Hoje*, n. 310, dez. 2013.

A mudança de fenótipo (tamanho dos frutos) nas populações domesticadas de pupunha deu-se porque houve:

- a) introdução de novos genes.
- b) redução da pressão de mutação.
- c) diminuição da uniformidade genética.
- d) aumento da frequência de alelos de interesse.
- e) expressão de genes de resistência a patógenos.

○ 5. (ENEM 2020) Em um grupo de roedores, a presença de um gene dominante (A) determina indivíduos com pelagem na cor amarela. Entretanto, em homozigose é letal, ou seja, provoca a morte dos indivíduos no útero. Já o alelo recessivo(a) não é letal e determina a presença de pelos pretos. Com base nessas informações, considere o heredograma:



LEGENDA

- Animal macho com pelagem amarela
- Animal fêmea com pelagem amarela
- Animal macho com pelagem preta
- Animal fêmea com pelagem preta



Qual é a probabilidade de, na próxima ninhada do casal de roedores que está representado na figura pelos números 7 e 8, nascer uma fêmea de pelagem amarela (representada pelo número 11)?

- a) $\frac{1}{4}$ (25%)
- b) $\frac{1}{3}$ (33%)
- c) $\frac{1}{2}$ (50%)
- d) $\frac{2}{3}$ (66%)
- e) $\frac{3}{4}$ (75%)

○ 6. (ENEM 2021) A deficiência de lipase ácida lisossômica é uma doença hereditária associada a um gene do cromossomo 10. Os pais dos pacientes podem não saber que são portadores dos genes da doença até o nascimento do primeiro filho afetado. Quando ambos os progenitores são portadores, existe uma chance, em quatro, de que seu bebê possa nascer com essa doença.

ANDERSON, R. A. et al. In: Situ Localization of the Genetic Locus Encoding the Lysosomal Acid Lipase/Cholesteryl Esterase (LIPA) Deficient in Wolman Disease to Chromosome 10q232-q23.3. Genomics, n. 1, jan. 1993 (adaptado).

Essa é uma doença hereditária de caráter:

- a) recessivo.
- b) dominante.
- c) codominante.
- d) poligênico.
- e) polialélico.

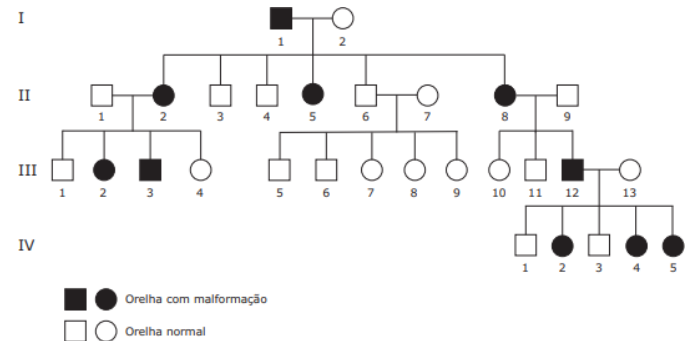
○ 7. (ENEM 2021) Os búfalos são animais considerados rústicos pelos criadores e, por isso, são deixados no campo sem controle reprodutivo. Por causa desse tipo de criação, a consanguinidade é favorecida, proporcionando o aparecimento de enfermidades, como albinismo, defeitos cardíacos, entre outros. Separar os animais de forma adequada minimizaria a ocorrência desses problemas.

DAMÉ, M. C. F.; RIET-CORREA, F.; SCHILD, A. L. Pesq. Vet. Bras., n. 7, 2013 (adaptado).

Qual procedimento biotecnológico prévio é recomendado nessa situação?

- a) Transgenia.
- b) Terapia gênica.
- c) Vacina de DNA.
- d) Clonagem terapêutica.
- e) Mapeamento genético.

○ 8. (UFSM 2023) Milena, uma professora e pesquisadora na Universidade Federal de Santa Maria, está estudando uma população de pequenos roedores silvestres. Ela observou que alguns indivíduos apresentavam uma malformação nas suas orelhas. Analisando várias gerações daqueles roedores, Milena concluiu que tratava-se de uma característica genética, de herança monogênica. Ela construiu o heredograma de uma família dos roedores, o qual é mostrado abaixo, onde quadrados representam indivíduos machos, e círculos representam indivíduos fêmeas.



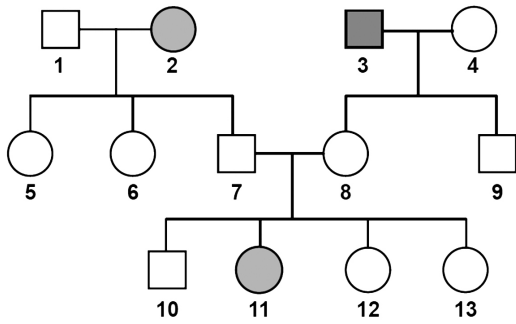
Com base nas informações do heredograma, assinale a alternativa correta.

- a) A malformação apresenta padrão de herança autossômica recessiva, pois há salto de gerações, e fêmeas afetadas transmitem a malformação para metade de seus filhos machos.
- b) A malformação apresenta padrão de herança autossômica dominante, pois indivíduos afetados do sexo masculino não transmitem a característica para sua prole do sexo feminino.
- c) A malformação apresenta padrão de herança ligada ao cromossomo X dominante, pois não há salto de gerações, e indivíduos afetados do sexo masculino transmitem a característica para toda a sua prole do sexo feminino, mas não para a prole masculina.
- d) A malformação apresenta padrão de herança ligada ao cromossomo X recessiva, pois há salto de gerações e mais fêmeas com a característica do que machos no heredograma.
- e) A malformação apresenta padrão de herança ligada ao cromossomo Y, pois os machos transmitem a característica apenas para os filhos machos.

Anotações:



○ 9. (ENEM) O heredograma mostra a incidência de uma ano-



malia 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:

- a) 0%
- b) 25%
- c) 50%
- d) 67%
- e) 75%

○ 10. (ENEM) 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 com 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 de transmissão dos fatores idealizada por Mendel ocorre entre plantas:

- a) híbridas, de fenótipo dominante, que produzem apenas sementes lisas.
- b) híbridas, de fenótipo dominante, que produzem sementes lisas e rugosas.
- c) de linhagem pura, de fenótipo dominante, que produzem apenas sementes lisas.
- d) de linhagem pura, de fenótipo recessivo, que produzem sementes lisas e rugosas.
- e) de linhagem pura, de fenótipo recessivo, que produzem apenas sementes rugosas.

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

○ 12. (UFSM) Variedades de milho cultivadas pelos indígenas são usadas hoje em cruzamentos, com o objetivo de melhorar a produção de grãos. Considere que a característica baixa estatura é dominante sobre a característica porte elevado e que apenas um loco gênico está envolvido na determinação da estatura das plantas. O resultado para a F1 de um cruzamento de plantas com baixa estatura X plantas com estatura elevada será, se os indivíduos cruzados foram homocigotos para esse loco gênico.

Assinale a alternativa que completa corretamente a lacuna.

- a) 100% com estatura elevada
- b) 100% com estatura baixa
- c) 1/2 com estatura elevada e 1/2 com estatura baixa
- d) 1/4 com estatura elevada
- e) 3/4 com estatura elevada

Anotações:



○ 13. (UFSM) Uma criança de aproximadamente 1 ano, com acentuado atraso psicomotor, é encaminhada pelo pediatra a um geneticista clínico. Este, após alguns exames, constata que a criança possui ausência de enzimas oxidases em uma das organelas celulares. Esse problema pode ser evidenciado no dia a dia, ao se colocar H_2O_2 em ferimentos. No caso dessa criança, a H_2O_2 “não ferve”.

O geneticista clínico explica aos pais que a criança tem uma doença de origem genética, é monogênica com herança autossômica recessiva. Diz também que a doença é muito grave, pois a criança não possui, em um tipo de organela de suas células, as enzimas que deveriam proteger contra a ação dos radicais livres.

Qual é o genótipo dos pais da criança e qual a probabilidade de o casal ter outro filho com essa mesma doença?

- a) AA x aa: 1/8.
- b) Aa x aa: 1/2.
- c) Aa x Aa: 1/4.
- d) Aa x Aa: 1/8.
- e) Aa x aa: 1/4.

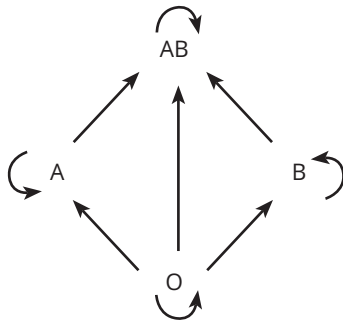


HABILIDADES À PROVA 4

» Genética pós-mendel

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

Grupos sanguíneos	IMC
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 a todos os seus irmãos é de:

- a) 75,0%
- b) 50,0%
- c) 37,5%
- d) 25,0%
- e) 12,5%

○ 2. (ENEM) 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?

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

○ 3. (ENEM 2020) Fenômenos epigenéticos levam a modificações do DNA e das histonas, que influenciam o remodelamento da cromatina e, conseqüentemente, a disponibilização ou não de genes para a transcrição.

ARRUDA, I. T. S. Epigenética. *Genética na Escola*, n. 1, 2015 (adaptado).

Esses fenômenos atuam na:

- a) regulação da expressão gênica.
- b) alteração nas sequências de bases.
- c) correção de mutações em determinados genes.
- d) associação dos ribossomos ao RNA mensageiro.
- e) alteração nas sequências dos aminoácidos das histonas.



HABILIDADES À PROVA 5

» *A Genética dos cromossomos e as mutações*

○ 1. (ENEM) 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, nº 4, 1990 (adaptado).

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

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



HABILIDADES À PROVA 6

» Linkage e genética das populações

○ 1. (ENEM 2021) A sequência de nucleotídeos do RNA mensageiro presentes em um gene de um fungo, constituída de sete códons, está escrita a seguir.

1	2	3	4	5	6	7
AUG	UUU	GUU	CAA	UGU	AGU	UAG

Pesquisadores submetem a sequência a mutações independentes. Sabe-se que os códons UAG e UAA são terminais, ou seja, indicam a interrupção da tradução. Qual mutação produzirá a menor proteína?

- a) Deleção de G no códon 3.
- b) Substituição de C por U no códon 4.
- c) Substituição de G por C no códon 6.
- d) Substituição de A por G no códon 7.
- e) Deleção dos dois primeiros nucleotídeos no códon 5.

○ 2. (ENEM) 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:

- a) aneuploidia do cromossomo sexual X.
- b) poliploidia dos cromossomos autossômicos.
- c) mutação em genes autossômicos com expressão dominante.
- d) substituição no gene da cadeia beta da hemoglobina.
- e) inativação de genes por meio de modificações nas bases nitrogenadas.

○ 3. (ENEM) 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.

○ 4. (ENEM) 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:

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

○ 5. (ENEM 2020) Uma população encontra-se em equilíbrio genético quanto ao sistema ABO, em que 25% dos indivíduos pertencem ao grupo O, e 16%, ao grupo A homocigotos.

Considerando que: p = frequência de IA; q = frequência de IB; e r = frequência de i, espera-se encontrar:

Grupo	Genótipos	Frequências
A	I ^A I ^A e IAi	p ² + 2pr
B	I ^B I ^B e I ^B i	q ² + 2qr
AB	I ^A I ^B	2pq
O	ii	r ²

A porcentagem de doadores compatíveis para alguém do grupo B nessa população deve ser de:

- a) 11%.
- b) 19%.
- c) 26%.
- d) 36%.
- e) 60%.



HABILIDADES À PROVA 7

» Evolução

○ **1. (ENEM)** Alguns anfíbios e répteis são adaptados à vida subterrânea. Nessa situação, apresentam algumas características corporais, como 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:

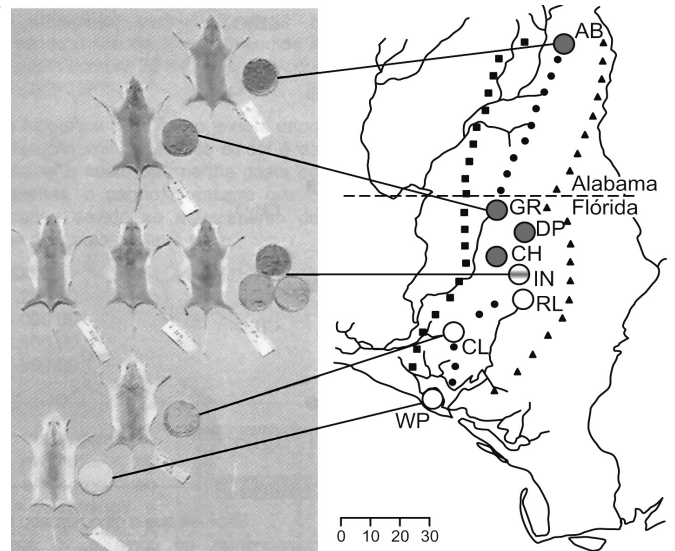
- as características citadas no texto foram originadas pela seleção natural.
- a ausência de olhos teria sido causada pela falta de uso dos mesmos, segundo a lei do uso e desuso.
- o corpo anelado é uma característica fortemente adaptativa, mas transmitida apenas à primeira geração de descendentes.
- 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.

○ **2. (ENEM)** 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 micro-organismos 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 dos caracteres adquiridos aos descendentes.
- futura extinção destes organismos, pois estão mal adaptados.
- seleção de adaptações em função do meio em que vivem.

○ **3. (ENEM)** 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.

○ **4. (ENEM)** As mudanças evolutivas dos organismos resultam de alguns processos comuns à maioria dos seres vivos. É um processo evolutivo comum a plantas e animais vertebrados:

- movimento de indivíduos ou de material genético entre populações, o que reduz a diversidade de genes e cromossomos.
- sobrevivência de indivíduos portadores de determinadas características genéticas em ambientes específicos.
- aparecimento, por geração espontânea, de novos indivíduos adaptados ao ambiente.
- aquisição de características genéticas transmitidas aos descendentes em resposta a mudanças ambientais.
- recombinação de genes presentes em cromossomos do mesmo tipo durante a fase da esporulação.



○ **5. (ENEM)** 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 chances 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.

○ **6. (ENEM)** 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?

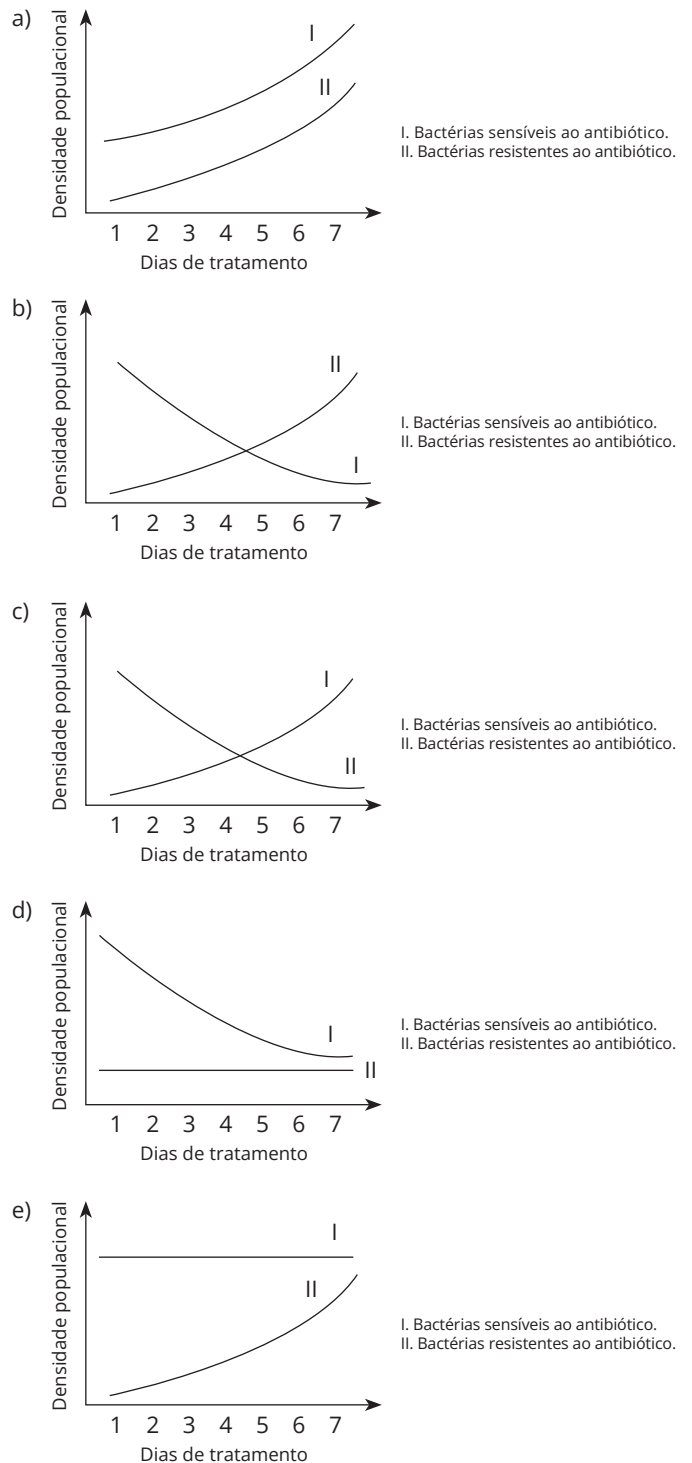
- Mutação.
- Fluxo gênico.
- Seleção natural.
- Deriva genética.
- Equilíbrio de Hardy-Weinerg.

Anotações:

○ **7. (ENEM)** 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, nº 287, nov. 2011 (adaptado).

Qual figura representa o comportamento populacional das bactérias ao longo de uma semana de tratamento com um antibiótico comum?



○ **8. (ENEM)** 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.

○ **9. (ENEM 2020)** Nas últimas décadas vários países, inclusive o Brasil, têm testemunhado uma grande proliferação de bactérias patogênicas, envolvidas em uma variedade de doenças e que apresentam resistência a múltiplos antibióticos. Atualmente têm se destacado as superbactérias que acumulam vários genes determinantes de resistência, a ponto de se tornarem resistentes a praticamente todos os antimicrobianos.

FERREIRA, F. A.; CRUZ, R. S.; FIGUEIREDO, A. M. S. O problema da resistência a antibióticos. *Ciência Hoje*, v.48, n.287, 2011 (adaptado).

Essa resistência tem ocorrido porque os(as):

- bactérias patogênicas se multiplicam de maneira acelerada.
- antibióticos são utilizados pela população de maneira indiscriminada.
- bactérias possuem plasmídeos que contêm genes relacionados à virulência.
- bactérias podem ser transmitidas para um indivíduo utilizando várias estratégias.
- serviços de saúde precários constituem importantes focos de bactérias patogênicas.

○ **10. (ENEM)** 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?

- Mutação.
- Fluxo gênico.
- Seleção natural.
- Deriva genética.
- Equilíbrio de Hardy-Weinberg.

○ **11. (ENEM)** 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?

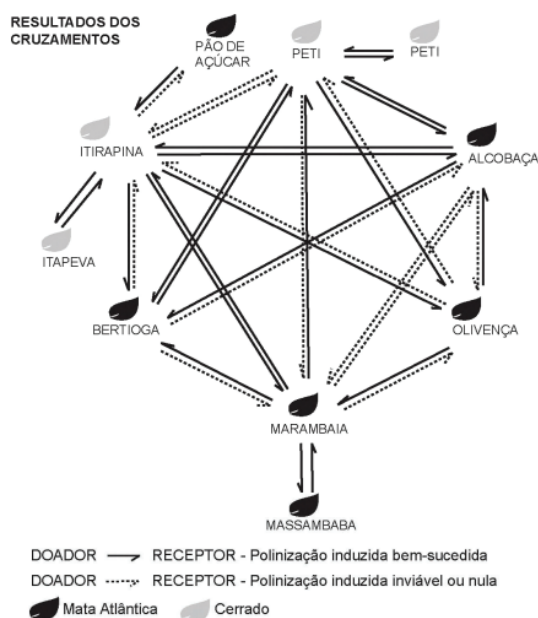
- Expondo frequentemente uma espécie de soja a altas concentrações do herbicida, levando ao desenvolvimento de resistência.
- Cultivando a soja com elevadas concentrações de aminoácidos, induzindo a formação de moléculas relacionadas à resistência.
- Empregando raios X para estimular mutações em uma variedade de soja, produzindo a enzima-alvo resistente ao herbicida.
- Introduzindo na soja um gene específico de outra espécie, possibilitando a produção da enzima de resistência ao herbicida.
- Administrando a enzima-alvo nos fertilizantes utilizados na lavoura, promovendo sua absorção pela espécie cultivada.

○ **12. (ENEM)** 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.

○ **13. (ENEM)** 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 estão 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.



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?

- a) Bertioiga e Marambaia; Alcobaça e Olivença.
- b) Itirapina e Itapeva; Marambaia e Massambaba.
- c) Itirapina e Marambaia; Alcobaça e Itirapina.
- d) Itirapina e Peti; Alcobaça e Marambaia.
- e) Itirapina e Olivença; Marambaia e Peti.

○ 14. (ENEM) 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.

○ 15. (ENEM) “Os progressos da medicina condicionaram a sobrevivência de número cada vez maior de indivíduos com constituições genéticas que só permitem o bem-estar quando seus efeitos são devidamente controlados através de drogas ou procedimentos terapêuticos. São exemplos os diabéticos e os hemofílicos, que só sobrevivem e levam vida relativamente normal ao receberem suplementação de insulina ou do fator VIII da coagulação sanguínea”.

SALZANO, M. Francisco. *Ciência Hoje*: SBPC: 21(125), 1996.

Essas afirmações apontam para aspectos importantes que podem ser relacionados à evolução humana. Pode-se afirmar que, nos termos do texto:

- a) os avanços da medicina minimizam os efeitos da seleção natural sobre as populações.
- b) os usos da insulina e do fator VIII da coagulação sanguínea funcionam como agentes modificadores do genoma humano.
- c) as drogas medicamentosas impedem a transferência do material genético defeituoso ao longo das gerações.
- d) os procedimentos terapêuticos normalizam o genótipo dos hemofílicos e diabéticos.
- e) as intervenções realizadas pela medicina interrompem a evolução biológica do ser humano.

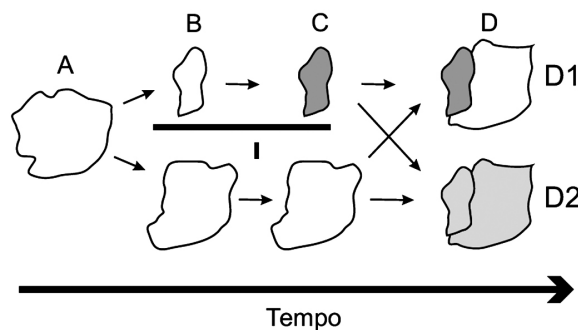
○ 16. (ENEM) Não é de hoje que o homem cria, artificialmente, variedades de peixes por meio da hibridação. Esta é uma técnica muito usada pelos cientistas e pelos piscicultores porque os híbridos resultantes, em geral, apresentam maior valor comercial do que a média de ambas as espécies parentais, além de reduzir a sobrepesca no ambiente natural.

Terra da Gente, ano 4, nº 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.

○ 17. (ENEM 2020) Uma população (momento A) sofre isolamento em duas subpopulações (momento B) por um fator de isolamento (I). Passado um tempo, essas subpopulações apresentam características fenotípicas e genotípicas que as distinguem (momento C), representadas na figura pelas tonalidades de cor. O posterior desaparecimento do fator de isolamento I pode levar, no momento D, às situações D1 e D2.



A representação indica que, no momento D, na situação:

- a) D1 ocorre um novo fator de isolamento geográfico.
- b) D1 existe uma única população distribuída em gradiente.
- c) D1 ocorrem duas populações separadas por isolamento reprodutivo.
- d) D2 coexistem duas populações com características fenotípicas distintas.
- e) D2 foram preservadas as mesmas características fenotípicas da população original A.

○ 18. (ENEM 2020) A fragmentação dos habitats é caracterizada pela formação de ilhas da paisagem original, circundadas por áreas transformadas. Esse tipo de interferência no ambiente ameaça a biodiversidade. Imagine que uma população de onças foi isolada em uma mata pequena. Elas se extinguiriam mesmo sem terem sido abatidas. Diversos componentes da ilha de habitat, como o tamanho, a heterogeneidade, o seu entorno, a sua conectividade e o efeito de borda são determinantes para a persistência ou não das espécies originais.

Uma medida que auxilia na conservação da biodiversidade nas ilhas mencionadas no texto compreende a:

- a) formação de micro-habitats.
- b) ampliação do efeito de borda.
- c) construção de corredores ecológicos.
- d) promoção da sucessão ecológica.
- e) introdução de novas espécies de animais e vegetais.

Anotações:



○ 19. (ENEM) 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.

○ 20. (ENEM 2020) Acredita-se que os olhos evoluíram de órgãos sensores de luz para versões que formam imagens. O olho humano atua como uma câmera, coletando, focando e convertendo a luz em sinal elétrico, que é traduzido em imagens pelo cérebro. Mas em vez de um filme fotográfico, é uma retina que detecta e processa os sinais, utilizando células especializadas. Moluscos cefalópodes (como as lulas) possuem olhos semelhantes aos dos humanos, apesar da distância filogenética.

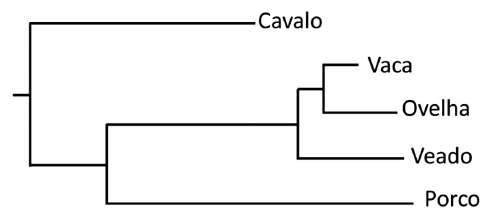
LAMB, T. D. A fascinante evolução do olho: cientistas já têm uma visão clara de como surgiram nossos olhos tão complexos. Scientific American Brasil, ed. 111, ago. 2011 (adaptado).

A comparação dos olhos mencionada representa que tipo de evolução?

- a) Aleatória
- b) Homóloga
- c) Divergente
- d) Progressiva
- e) Convergente

Anotações:

○ 21. (ENEM 2020) Alterações no genoma podem ser ocasionadas por falhas nos mecanismos de cópia e manutenção do DNA, que ocorrem aleatoriamente. Assim, a cada ciclo de replicação do DNA, existe uma taxa de erro mais ou menos constante de troca de nucleotídeos, independente da espécie. Partindo-se desses pressupostos, foi construída uma árvore filogenética de alguns mamíferos, conforme a figura, na qual o comprimento da linha horizontal é proporcional ao tempo de surgimento da espécie a partir de seu ancestral mais próximo.



ALBERTS, B. et al. Biologia molecular da célula. Nova York: Garland Publisher, 2008.

Qual espécie é geneticamente mais semelhante ao seu ancestral mais próximo?

- a) Cavalo
- b) Ovelha
- c) Veado
- d) Porco
- e) Vaca

○ 22. (ENEM 2020) A irradiação e o sucesso evolutivo das angiospermas estão associados à ação de animais que atuam na polinização de suas flores, principalmente os insetos. Nessa relação, os insetos foram e ainda são beneficiados com alimento.

Para as angiospermas, essa coevolução foi vantajosa por:

- a) reduzir a ação dos herbívoros.
- b) reduzir a competição interespecífica.
- c) aumentar sua variabilidade genética.
- d) aumentar a produção de grãos de pólen.
- e) aumentar a independência da água para reprodução.

○ 23. (UFSM) Uma característica marcante na passagem evolutiva de *Australopithecus sp.* para *Homo sapiens* foi o grande desenvolvimento do sistema nervoso, conseqüentemente ocorreu o aprimoramento da comunicação. Em relação à evolução humana,

- a) os mamíferos que mais se assemelham à espécie humana são os pongídeos, família do chimpanzé.
- b) o *Homo erectus* foi o primeiro a fabricar ferramentas de pedra lascada que deviam servir de faca para cortar a carne de animais.
- c) o homem de Neandertal, que se extinguiu há cerca de 30 mil anos, tinha seu cérebro bem menor do que o da espécie humana atual.
- d) o desenvolvimento da capacidade de comunicação não propiciou a evolução cultural.
- e) todos os fósseis atribuídos a ancestrais do homem são de gêneros diferentes.



24. (UFSM) Considerando a informação do texto, "(...) espera-se que essas pragas mantenham-se afastadas dos pomares de vacinas por algum tempo", assinale verdadeira (V) ou falsa (F) em cada uma

das afirmativas a seguir.

() Mais cedo ou mais tarde, através de mutações, as moscas *Anastrepha fralerculus* poderão desenvolver adaptações que permitirão que elas voltem a ser pragas dos pomares de vacinas.

() A recombinação genética poderá reunir, em alguns indivíduos genes que tornem as moscas capazes de utilizar os frutos das novas variedades, favorecendo o crescimento das populações desse inseto nos pomares de vacina.

() Em pouco tempo, as moscas aprenderão a usar os frutos resistentes e poderão transmitir essa habilidade adquirida para seus descendentes.

A sequência correta é

- a) V - V - V.
- b) F - F - V.
- c) V - F - V.
- d) F - V - F.
- e) V - V - F.

25. (UFSM) Quando uma lavoura é pulverizada com herbicida, espera-se que as plantas indesejáveis sejam eliminadas; porém, algumas invasoras podem apresentar certo grau de tolerância ao produto utilizado.

Analise as afirmativas:

I. As plantas que são um pouco tolerantes não morrem e podem-se reproduzir; por isso, na safra seguinte, é provável que existam mais plantas tolerantes.

II. O herbicida atua como um fator seletivo que impede a reprodução da maioria das plantas.

III. As plantas mais adaptadas à presença do herbicida têm a chance de gerar, por recombinação de genes, plantas mais tolerantes ao produto aplicado.

Está(ão) correta(s)

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas I e II.
- d) apenas III.
- e) I, II e III.

26. (UFSM) Na formação de novas espécies, os mecanismos responsáveis, evolutivamente, pelo isolamento reprodutivo podem ser pré-zigóticos (impedem o encontro dos gametas) e pós-zigóticos (impedem a viabilidade ou o desenvolvimento dos descendentes). Complete os parênteses com 1 para os mecanismos pré-zigóticos e 2 para os pós-zigóticos.

() isolamento comportamental ou etológico

() esterilidade do híbrido

() isolamento gamético

() inviabilidade do híbrido

() isolamento ecológico

A sequência correta é

- a) 1 - 2 - 1 - 2 - 1.
- b) 1 - 1 - 2 - 2 - 1.
- c) 2 - 2 - 1 - 1 - 1.
- d) 2 - 1 - 1 - 1 - 2.
- e) 1 - 1 - 2 - 1 - 2.

27. (UFSM) Aproximadamente 30 milhões de hectares do planeta são afetados por sais, e de 0,25 a 0,5 milhão de hectares de área produtiva é perdido a cada ano em função da salinização do solo.

Fonte: FAO, 2002 apud Willadino & Camara, 2010. (adaptado)

A informação apresentada tem preocupado agricultores, ambientalistas e pesquisadores. Em busca de novos cultivares de plantas adaptadas a solos com maior salinidade, pesquisadores do mundo inteiro estão intensificando estudos sobre espécies de plantas halófitas, que são naturalmente adaptadas a altas concentrações de sais no solo. Considerando-se os mecanismos gerais de evolução por seleção natural, apresentados por Darwin e Wallace, é possível inferir:

a) Futuramente, todas as espécies cultivadas estarão adaptadas ao excesso de sais no solo, pois, ao longo do seu crescimento, cada indivíduo realizará adequações metabólicas profundas que garantirão sua sobrevivência.

b) Para que as plantas se adaptem a solos com alta salinidade, basta submetê-las lentamente a doses crescentes de solução salina, estimulando a ocorrência de mutações que as tornarão resistentes.

c) Poderão ocorrer mutações ao acaso em certos indivíduos, algumas delas conferindo resistência à alta salinidade e permitindo maior sucesso reprodutivo dos indivíduos portadores dessa mutação nos solos com alta salinidade, em comparação com aqueles indivíduos não portadores da mutação.

d) Poderão ocorrer mutações específicas, causadas pelo excesso de sais, que serão direcionadas pela planta para resistência à alta salinidade.

e) É inútil procurar novas plantas adaptadas à alta salinidade do solo além das já conhecidas, pois as espécies são imutáveis.



HABILIDADES À PROVA 8

» **Ecologia: conceitos, estudo das populações e das comunidades**

○ **1. (ENEM)** 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, nº 174, nov. 2006 (adaptado).

Essa descrição sobre o tamanduá diz respeito ao seu:

- a) *habitat*.
- b) biótopo.
- c) nível trófico.
- d) nicho ecológico.
- e) potencial biótico.

○ **2. (ENEM 2020)** Gralha-do-cerrado (*Cyanocorax cristatellus*) é uma espécie de ave que tem um característico topete frontal alongado, plumagem azul-escura, parte posterior do pescoço e garganta pretos, barriga e ponta da cauda brancas.

Alcança até 35 centímetros de comprimento. A espécie é onívora, e sua ampla dieta inclui frutos, insetos, sementes, pequenos répteis e ovos de outras espécies de aves.

SICK, H. Ornitologia brasileira. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997 (adaptado).

Além das características morfológicas do animal, a descrição da gralha-do-cerrado diz respeito a seu:

- a) *hábitat*.
- b) ecótopo.
- c) nível trófico.
- d) nicho ecológico.
- e) ecossistema.

○ **4. (ENEM)** No quadro estão apresentadas informações sobre duas estratégias de sobrevivência que podem ser adotadas por algumas espécies de seres vivos.

	Estratégia 1	Estratégia 2
Habitat	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?

- a) Estratégia 1, pois essas espécies produzem descendentes pequenos, o que diminui a competição com outras espécies.
- b) Estratégia 2, pois essas espécies têm uma longa duração da vida, o que favorece a produção de muitos descendentes.
- c) Estratégia 1, pois essas espécies apresentam um elevado potencial biótico, o que facilita a rápida recolonização da área desmatada.
- d) Estratégia 2, pois essas espécies estão adaptadas a *habitats* mais estáveis, o que corresponde ao ambiente de uma área desmatada.
- e) Estratégia 2, pois essas espécies apresentam um tamanho populacional constante, o que propicia uma recolonização mais estável da área desmatada.

○ **3. (ENEM)** 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 a 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



○ **5. (ENEM 2021)** A curcumina, uma das substâncias que confere a cor alaranjada ao açafrão, pode auxiliar no combate à dengue quando adicionada à água de criadouros do mosquito transmissor. Essa substância acumula-se no intestino do inseto após ser ingerida com a água do criadouro e, quando ativada pela luz, induz a produção de espécies reativas de oxigênio que danificam de forma fatal o tecido do tubo digestório.

TOLEDO, K. Corante extraído do açafrão pode ser útil no combate à dengue. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br>. Acesso em: 25 abr. 2015 (adaptado).

A forma de combate relatada tem como atividade o(a):

- a) morte do indivíduo adulto.
- b) redução da eclosão dos ovos.
- c) comprometimento da metamorfose.
- d) impedimento do desenvolvimento da larva.
- e) repelência da forma transmissora da doença.

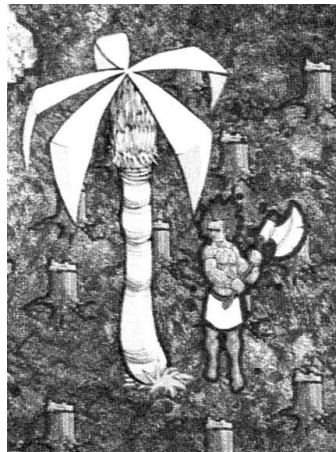
○ **6. (UFN)** Considere as seguintes afirmações sobre conceitos utilizados em Ecologia.

- I. Nicho ecológico refere-se às atividades que o organismo desempenha no ecossistema.
- II. Denomina-se biótopo a região de transição entre duas comunidades ou entre dois ecossistemas.
- III. População é um grupo de organismos da mesma espécie ocupante de uma determinada área em um determinado tempo.
- IV. Os níveis tróficos de um ecossistema estão ligados por associações predador-presa, exercendo papel regulador no tamanho das populações.

Estão corretas apenas:

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

○ **7. (UFSM)** Em Ecologia, o termo que define o conjunto das palmeiras da mesma espécie da ilha de Páscoa é



- a) bioma.
- b) comunidade.
- c) biomassa.
- d) população.
- e) ecossistema.

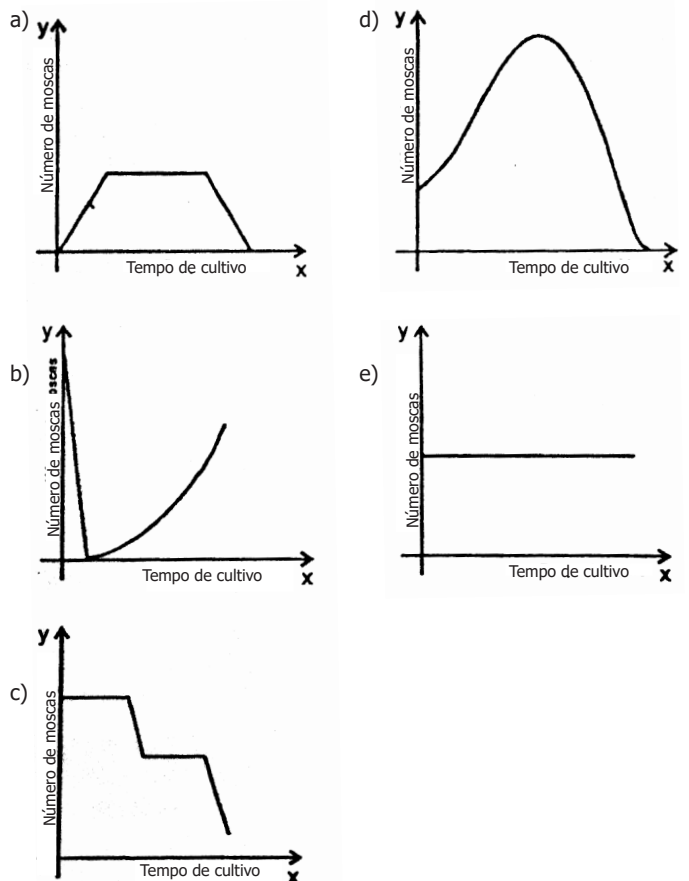
○ **8. (UFSM)** O Rio Grande do Sul compreende comunidades animais e vegetais de origens variadas, desde componentes da Floresta Atlântica até os de Campos (Pampa). Sobre as biotas que compõem as diversas comunidades nos diferentes biomas do Brasil, assinale a afirmativa INCORRETA.

- a) A Mata dos Cocais se localiza nos estados do Maranhão e do Piauí e é formada por vários tipos de palmeiras, entre elas a carnaúba, o babaçu e o buriti.
- b) Ecótono é o local onde a comunidade encontra seu clímax, havendo aumento na competição entre as espécies.
- c) Equivalentes ecológicos são espécies com nichos semelhantes e que vivem em regiões diferentes, como as Florestas Amazônica e Equatorial Africana.

d) As características dos biomas são principalmente reguladas pela pluviosidade e, portanto, as florestas, como a Floresta Atlântica, são mais ricas em espécies do que os Campos ou Pampas.

e) As comunidades crescem e evoluem por etapas, a partir da instalação da comunidade pioneira, e esse processo, que envolve substituição de comunidades por outras, é chamado de "sucessão ecológica".

○ **9. (UFSM)** Considere que, sob ação da seleção natural, a mosca *Anastrepha fraterculus* tenderá a desenvolver adaptações progressivas para explorar, de modo cada vez mais eficiente, as cerejas resistentes mencionadas no texto. Qual dos gráficos representa, corretamente, o que deverá acontecer com a população da mosca após o início do cultivo das cerejeiras que produzem frutos resistentes?



A questão de número 10 está baseada em trechos adaptados da reportagem "Por que morrem as civilizações" (Revista SuperInteressante, 06/2005), abaixo.

Para o biólogo americano que investiga as razões para o desaparecimento de sociedades, o declínio da civilização da ilha de Páscoa, no século XV, é um exemplo clássico de exploração dos recursos naturais até que se esgotem - ecocídio.

Os nativos da ilha tinham tanta madeira, que se davam ao luxo de empregar grande parte de seus recursos na construção dos moais, estátuas gigantescas, até que as últimas árvores foram derrubadas, e com elas, caiu a civilização.

Pela análise do pólen conservado no fundo dos pântanos, os cientistas descobriram que, quando os primeiros polinésios chegaram à ilha, há 1.400 anos, encontraram 166 km² de floresta subtropical, um pequeno paraíso.

○ 10. (UFSM) Se X representasse o número de polinésios da ilha há 1.400 anos, a razão $X/166 \text{ km}^2$ representaria um dos fatores que caracterizam as populações, o(a)

- a) densidade populacional.
- b) taxa de natalidade.
- c) taxa de migração.
- d) taxa de imigração.
- e) tamanho populacional.

○ 11. (ENEM) 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:

- a) da população de copépodos em decorrência da diminuição do estoque de sardinhas.
- b) da população de atuns em consequência da diminuição da população de sardinhas.
- c) da quantidade de fitoplâncton devido à redução no estoque de copépodos.
- d) do estoque de copépodos em função do aumento da população de atuns.
- e) da população de atuns pelo aumento da população de copépodos.

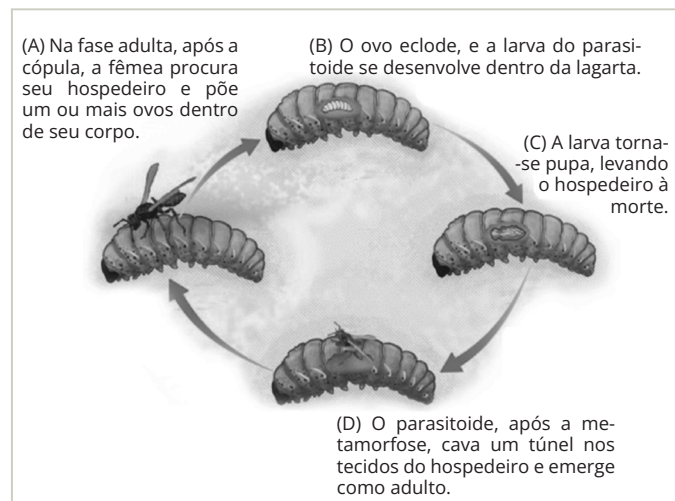
○ 12. (ENEM) Bioindicador ou indicador biológico é uma espécie ou grupo de espécies que reflete o estado biótico ou abiótico de um meio ambiente, o impacto produzido sobre um *habitat*, comunidade ou ecossistema, entre outras funções. A posição trófica do organismo bioindicador é uma das características 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:

- a) algas.
- b) peixes.
- c) baleias.
- d) camarões.
- e) anêmonas.

○ 13. (ENEM) 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.



SANTO, M. M. E.; FÁRIA, M. L. Parasitoides: insetos benéficos e cruéis. *Ciência Hoje*. V. 49. nº 291. abr. 2012 (adaptado).

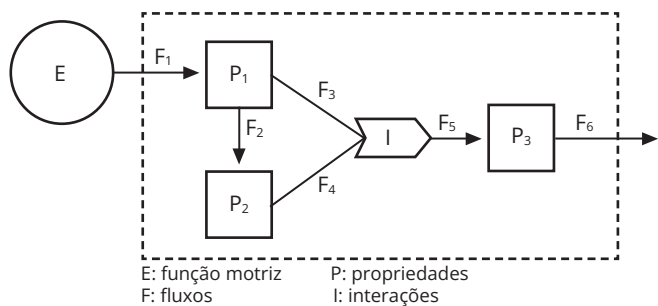
Ciclo de vida de um inseto, parasitoide de lagartas.

A forma larval do parasitoide assume qual papel nessa cadeia alimentar?

- a) consumidor primário, pois ataca diretamente uma espécie herbívora.
- b) consumidor secundário, pois se alimenta diretamente dos tecidos da lagarta.
- c) organismo heterótrofo de primeira ordem, pois se alimenta de pólen na fase adulta.
- d) organismo heterótrofo de segunda ordem, pois apresenta o maior nível energético na cadeia.
- e) decompositor, pois se alimenta de tecidos do interior do corpo da lagarta e a leva à morte.



○ 14. (ENEM) 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.

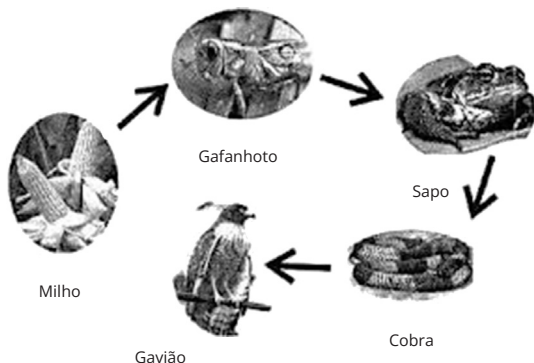


Adaptado de: ODUM, E. P. Ecologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

A função interativa I representa a proporção de:

- a) herbivoria entre P_1 e P_2 .
- b) polinização entre P_1 e P_2 .
- c) P_3 utilizada na alimentação de P_1 e P_2 .
- d) P_1 e P_2 utilizada na alimentação de P_3 .
- e) energia de P_1 e de P_2 que saem do sistema.

○ 15. (ENEM) 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):

- a) sapo, devido ao tempo de vida ser longo, acumulando maior quantidade de compostos tóxicos ao longo da vida.
- b) cobra, devido à digestão lenta dos alimentos, resultando na concentração dos compostos tóxicos neste organismo.
- c) gafanhoto, devido ao elevado consumo de milho, resultando em altas concentrações dos compostos tóxicos no seu organismo.
- d) milho, devido à aplicação direta de defensivo na gramínea, gerando altas concentrações de compostos tóxicos em toda a planta.
- e) gavião, devido à acumulação de compostos tóxicos ao longo da cadeia alimentar, resultando nas maiores concentrações neste organismo.

○ 16. (ENEM) 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:

- a) consumidores terciários, em função da elevada disponibilidade de consumidores secundários.
- b) consumidores primários, em função da ausência de consumidores secundários.
- c) consumidores secundários, em função da ausência de consumidores primários.
- d) consumidores terciários, em função da elevada disponibilidade de produtores.
- e) consumidores primários, em função do aumento de produtores.

○ 17. (ENEM)



clubedamafalda.blogspot.com

A posição ocupada pela vaca, na interação apresentada na tirinha, a caracteriza como:

- a) produtora.
- b) consumidora primária.
- c) consumidora secundária.
- d) consumidora terciária.
- e) decompositora.



○ 18. (ENEM) 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:

- a) facilidade em digerir todas as plantas desses locais.
- b) interação com as plantas hospedeiras da família *Apocinaceae*.
- c) adaptação para se alimentar de todas as plantas locais.
- d) voracidade indiscriminada por todas as plantas existentes nesses locais.
- e) especificidade pelas plantas da família *Solanaceae* existentes nesses locais.

○ 19. (ENEM) 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).

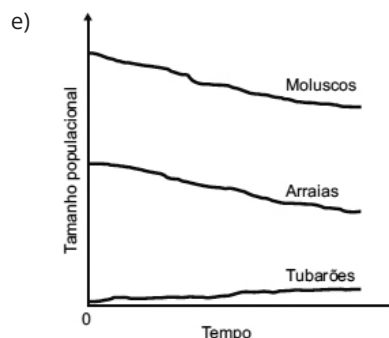
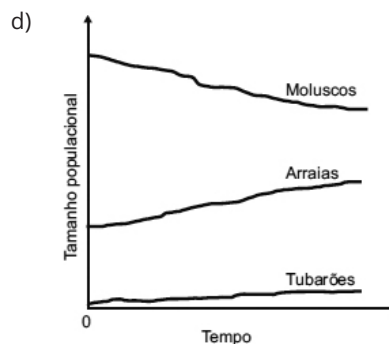
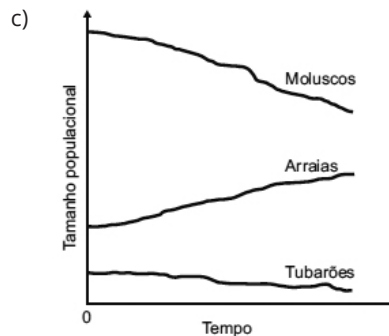
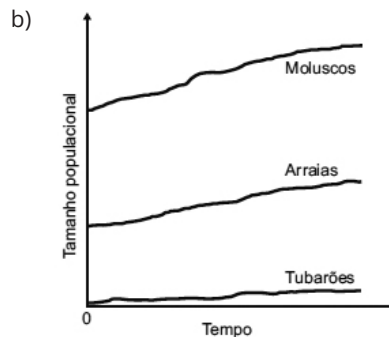
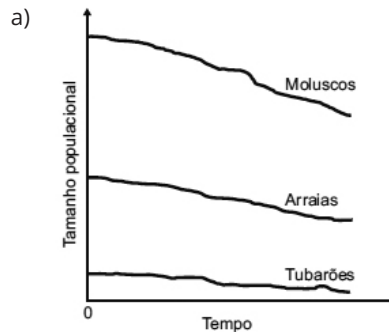
Os botos-cinza acumulam maior concentração dessas substâncias porque:

- 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

○ 20. (ENEM) 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 asteróide. 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)?



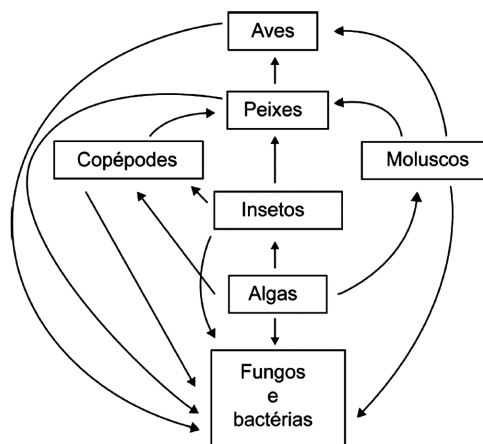
○ 21. (ENEM 2020) Metais são contaminantes encontrados em efluentes oriundos de diversas atividades antrópicas. Dentre esses, o mercúrio (Hg) é aquele que apresenta a maior toxicidade e o único metal que reconhecidamente causou óbitos em humanos em razão de contaminação pela via ambiental, particularmente pela ingestão de organismos aquáticos contaminados. Considere que, em um ecossistema aquático cujas águas foram contaminadas por mercúrio, esse metal será incorporado pelos organismos integrantes de toda a cadeia alimentar nos diferentes níveis tróficos.

LACERDA, L. D.; MALM, O. Contaminação por mercúrio em ecossistemas aquáticos: uma análise das áreas críticas. Estudos Avançados, n. 63, 2008 (adaptado).

Na situação apresentada, as concentrações relativas de mercúrio encontradas nos organismos serão:

- a) mais altas nos produtores do que nos decompositores.
- b) iguais para todos nos diferentes níveis tróficos da cadeia alimentar.
- c) mais baixas nos consumidores secundários e terciários do que nos produtores.
- d) mais altas nos consumidores primários do que nos consumidores de maior ordem.
- e) mais baixas nos de níveis tróficos de menor ordem do que nos de níveis tróficos mais altos

○ 22. (ENEM 2020) Em um ecossistema, é observada a seguinte teia alimentar:



O menor nível trófico ocupado pelas aves é aquele do qual elas participam como consumidores de:

- a) primeira ordem.
- b) segunda ordem.
- c) terceira ordem.
- d) quarta ordem.
- e) quinta ordem.

○ 23. (ENEM 2020) As tintas anti-incrustantes impedem que qualquer forma de vida se incruste às superfícies submersas de embarcações no mar. Essas tintas, a partir da década de 1960, apresentavam em sua formulação o composto tributilestanho (TBT), uma das substâncias mais tóxicas produzidas pelo homem, que se acumula na cadeia alimentar, afetando principalmente os moluscos. No quadro estão apresentadas cinco cadeias alimentares contendo moluscos. Considere que a concentração de TBT no início da cadeia é a mesma.

Cadeia alimentar	
1	alga → mexilhão → estrela-do-mar → lagosta → peixe menor → peixe maior
2	alga → microcrustáceo → anêmona-do-mar → caracol marinho → caranguejo → ave aquática
3	alga → hidromedusa → ostra → estrela-do-mar → peixe → tubarão
4	cianobactéria → larva de equinodermo → camarão → lagosta → lula → homem
5	cianobactéria → protozoário → esponja → estrela-do-mar → peixe → polvo

KUGLER, H. No silêncio dos mares: substância altamente tóxica é usada de forma ilegal na costa brasileira. Ciência Hoje, n. 311, 2014 (adaptado).

Espera-se encontrar maior concentração de TBT no molusco da cadeia:

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

○ 24. (ENEM 2021) O rompimento da barragem de rejeitos de mineração no município mineiro de Mariana e o derramamento de produtos tóxicos nas águas do Rio Doce, ocorridos em 2015, ainda têm consequências para os organismos que habitam o Parque Nacional Marinho de Abrolhos, localizado a mais de 1 000 quilômetros de distância. Esse desastre ambiental afetou o fitoplâncton, as esponjas, as algas macroscópicas, os peixes herbívoros e os golfinhos.

FRAINER, G.; SICILIANO, S.; TAVARES, D. C. Franciscana calls for help: [...]. International Whaling Commission, Conference Paper, jun. 2016 (adaptado).

Concentrações mais elevadas dos compostos citados são encontradas em:

- a) esponjas.
- b) golfinhos.
- c) fitoplâncton.
- d) peixes herbívoros.
- e) algas macroscópicas.



○ **25. (ENEM 2020)** Plantas pioneiras são as que iniciam o processo natural de cicatrização de uma área desprovida de vegetação. Em geral, têm pequeno porte e crescem muito rápido, desenvolvem-se a pleno sol e são pouco exigentes quanto às condições do solo. Produzem grande quantidade de sementes e possuem ciclo de vida curto.

BLUM, C. T. Lista preliminar de espécies vegetais pioneiras nativas do Paraná – versão 2008. Disponível em: www.chaua.org.br. Acesso em: 10 fev. 2015.

Essas plantas são importantes em um projeto de restauração ambiental, pois promovem, no solo:

- a) aumento da incidência de luz solar.
- b) diminuição da absorção de água.
- c) estabilização da umidade.
- d) elevação de temperatura.
- e) liberação de oxigênio.

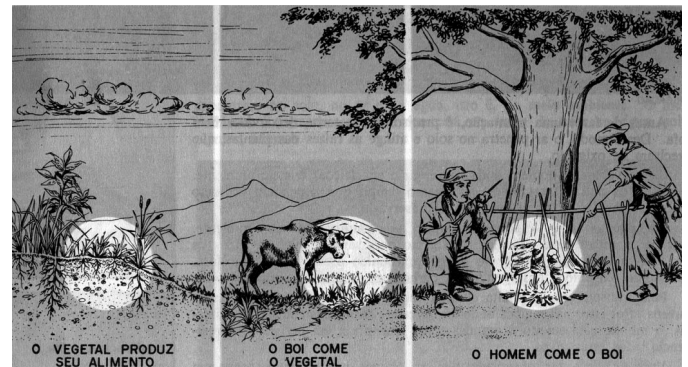
○ **26. (UFSM)** Se fosse possível fazer um controle biológico nas plantações das cerejas-vacina, introduzindo uma espécie de sapo predador das moscas *Anastrepha fraterculus*, como você classificaria os organismos da cadeia trófica formada? O sapo, a mosca *Anastrepha fraterculus* e a planta de cereja-vacina seriam, respectivamente,

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

Anotações:

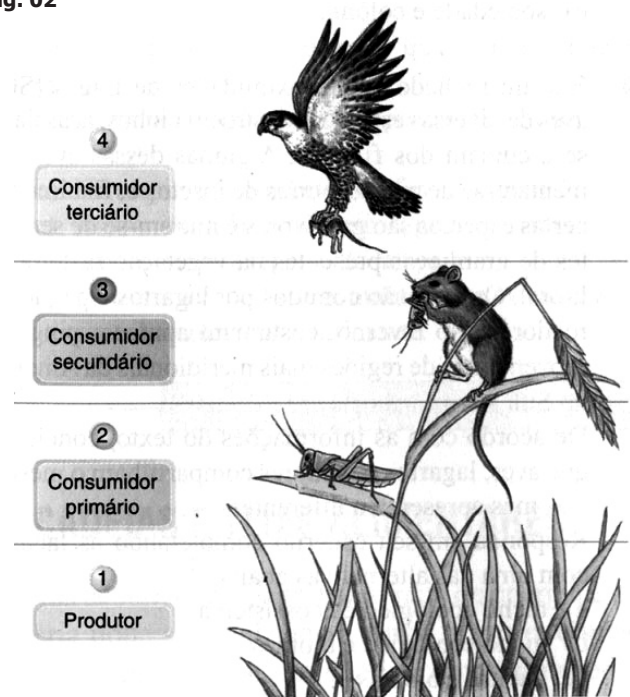
As figuras a seguir são relacionadas com as questões 27 e 28.

Fig. 01



BARROS, C. Os Seres Vivos. São Paulo: Ática, 1983. p. 10.

Fig. 02



○ **27. (UFSM)** A Fig. 01 ilustra um texto sobre o perigo do desequilíbrio ecológico, uma vez que há inter-relação entre os seres vivos. Mais de 20 anos depois, após avanços nos conceitos ecológicos, o mesmo processo é ilustrado, em outro livro (Fig. 02), como um exemplo de

- a) cadeia alimentar.
- b) teia alimentar.
- c) pirâmide de números.
- d) pirâmide de biomassa.
- e) produtividade primária bruta.

○ **28. (UFSM)** Assinale a alternativa correta em relação às figuras 01 e 02.

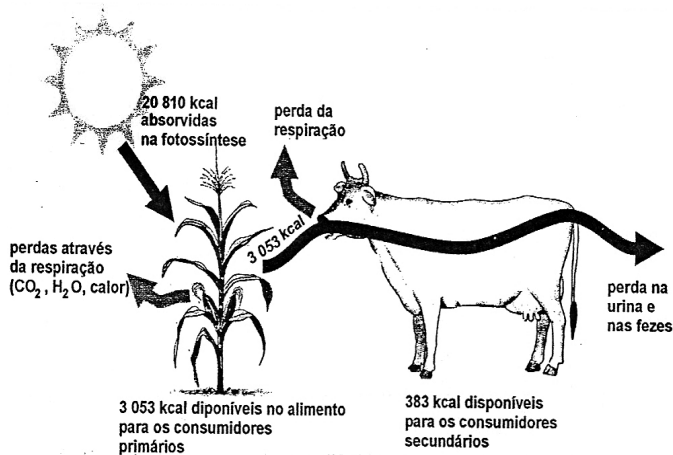
- a) O rato está no mesmo nível trófico dos homens - são consumidores secundários.
- b) O pássaro está no mesmo nível trófico dos homens - são consumidores terciários.
- c) Os homens são decompositores.
- d) Se a figura 01 começasse com o boi, ele seria o produtor.
- e) O boi é um consumidor secundário.



○ 29. (UFSM) Sobre noções de ecossistemas e fatores reguladores, assinale a alternativa correta.

- a) A temperatura ambiental é uma condição ecológica decisiva na distribuição dos seres vivos pelo planeta, pois poucas espécies conseguem viver em ambientes extremamente quentes ou frios.
- b) Comunidade biológica é um conjunto de seres da mesma espécie que vive em determinada área geográfica.
- c) Quando duas espécies de uma biocenose exploram nichos ecológicos diferentes, estabelece-se entre elas uma relação de competição.
- d) A competição entre duas espécies leva sempre uma delas à extinção.
- e) Os princípios que definem um ecossistema se aplicam apenas a pequenas escalas ambientais, como ocorre no nível de população, comunidade local ou hábitat.

○ 30. (UFSM) Observe a figura a seguir.



LINHARES, S. e GEWANDSZNAJDER, E. Biologia hoje. Os seres vivos. São Paulo: Ática, 2003. p. 247. adaptado.

Ela representa um esquema de

- a) teia alimentar.
- b) fluxo de energia num ecossistema.
- c) sucessão ecológica.
- d) cadeia alimentar com três níveis tróficos.
- e) fluxo de biomassa num ecossistema.

○ 31. (UFSM) Observando a população de roedores silvestres, a pesquisadora Milena identificou a cadeia alimentar da qual esses animais fazem parte, descobrindo que os roedores alimentam-se exclusivamente de sementes duras de três espécies de plantas nativas diferentes. Os animais coletam as sementes caídas no solo e as transportam para as suas tocas, onde as usam como alimento. Durante esse percurso, muitas sementes caem pelo caminho e algumas delas germinam, de forma que os roedores ajudam na sua dispersão. Como predadores, esses animais têm duas espécies de serpentes e uma de lagarto que ocorrem na região. Entretanto, ao longo dos últimos anos, com a expansão da área urbana próxima ao habitat dessa comunidade, Milena notou uma diminuição considerável no número de predadores, ao mesmo tempo em que o desmatamento da região eliminou boa parte das plantas cujas sementes servem de alimento aos roedores.

Com base nessas observações, Milena está preocupada com as consequências futuras das modificações introduzidas pela ação humana naquele ambiente. Considerando a situação exposta e os organismos citados, e desconsiderando fatores não mencionados acima, um efeito possível de ser observado futuramente é

- a) o aumento do número de consumidores secundários, devido à diminuição do número de consumidores primários.
- b) o aumento da população de produtores, devido à dispersão causada pelos consumidores secundários.
- c) a extinção dos consumidores terciários, causada pela ausência de alimentos.
- d) o desequilíbrio em toda a cadeia trófica, podendo resultar em extinção local de uma ou mais espécies envolvidas na cadeia.
- e) o aumento do tamanho corporal dos roedores devido à disponibilidade alta de alimentos.



» Ciclos biogeoquímicos e os desequilíbrios ambientais

1. (ENEM) 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.

2. (ENEM)

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
Entonce 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.

3. (ENEM) 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.

4. (ENEM) 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.

5. (ENEM) 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.

6. (ENEM) 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:

- a) construção, nas pequenas propriedades, de grandes fornos elétricos para torrar a mandioca.
- b) plantação, em suas propriedades, de árvores para serem utilizadas na produção de lenha.
- c) permissão, por parte do Ibama, da exploração da Mata Atlântica apenas pelos pequenos produtores.



○ **7. (ENEM)** A questão ambiental, uma das principais pautas contemporâneas, possibilitou o surgimento de concepções políticas diversas, dentre as quais se destaca a preservação ambiental, que sugere uma ideia de intocabilidade da natureza e impede o seu aproveitamento econômico sob qualquer justificativa.

PORTO-GONÇALVES, C. W. A globalização da natureza e a natureza da globalização. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006 (adaptado).

Considerando as atuais concepções políticas sobre a questão ambiental, a dinâmica caracterizada no texto quanto à proteção do meio ambiente está baseada na:

- prática econômica sustentável.
- contenção de impactos ambientais.
- utilização progressiva dos recursos naturais.
- proibição permanente da exploração da natureza.
- definição de áreas prioritárias para a exploração econômica.

○ **8. (ENEM 2020)** Um anatomista vegetal, examinando os tecidos de uma espécie de angiosperma, evidenciou a presença de:

- epiderme com cutícula fina;
- aerênquima bem desenvolvido;
- feixes vasculares pouco desenvolvidos;
- estômatos na face superior das folhas.

Em que local pode ser encontrado esse vegetal?

- Em uma restinga, ambiente com solo arenoso e alta luminosidade.
- Em um ambiente aquático, onde há grande disponibilidade hídrica.
- No cerrado, ambiente com solo pobre em nutrientes e sujeito a queimadas.
- Em uma floresta, ambiente com boa disponibilidade hídrica e rica diversidade.
- Em um afloramento rochoso, ambiente com pouco solo e muita luminosidade.

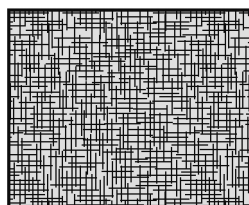
○ **9 (ENEM)** Segundo o pensamento religioso de Padre Cícero Romão Batista (1844-1934), a ação humana do camponês sobre a natureza deveria seguir alguns princípios norteadores, os quais ficaram conhecidos na cultura popular brasileira como "os preceitos ecológicos do Padre Cícero". Entre esses preceitos, 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.

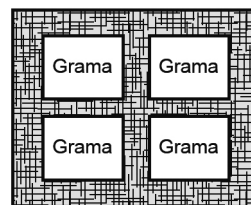
Comparando o pensamento do Padre Cícero com o atual conhecimento científico, pode-se encontrar elementos de convergência, já que a prática citada contribui primariamente para evitar (o):

- erosão.
- salinização.
- eutrofização.
- assoreamento.
- desertificação.

○ **10. (ENEM)** 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.

○ **11. (ENEM)** O manejo adequado do solo possibilita a manutenção de sua fertilidade à medida que as trocas de nutrientes entre matéria orgânica, água, solo e ar são mantidas para garantir a produção. Algumas espécies iônicas de alumínio são tóxicas, não só para a planta, mas para muitos organismos como as bactérias responsáveis pelas transformações no ciclo do nitrogênio. O alumínio danifica as membranas das células das raízes e restringe a expansão de suas paredes, com isso, a planta não cresce adequadamente. Para promover benefícios para a produção agrícola, é recomendada a remediação do solo utilizando calcário.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. Elementos da natureza e propriedades dos solos. Porto Alegre: Bookman, 2013 (adaptado)

Essa remediação promove no solo o(a):

- diminuição do pH, deixando-o fértil.
- solubilização do alumínio, ocorrendo sua lixiviação pela chuva.
- interação do íon cálcio com o íon alumínio, produzindo uma liga metálica.
- reação do carbonato de cálcio com os íons alumínio, formando alumínio metálico.
- aumento da sua alcalinidade, tornando os íons alumínio menos disponíveis.



○ **12. (ENEM)** O concreto utilizado na construção civil é um material formado por cimento misturado a areia, a brita e a água. A areia é normalmente extraída de leitos de rios, e a brita, oriunda da fragmentação de rochas. Impactos ambientais gerados no uso do concreto estão associados à extração de recursos minerais e ao descarte indiscriminado desse material. Na tentativa de reverter esse quadro, foi proposta a utilização de concreto reciclado moído em substituição ao particulado rochoso graúdo na fabricação de novo concreto, obtendo um material com as mesmas propriedades que o anterior.

O benefício ambiental gerado nessa proposta é a redução do(a):

- a) extração da brita.
- b) extração de areia.
- c) consumo de água.
- d) consumo de concreto.
- e) fabricação de cimento.

○ **13. (ENEM 2020)** Pesquisadores delimitaram Unidades Evolutivas Significativas (UES) de cinco espécies pertencentes a diferentes grupos de vertebrados, distribuídos em oito áreas distintas, como mostra o quadro. Cada UES representa uma população isolada histórica e geneticamente diferenciada e apresenta prioridade para manejo e conservação.

Área	Espécie pertencente ao grupo				
	Anfíbio	Ave	Lagarto	Morcego	Roedor
1	UES5	UES2	UES1	UES1	UES3
2	UES3	UES1	UES2	UES1	UES2
3	UES3	UES2	UES2	UES1	UES2
4	UES4	UES3	UES3	UES2	UES3
5	UES1	UES3	UES4	UES2	UES1
6	UES2	UES3	UES4	UES2	UES1
7	UES5	UES2	UES1	UES1	UES2
8	UES2	UES1	UES3	UES1	UES3

MIRANDA, N. E. O.; ALMEIDA JR., E. B.; COLLEVATTI, R. G. Priorizando áreas para a conservação com base em Unidades Evolutivas Significativas (ESU). *Genética na Escola*, n.1, 2015 (adaptado).

Considerando a área 4, a espécie que terá prioridade nas estratégias de conservação pertence a que grupo?

- a) Ave
- b) Anfíbio
- c) Roedor
- d) Lagarto
- e) Morcego

○ **14. (ENEM 2020)** Considere um banco de dados (Quadro 1) que apresenta sequências hipotéticas de DNA de duas áreas de extrativismo permitido (A1 e A2) e duas áreas de conservação (B1 e B2). Um órgão de fiscalização ambiental recebeu uma denúncia anônima de que cinco lojas moveleiras (1, 2, 3, 4 e 5) estariam comercializando produtos fabricados com madeira oriunda de áreas onde a extração é proibida. As sequências de DNA das amostras dos lotes apreendidos nas lojas moveleiras foram determinadas (Quadro 2).

Quadro 1

Áreas	Sequências de DNA
A1 – Extrativismo	TCC TAA TTG AAA
	TCC TAA CTG AGA
A2 - Extrativismo	TCC TAA TGT CAC
	TCC AAA TTG CAC
B1 - Conservação	TCC AAA TTT CAC
	TCC TAA TGT CAC
B2 - Conservação	TCC TAA CTG AGA
	TCC AAA TTT CAC

Quadro 2

Amostras	Sequências de DNA
1	TCC TAA CTG AGA
2	TCC TAA TTG AAA
3	TCC TAA TGT CAC
4	TCC AAA TTG CAC
5	TCC AAA TTT CAC

MIRANDA, N. E. O.; ALMEIDA JÚNIOR, E. B. A.; COLLEVATTI, R. G. A genética contra os crimes ambientais: identificação de madeira ilegal proveniente de unidades de conservação utilizando marcador molecular. *Genética na Escola*, v. 9, n. 2, 2014 (adaptado).

Qual loja moveleira comercializa madeira exclusivamente de forma ilegal?

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



○ **15. (ENEM 2020)** Os impactos ambientais das usinas hidrelétricas são motivo de polêmica nas discussões sobre desenvolvimento sustentável. Embora usualmente relacionadas ao conceito de “energia limpa” ou associadas à ideia de “sustentabilidade”, essas usinas podem causar vários problemas ambientais. Destaca-se a proliferação de determinadas espécies aquáticas em relação a outras, ocasionando a perda de diversidade das comunidades de peixes (ictiofauna) do local.

Disponível em: <http://ciencia.hsw.com.br>. Acesso em: 25 mar. 2013 (adaptado).

Em um primeiro momento, as mudanças na composição dessas comunidades devem-se:

- a) às alterações nos habitats causadas pela construção das barragens.
- b) à poluição das águas por substâncias liberadas no funcionamento da usina.
- c) ao aumento da concentração de CO₂ na água produzido pelo represamento do rio.
- d) às emissões de gases de efeito estufa pela decomposição da matéria orgânica submersa.
- e) aos impactos nas margens da barragem em função da pressão exercida pela água represada.

○ **16. (ENEM)** 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:

- a) aumentar o volume do lixo incinerado para aumentar a produção de energia elétrica.
- b) fomentar o uso de filtros nas chaminés dos incineradores para diminuir a poluição do ar.
- c) aumentar o volume do lixo para baratear os custos operacionais relacionados ao processo.
- d) fomentar a coleta seletiva de lixo nas cidades para aumentar o volume de lixo incinerado.
- e) diminuir a temperatura de incineração do lixo para produzir maior quantidade de energia elétrica.

○ **17. (ENEM)** O potencial brasileiro para transformar lixo em energia permanece subutilizado – apenas pequena parte dos resíduos brasileiros é utilizada para gerar energia. Contudo, bons exemplos são os aterros sanitários, que utilizam a principal fonte de energia ali produzida. Alguns aterros vendem créditos de carbono com base no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), do Protocolo de Kyoto.

Essa fonte de energia subutilizada, citada no texto, é o:

- a) etanol, obtido a partir da decomposição da matéria orgânica por bactérias.
- b) gás natural, formado pela ação de fungos decompositores de matéria orgânica.
- c) óleo de xisto, obtido pela decomposição de matéria orgânica pelas bactérias anaeróbias.
- d) gás metano, obtido pela atividade de bactérias anaeróbias na decomposição da matéria orgânica.
- e) gás liquefeito de petróleo, obtido pela decomposição de vegetais presentes nos restos de comida.

○ **18. (ENEM)** 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 ambiental 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.

Do ponto de vista ambiental, a destinação final apropriada para esses produtos é:

- a) direcionar as pilhas e as baterias para compostagem.
- b) colocar as pilhas e as baterias em um coletor de lixo seletivo.
- c) enviar as pilhas e as baterias usadas para firmas de recarga.
- d) acumular as pilhas e as baterias em armazéns de estocagem.
- e) destinar as pilhas e as baterias à reutilização de seus componentes.

○ **19. (ENEM)** 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 é resultante de qual processo desempenhado pelas larvas do bicho-da-farinha?

- a) Bioindicação.
- b) Biomarcação.
- c) Biodegradação.
- d) Bioacumulação.
- e) Biomonitoramento.

○ **20. (ENEM)** Para que se faça a reciclagem das latas de alumínio, são necessárias algumas ações, entre elas:

- 1) recolher as latas e separá-las de outros materiais diferentes do alumínio por catação;
- 2) colocar as latas em uma máquina que separa as mais leves das mais pesadas por meio de um intenso jato de ar;
- 3) retirar, por ação magnética, os objetos restantes que contêm ferro em sua composição.

As ações indicadas possuem em comum o fato de:

- a) exigirem o fornecimento de calor.
- b) fazerem uso da energia luminosa.
- c) necessitarem da ação humana direta.
- d) serem relacionadas a uma corrente elétrica.
- e) ocorrerem sob a realização de trabalho de uma força.



○ **21. (ENEM)** 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, nº 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 a água e o gás carbônico.

○ **22. (ENEM)** No Brasil e no mundo, têm surgido movimentos e leis para banir o uso de sacolas plásticas, em supermercados, feitas de polietileno. Obtida a partir do petróleo, a matéria-prima do polietileno é o gás etileno, que, depois de polimerizado, dá origem ao plástico, composto essencialmente formado pela repetição de grupos $-CH_2-$. O principal motivo do banimento é a poluição, pois se estima que as sacolas levam cerca de 300 anos para se degradarem no meio ambiente, sendo resistentes a ataques químicos, à radiação e a micro-organismos.

O motivo pelo qual essas sacolas demoram muito tempo para se degradarem é que suas moléculas:

- a) apresentam muitas insaturações.
- b) contêm carbono em sua composição.
- c) são formadas por elementos de alta massa atômica.
- d) são muito longas e formadas por ligações químicas fortes.
- e) têm origem no petróleo, que é uma matéria-prima não renovável.

○ **23. (ENEM)** 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:

- a) garrafas de vidro retornáveis para cerveja ou refrigerante.
- b) latas de alumínio como material para fabricação de lingotes.
- c) sacos plásticos de supermercado como acondicionantes de lixo caseiro.
- d) embalagens plásticas vazias e limpas para acondicionar outros alimentos.
- e) garrafas PET recortadas em tiras para fabricação de cerdas de vassouras.

○ **24. (ENEM 2020)** A enorme quantidade de resíduos gerados pelo consumo crescente da sociedade traz para a humanidade uma preocupação socioambiental, em especial pela quantidade de lixo produzido. Além da reciclagem e do reúso, pode-se melhorar ainda mais a qualidade de vida, substituindo polímeros convencionais por polímeros biodegradáveis.

Esses polímeros têm grandes vantagens socioambientais em relação aos convencionais porque:

- a) não são tóxicos.
- b) não precisam ser reciclados.
- c) não causam poluição ambiental quando descartados.
- d) são degradados em um tempo bastante menor que os convencionais.
- e) apresentam propriedades mecânicas semelhantes aos convencionais.

○ **25. (ENEM 2020)** Uma atividade que vem crescendo e tem se tornado uma fonte de renda para muitas pessoas é o recolhimento das embalagens feitas com alumínio. No Brasil, atualmente, mais de 95% dessas embalagens são recicladas para fabricação de outras novas.

Disponível em: <http://abal.org.br>. Acesso em: 11 mar. 2013.

O interesse das fábricas de embalagens no uso desse material reciclável ocorre porque o(a):

- a) reciclagem resolve o problema de desemprego da população local.
- b) produção de embalagens a partir de outras já usadas é mais fácil e rápida.
- c) alumínio das embalagens feitas de material reciclado é de melhor qualidade.
- d) compra de matéria-prima para confecção de embalagens de alumínio não será mais necessária.
- e) custo com a compra de matéria-prima para a produção de embalagens de alumínio é reduzido.

○ **26. (ENEM 2020)** O descarte inadequado do lixo é um problema que necessita ser solucionado urgentemente. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, apenas 25% dos municípios brasileiros dispõem adequadamente seus resíduos. Para regulamentar essa questão, o Projeto de Lei 4 162/2019, que institui o marco regulatório do saneamento básico, estabeleceu um prazo até agosto de 2024 para que todos os lixões existentes no Brasil sejam transformados em aterros sanitários, entre outras providências.

Disponível em: www.gov.br/casacivil. Acesso em: 5 out. 2020 (adaptado).

A medida apontada no texto é necessária porque:

- a) a poluição causada pelos aterros sanitários é reduzida pela impermeabilização do solo e pelo tratamento do chorume.
- b) a criação dos aterros sanitários viabilizará o reaproveitamento da matéria orgânica descartada no lixo.
- c) a construção dos lixões envolve um custo mais elevado do que a manutenção dos aterros sanitários.
- d) nos lixões não há a possibilidade de separação de material para reaproveitamento e reciclagem.
- e) as áreas dos lixões desativados poderão ser imediatamente usadas para plantação.



○ 27. (ENEM 2021) Uma escola iniciou o processo educativo para implantação da coleta seletiva e do destino de materiais recicláveis. Para atingir seus objetivos, a instituição planejou:

- 1) sensibilizar a comunidade escolar, desenvolvendo atividades em sala e extraclasse de maneira contínua;
- 2) capacitar o pessoal responsável pela limpeza da escola quanto aos novos procedimentos adotados com a coleta seletiva; e
- 3) distribuir coletores de materiais recicláveis específicos nas salas, pátio e outros ambientes para acondicionamento dos resíduos.

Para completar a ação proposta no ambiente escolar, o que falta ser inserido no planejamento?

- a) Realizar campanhas educativas de sensibilização em bairros vizinhos para fortalecer a coleta seletiva.
- b) Firmar parceria com a prefeitura ou cooperativa de catadores para recolhimento dos materiais recicláveis e destinação apropriada.
- c) Organizar visitas ao lixão ou aterro local para identificar aspectos importantes sobre a disposição final do lixo.
- d) Divulgar na rádio local, no jornal impresso e nas redes sociais que a escola está realizando a coleta seletiva.
- e) Colocar recipientes coletores de lixo reciclável fora da escola para entrega voluntária pela população.

○ 28. (UFSM) As plantações das cerejas-vacina foram feitas em uma região do sul do Brasil, cuja vegetação original foi destruída para dar lugar à agricultura. Essa vegetação se caracterizava pela predominância de plantas herbáceas da família das gramíneas, com a presença eventual de pequenos bosques de arbustos. O índice de chuvas fica entre 500 e 1000 mm por ano e a temperatura, normalmente, varia de 10 a 14 °C no inverno e de 20 a 23 °C no verão.

Essa descrição corresponde a qual dos biomas a seguir?

- a) Caatinga.
- b) Campos sulinos.
- c) Campos cerrados.
- d) Matas de araucárias.
- e) Pantanal.

○ 29. (UFSM) Devido à exploração irracional, a área de floresta subtropical original foi substituída por uma vegetação onde dominavam as gramíneas (capins) e alguns poucos arbustos.

O predomínio de gramíneas, nesse caso, foi decretado pela ação humana; por razões diversas, esse grupo vegetal também predomina num bioma brasileiro conhecido por

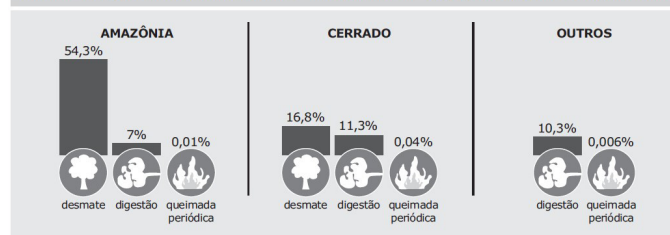
- a) cerrado.
- b) pampa.
- c) caatinga.
- d) floresta dos cocais.
- e) pantanal mato-grossense.

○ 30. (UFSM) O consumo mundial de carne vem aumentando, o que traz impactos não só à saúde como ao meio ambiente.

Pelo menos metade das emissões brasileiras de gases do efeito estufa é causada pela pecuária bovina, indica um estudo interdisciplinar do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). A maior parte do problema se deve ao desmatamento para abrir pastagens na Amazônia e no Cerrado, afirma o trabalho, mas a fermentação entérica do gado e as queimadas nas áreas de pastagem dão uma dimensão maior ao problema. O plano de corte de emissões do Brasil, porém, não tem uma abordagem específica para cuidar dos bois.

Fonte: Folha de S. Paulo, 11/12/2009. (adaptado)

Emissões da pecuária brasileira em milhões de toneladas de CO₂ equivalente, em 2008, por bioma



Fonte: Folha de S. Paulo, 11/12/2009. (adaptado)

Considerando essas informações, analise as afirmativas:

I - O desmatamento e posterior queimada devolvem à atmosfera o carbono retido nas plantas, emitindo monóxido e dióxido de carbono, gases de efeito estufa.

II - O desmatamento do Cerrado contribui pouco com a emissão de gases de efeito estufa no Brasil.

III - Uma forma de diminuir a emissão de metano é transferir todo rebanho da Amazônia e do Cerrado para outros biomas.

IV - A fermentação do alimento no trato digestório do gado gera o gás metano, um poderoso gás de efeito estufa.

Estão corretas

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



HABILIDADES À PROVA 10

» Relações ecológicas entre os seres vivos

○ 1. (ENEM) 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) sinfilia.
- b) predatismo.
- c) parasitismo.
- d) competição.
- e) comensalismo.

○ 2. (ENEM) 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*.

○ 3. (ENEM) Os personagens da figura estão representando uma situação hipotética de cadeia alimentar.



Disponível em: www.cienciasgaspar.blogspot.com.br.

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, tigres e abutres ocuparão, respectivamente os níveis tróficos de:

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

○ 4. (ENEM) Numere a 2ª coluna de acordo com a 1ª.

- | | |
|--------------------|--|
| 1. Mutualismo | () Anus alimentando-se de bernes e carrapatos parasitas de bovinos. |
| 2. Protocooperação | () Cipós-chumbo retirando seiva de suas plantas hospedeiras. |
| 3. Sociedades | () Protozoários vivendo no intestino de cupins e auxiliando-os na digestão de celulose. |
| 4. Comensalismo | () Rêmoras alimentando-se dos restos de comida de tubarões. |
| 5. Parasitismo | () Indivíduos da mesma espécie vivendo juntos e estabelecendo divisão de trabalho entre si. |

A sequência correta é:

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

○ 5. (ENEM) 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.



○ **6. (ENEM)** As fêmeas de algumas espécies de aranhas, de 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: 1 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 a reprodução futura do macho.
- e) reduz a variabilidade genética da população.

○ **7. (ENEM)** 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, nº 293, v. 49. Jun. 2012 (adaptado).

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

- a) redução do fluxo gênico da espécie nativa.
- b) diminuição da competição intraespecífica.
- c) aumento da competição interespecífica.
- d) isolamento geográfico dos peixes.
- e) extinção de nichos ecológicos.

○ **8. (ENEM)** O controle biológico, técnica empregada no combate a espécies que causam danos e prejuízos aos seres humanos, é utilizado no combate à lagarta que se alimenta de folhas do algodoeiro. Algumas espécies de borboleta depositam seus ovos nessa cultura. A microvespa *Trichogramma sp.* introduz seus ovos nos ovos de outros insetos, incluindo os das borboletas em questão. Os embriões da vespa se alimentam do conteúdo desses ovos e impedem que as larvas de borboleta se desenvolvam. Assim, é possível reduzir a densidade populacional das borboletas até níveis que não prejudiquem a cultura.

A técnica de controle biológico realizado pela microvespa *Trichogramma sp.* consiste na:

- a) introdução de um parasita no ambiente da espécie que se deseja combater.
- b) introdução de um gene letal nas borboletas, a fim de diminuir o número de indivíduos.
- c) competição entre a borboleta e a microvespa para a obtenção de recursos.
- d) modificação do ambiente para selecionar indivíduos melhor adaptados.
- e) aplicação de inseticidas a fim de diminuir o número de indivíduos que se deseja combater.

○ **9. (ENEM)** 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):

- a) controle de pragas.
- b) acúmulo de resíduos.
- c) ampliação de espaço.
- d) redução da população.
- e) incremento de alimento.

○ **10. (ENEM)** 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 do nitrogênio, disponibilizam cálcio e produzem 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. nº 2. Mar-abr. 2011 (adaptado).

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

- a) Fixação de nitrogênio para o tomateiro.
- b) Disponibilização de cálcio para o tomateiro.
- c) Diminuição da quantidade de ferro disponível para o fungo.
- d) Liberação de substâncias que inibem o crescimento do fungo.
- e) Liberação de auxinas que estimulam o crescimento do tomateiro.

○ **11. (ENEM)** 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, nº 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.

Anotações:



○ **12. (ENEM)** 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:

- a) comensalismo.
- b) amensalismo.
- c) mutualismo.
- d) parasitismo.
- e) simbiose.

○ **13. (UFSM)** No combate às larvas dos mosquitos *Aedes* (transmissores da dengue e febre amarela), foi utilizado, com eficiência, um microcrustáceo larvófago (Classe Copepoda). A utilização desse animal em experimentos controlados de campo e laboratório foi bem-sucedida no interior do estado de São Paulo. O método citado, não tóxico, pode substituir o tradicional uso de DDT ou outros inseticidas para matar os mosquitos.

A ação do microcrustáceo em relação às larvas dos mosquitos é um exemplo de

- a) amensalismo.
- b) comensalismo.
- c) predação.
- d) mutualismo.
- e) competição.

Leia o texto a seguir para responder às questões de números 14 e 15.

Notícia de algum jornal do futuro...

Inicia a campanha nacional de vacinação contra sarampo e tuberculose

O destaque da campanha de vacinação, neste ano, é a utilização de cerejas coloridas, sem sementes. Seguindo a bióloga Josefa da Silva, responsável pela equipe que desenvolveu os novos frutos, técnicas especiais de cruzamento foram aplicadas em dois tipos de cerejeiras transgênicas, resultando na obtenção de plantas triploides ($3n = 72$), incapazes de produzir sementes. Apesar de passar por todas as etapas do ciclo reprodutivo, não há a formação de endosperma, e o processo cessa nas primeiras divisões celulares do zigoto. As novas cores (amarela, verde, roxa e branca) haviam sido obtidas, anteriormente, por mutação no gene responsável pela produção de pigmento na casca do fruto. As formas mutantes para esse loco, diz a pesquisadora, não interferem na eficiência das plantas transgênicas como produtoras de vacinas. Elas continuam apresentando, nos frutos, as substâncias que, depois de liberadas pela digestão, ligam-se à membrana plasmática dos linfócitos e sofrem endocitose, determinando o desenvolvimento da resposta imunológica.

Outra inovação dessas cerejas é a resistência às moscas *Anastrepha fraterculus* que, nos últimos anos, estabeleceram-se como pragas importantes do cultivo de cerejas-vacina. Da mesma forma, as plantas apresentam resistência aos nematoides que atacavam a raiz principal do sistema axial desses vegetais. Com o cultivo das novas variedades de cerejas resistentes, espera-se que essas pragas mantenham-se afastadas dos pomares de vacinas, por algum tempo.

○ **14. (UFSM)** No texto das cerejas-vacina, é mencionado que essas plantas apresentam resistência aos nematoides que atacavam a raiz principal. A relação ecológica entre cerejas-vacina e nematoides pode ser classificada como

- a) mutualismo.
- b) inquilinismo.
- c) parasitismo.
- d) sociedade.
- e) comensalismo.

○ **15. (UFSM)** Sem ter o que comer, o número de habitantes foi reduzido a um décimo (...). Os moradores, famintos, finalmente cederam ao canibalismo.

O canibalismo poderia ser entendido como um exemplo de intraespecífico(a), isto é, um organismo devora outro da mesma espécie.

Assinale a alternativa que preenche a lacuna corretamente.

- a) protocooperação
- b) comensalismo
- c) parasitismo
- d) colonialismo
- e) predatismo



HABILIDADES À PROVA 11

» *Biomass brasileiros*

○ 1. (ENEM) A falta de água no Planeta será, possivelmente, um dos mais graves problemas deste século. Prevê-se que, nos próximos vinte anos, a quantidade de água doce disponível para cada habitante será drasticamente reduzida.

Por meio de seus diferentes usos e consumos, as atividades humanas interferem no ciclo da água, alterando:

- a) a quantidade total, mas não a qualidade da água disponível no Planeta.
- b) a qualidade da água e sua quantidade disponível para o consumo das populações.
- c) a qualidade da água disponível, apenas no subsolo terrestre.
- d) apenas a disponibilidade de água superficial existente nos rios e lagos.
- e) o regime de chuvas, mas não a quantidade de água disponível no Planeta.

○ 2. (ENEM) 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.

○ 3. (ENEM)

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
Entonce 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.

○ 4. (ENEM) Em 2014, iniciou-se em São Paulo uma séria crise hídrica que também afetou o setor energético, agravada pelo aumento do uso de ar-condicionado e ventiladores. Com isso, intensifica-se a discussão sobre a matriz energética adotada nas diversas regiões do país. Sendo assim, há necessidade de se buscarem fontes alternativas de energia renovável que impliquem menores impactos ambientais.

Considerando essas informações, qual fonte poderia ser utilizada?

- a) Urânio enriquecido.
- b) Carvão mineral.
- c) Gás natural.
- d) Óleo diesel.
- e) Biomassa.

○ 5. (ENEM) 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.



○ **6. (ENEM)** 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.

○ **7. (ENEM)** 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:

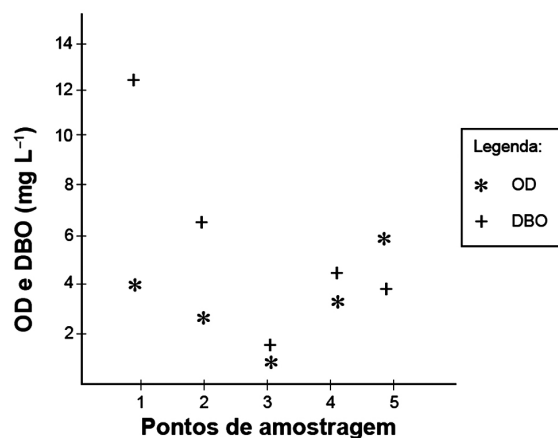
- a) reduzir a quantidade de resíduos tóxicos nos efluentes da lavagem.
- b) eliminar a necessidade de tratamento da água consumida.
- c) elevar a capacidade de clareamento dos jeans.
- d) aumentar a resistência do jeans a peróxidos.
- e) associar ação bactericida ao clareamento.

○ **8. (ENEM 2020)** Grupos de proteção ao meio ambiente conseguem resgatar muitas aves aquáticas vítimas de vazamentos de petróleo. Essas aves são lavadas com água e detergente neutro para a retirada completa do óleo de seu corpo e, posteriormente, são aquecidas, medicadas, desintoxicadas e alimentadas. Mesmo após esses cuidados, o retorno ao ambiente não pode ser imediato, pois elas precisam recuperar a capacidade de flutuação.

Para flutuar, essas aves precisam:

- a) recuperar o tônus muscular.
- b) restaurar a massa corporal.
- c) substituir as penas danificadas.
- d) restabelecer a capacidade de homeotermia.
- e) refazer a camada de cera impermeabilizante das penas.

○ **9. (ENEM 2020)** Pesquisadores coletaram amostras de água de um rio em pontos diferentes, distantes alguns quilômetros um do outro. Ao longo do rio, há locais de águas limpas, como também locais que recebem descarga de esgoto de área urbana, e locais onde há decomposição ativa com ausência de peixes. Os pesquisadores analisaram dois parâmetros: oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) em cada ponto de coleta de água, obtendo o gráfico:



Valores limites permitidos para águas doces destinadas ao abastecimento para o consumo humano após tratamento convencional, segundo Resolução Conama n. 357/2005: OD ≥ 5 mg L⁻¹ e DBO ≤ 5 mg L⁻¹.

O OD é proveniente da atmosfera e da fotossíntese que ocorre no curso-d'água, e sua concentração é função das variáveis físicas, químicas e bioquímicas locais. A DBO é a quantidade de oxigênio consumido por microrganismos em condições aeróbicas para degradar uma determinada quantidade de matéria orgânica, durante um período de tempo, numa temperatura de incubação específica.

Disponível em: www.programaaguaazul.rn.gov.br. Acesso em: 16 ago. 2014 (adaptado).

Qual ponto de amostragem da água do rio está mais próximo ao local em que o rio recebe despejo de esgoto?

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

○ **10. (ENEM 2020)** Em 2011, uma falha no processo de perfuração realizado por uma empresa petrolífera ocasionou derramamento de petróleo na bacia hidrográfica de Campos, no Rio de Janeiro. Os impactos decorrentes desse derramamento ocorrem porque os componentes do petróleo:

- a) reagem com a água do mar e sofrem degradação, gerando compostos com elevada toxicidade.
- b) acidificam o meio, promovendo o desgaste das conchas calcárias de moluscos e a morte de corais.
- c) dissolvem-se na água, causando a mortandade dos seres marinhos por ingestão da água contaminada.
- d) têm caráter hidrofóbico e baixa densidade, impedindo as trocas gasosas entre o meio aquático e a atmosfera.
- e) têm cadeia pequena e elevada volatilidade, contaminando a atmosfera local e regional em função dos ventos nas orlas marítimas.



○ 11. (ENEM 2020) A perfuração de poços para a extração de petróleo causa soterramento do leito submarino, contaminação química e aumento da turbidez da água. Além disso, o vazamento desses hidrocarbonetos gera efeitos adversos, em especial no metabolismo de organismos aquáticos, influenciando as cadeias alimentares de ecossistemas marinhos. Essas consequências negativas advêm das propriedades do petróleo, uma mistura oleosa de substâncias orgânicas, de coloração escura e menos densa que a água.

A consequência do vazamento dessa mistura na produtividade primária do ecossistema é o(a):

- a) redução da atividade do fitoplâncton, em decorrência da alteração na zona fótica.
- b) intoxicação dos animais filtradores, em decorrência da absorção de óleo.

○ 12. (ENEM 2020) As leis brasileiras de regulamentação das atividade pesqueiras destacam a importância da preservação de vegetais hidróbios pertencentes ao fitoplâncton. Esses organismos raramente são citados quando o assunto é a preservação da biodiversidade, mas desempenham papel ecológico fundamental.

ICMBIO. Disponível em: www.icmbio.gov.br. Acesso em: 19 out. 2015 (adaptado).

Esses organismos devem ser preservados porque:

- a) transferem O_2 do ar para a água.
- b) mantêm a temperatura da água estável.
- c) competem com algas que são tóxicas para os peixes.
- d) aceleram a decomposição de matéria orgânica na água.
- e) estabelecem a base da cadeia alimentar de ambientes aquáticos.

○ 13. (ENEM 2020) O termo “atenuação natural” é usado para descrever a remediação passiva do solo e envolve a ocorrência de diversos processos de origem natural. Alguns desses processos destroem fisicamente os contaminantes, outros transferem os contaminantes de um local para outro ou os retêm. Considere cinco propostas em estudo para descontaminar um solo, todas caracterizadas como “atenuação natural”.

Proposta	Processo
I	Diluição
II	Adsorção
III	Dispersão
IV	Volatilização
V	Biodegradação

Qual dessas propostas apresenta a vantagem de destruir os contaminantes de interesse?

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

○ 14. (ENEM 2020) Algumas espécies de bactérias do gênero *Pseudomonas* desenvolvem-se em ambientes contaminados com hidrocarbonetos, pois utilizam essas moléculas como substratos para transformação em energia metabólica. Esses microrganismos são capazes de transformar o octano em moléculas menos tóxicas, tornando o ambiente mais propício para desenvolvimento de fauna e flora.

Essas bactérias poderiam ser utilizadas para recuperar áreas contaminadas com:

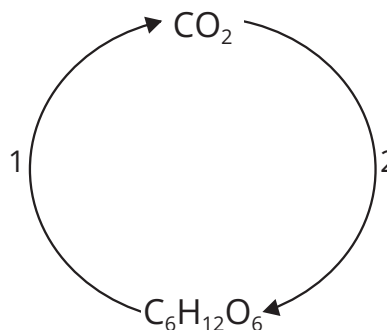
- a) petróleo.
- b) pesticidas.
- c) lixo nuclear.
- d) gases tóxicos.
- e) metais pesados.

○ 15. (ENEM) 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.

○ 16. (ENEM)

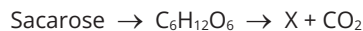


No esquema representado, o processo identificado pelo número 2 é realizado por:

- a) seres herbívoros.
- b) fungos fermentadores.
- c) bactérias heterótrofas.
- d) organismos produtores.
- e) micro-organismos decompositores.



○ **17. (ENEM)** Nos tempos atuais, grandes esforços são realizados para minimizar a dependência dos combustíveis derivados de fontes fósseis, buscando alternativas como compostos provenientes de fontes renováveis, biodegradáveis e que causem menos impacto na atmosfera terrestre. Um combustível renovável (X) de grande importância econômica é obtido a partir da equação genérica:



Com base na equação, o referido combustível renovável é o:

- a) etanol.
- b) butano.
- c) propano.
- d) biodiesel.
- e) gás natural.

○ **18. (ENEM)** 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 o CO e o 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 animais 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.

○ **19. (ENEM 2020)** O dióxido de carbono passa para o estado sólido (gelo seco) a -78 °C e retorna ao estado gasoso à temperatura ambiente. O gás é facilmente solubilizado em água, capaz de absorver radiação infravermelha da superfície da terra e não conduz eletricidade. Ele é utilizado como matéria-prima para a fotossíntese até o limite de saturação. Após a fixação pelos organismos autotróficos, o gás retorna ao meio ambiente pela respiração aeróbica, fermentação, decomposição ou por resíduos industriais, queima de combustíveis fósseis e queimadas. Apesar da sua importância ecológica, seu excesso causa perturbações no equilíbrio ambiental.

Considerando as propriedades descritas, o aumento atmosférico da substância afetar os organismos aquáticos em razão da:

- a) redução do potencial hidrogeniônico da água.
- b) restrição da aerobiose pelo excesso de poluentes.
- c) diminuição da emissão de oxigênio pelos autótrofos.
- d) limitação de transferência de energia entre os seres vivos.
- e) retração dos oceanos pelo congelamento do gás nos polos.

○ **20. (ENEM 2020)** O Protocolo de Montreal é um tratado internacional que diz respeito à defesa do meio ambiente. Uma de suas recomendações é a redução da utilização de substâncias propelentes, como os CFCs (Cloro-Flúor-Carbono), em aerossóis e aparelhos de refrigeração.

Essa recomendação visa:

- a) evitar a chuva ácida.
- b) prevenir a inversão térmica.
- c) preservar a camada de ozônio.
- d) controlar o aquecimento global.
- e) impedir a formação de ilhas de calor.

○ **21. (ENEM 2021)** Com o aumento da população de suínos no Brasil, torna-se necessária a adoção de métodos para reduzir o potencial poluidor dos resíduos dessa agroindústria, uma vez que, comparativamente ao esgoto doméstico, os dejetos suínos são 200 vezes mais poluentes. Sendo assim, a utilização desses resíduos como matéria-prima na obtenção de combustíveis é uma alternativa que permite diversificar a matriz energética nacional, ao mesmo tempo em que parte dos recursos hídricos do país são preservados.

BECK, A. M. Resíduos suínos como alternativa energética sustentável. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais ENEGEP, Foz do Iguaçu, 2007 (adaptado).

O biocombustível a que se refere o texto é o:

- a) etanol.
- b) biogás.
- c) butano.
- d) metanol.
- e) biodiesel.

○ **22. (ENEM)** 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 N₂.



○ **23. (ENEM)** A cada safra, a quantidade de café beneficiado é igual à quantidade de resíduos gerados pelo seu beneficiamento. O resíduo pode ser utilizado como fertilizante, pois contém cerca de 6,5% de pectina (um polissacarídeo), aproximadamente 25% de açúcares fermentáveis (frutose, sacarose e galactose), bem como resíduos de alcaloides (compostos aminados) que não foram extraídos no processo.

LIMA, L. K. S. et al. Utilização de resíduo oriundo da torrefação do café na agricultura em substituição à adubação convencional ACSA — Agropecuária Científica no Semi-Árido, v. 10, n. 1, jan.-mar., 2014 (adaptado).

Esse resíduo contribui para a fertilidade do solo, pois:

- possibilita a reciclagem de carbono e nitrogênio.
- promove o deslocamento do alumínio, que é tóxico.
- melhora a compactação do solo por causa da presença de pectina.
- eleva o pH do solo em função da degradação dos componentes do resíduo.
- apresenta efeitos inibidores de crescimento para a maioria das espécies vegetais pela cafeína.

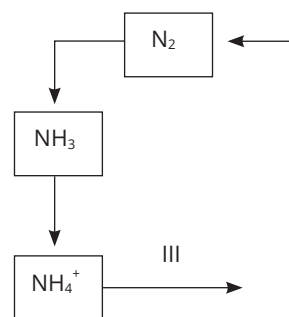
○ **24. (ENEM)** De 15% a 20% da área de um canal precisa ser renovada anualmente. Entre o período de corte e o de plantação de novas canas, os produtores estão optando por plantar leguminosas, pois elas fixam nitrogênio no solo, um adubo natural para a cana. Essa opção de rotação é agronomicamente favorável, de forma que municípios canavieiros são hoje grandes produtores de soja, amendoim e feijão.

As encruzilhadas da fome. Planeta. São Paulo, ano 36, nº 430, jul. 2008 (adaptado).

A rotação de culturas citada no texto pode beneficiar economicamente os produtores de cana porque:

- a decomposição da cobertura morta dessas culturas resulta em economia na aquisição de adubos industrializados.
- o plantio de cana-de-açúcar propicia um solo mais adequado para o cultivo posterior da soja, do amendoim e do feijão.
- as leguminosas absorvem do solo elementos químicos diferentes dos absorvidos pela cana, restabelecendo o equilíbrio do solo.
- a queima dos restos vegetais do cultivo da cana-de-açúcar transforma-se em cinzas, sendo reincorporadas ao solo, o que gera economia na aquisição de adubo.
- a soja, o amendoim e o feijão, além de possibilitarem a incorporação ao solo de determinadas moléculas disponíveis na atmosfera, são grãos comercializados no mercado produtivo.

○ **25. (ENEM)** 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 aquáticas e alterando o ciclo do nitrogênio, representado no esquema. A espécie nitrogenada mais oxidada tem sua quantidade controlada por ação de micro-organismos que promovem a reação de redução dessa espécie, no processo denominado desnitrificação.



O processo citado está representado na etapa:

- I.
- II.
- III.
- IV.
- V.

○ **26. (ENEM)** O nitrogênio é essencial para a vida, e o maior reservatório global desse elemento é a atmosfera. Os principais responsáveis por sua incorporação na matéria orgânica são micro-organismos fixadores de N_2 , que ocorrem de forma livre ou simbióticos 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:

- absorção do gás nitrogênio pela respiração.
- ingestão de moléculas de carboidratos vegetais.
- incorporação de nitritos dissolvidos na água consumida.
- transferência da matéria orgânica pelas cadeias tróficas.
- protocooperação com micro-organismos fixadores de nitrogênio.

○ **27. (ENEM)** 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. Jornal Vanguarda. 15 abr. 2010. Acesso em: www.jvanguarda.com.br (adaptado).

A técnica de adubação verde é vantajosa por:

- permitir correção química refinada do solo.
- liberar gradualmente sais minerais diversos.
- viabilizar uma adubação rápida em regiões frias.
- permitir o arraste da massa vegetal, evitando excessos.
- limitar a respiração do solo, diminuindo nematoides indesejados.



○ **28. (ENEM 2020)** Grandes reservatórios de óleo leve de melhor qualidade e que produz petróleo mais fino foram descobertos no litoral brasileiro numa camada denominada pré-sal, formada há 150 milhões de anos.

A utilização desse recurso energético acarreta para o ambiente um desequilíbrio no ciclo do:

- a) nitrogênio, devido à nitrificação ambiental transformando amônia em nitrito.
- b) nitrogênio, devido ao aumento dos compostos nitrogenados no ambiente terrestre.
- c) carbono, devido ao aumento dos carbonatos dissolvidos no ambiente marinho.
- d) carbono, devido à liberação das cadeias carbônicas aprisionadas abaixo dos sedimentos.
- e) fósforo, devido à liberação dos fosfatos acumulados no ambiente marinho.

○ **29. (ENEM 2020)** A rotação de culturas, juntamente à cobertura permanente e ao mínimo revolvimento do solo, compõem os princípios básicos do sistema de plantio direto. O aumento da diversidade biológica do solo contribui para a estabilidade da produção agrícola por causa de diversos fatores, entre eles o processo de fixação biológica de nitrogênio, realizado por bactérias.

FRANCHINI, J. C. et al. Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná. Londrina: Embrapa Soja, 2011 (adaptado).

Nesse processo biológico, ocorre a transformação de:

- a) N_2 em NH_3 .
- b) NO_3^- em N_2 .
- c) NH_3 em NH_4^+ .
- d) NO_2^- em NO_3^- .
- e) NH_4^+ em NO_2^- .

○ **30. (UFRGS)** Em relação à produção e ao uso de fertilizantes sintéticos utilizados em lavouras, considere as seguintes afirmações.

I. O fosfato de amônia é um ingrediente básico de fertilizantes, sendo o fósforo obtido principalmente a partir de rochas de fosfato de cálcio.

II. A água da chuva carrega fertilizantes para os cursos de água, provocando o aumento do volume de nutrientes e da população de plantas e de organismos que delas se alimentam, como os moluscos.

III. O uso excessivo de fertilizantes para a produção de biocombustíveis pode contribuir mais para o aquecimento global do que o benefício trazido pela economia de combustíveis fósseis.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas I e III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

Leia o texto a seguir, para responder à questão número 31.

Quando uma área com floresta precisa ser encoberta para a formação do lago artificial de uma hidroelétrica, toda a madeira deve ser retirada. Se isso não ocorrer, esse material entra em decomposição, podendo provocar danos nas turbinas, além de crescimento descontrolado da população de algas azuis (cianobactérias) e verdes (*Chlorophyta*) e de algumas plantas flutuantes, como *Eichornia crassipes*, o aguapé (*Angiospermae*), e *Salvinia* sp. (*Pteridophyta*).

○ **31. (UFSM)** “Crescimento descontrolado” das populações referidas no texto pode ser explicado pelo(a)

I - presença de agentes mutagênicos na água em decomposição, o que acelera a reprodução.

II - efeito de recombinação genética que, em pouco tempo, cria as formas alélicas que mais favorecem a reprodução.

III - redução na intensidade de agentes seletivos, por exemplo, poucos consumidores, e pela redução na competição por nutrientes.

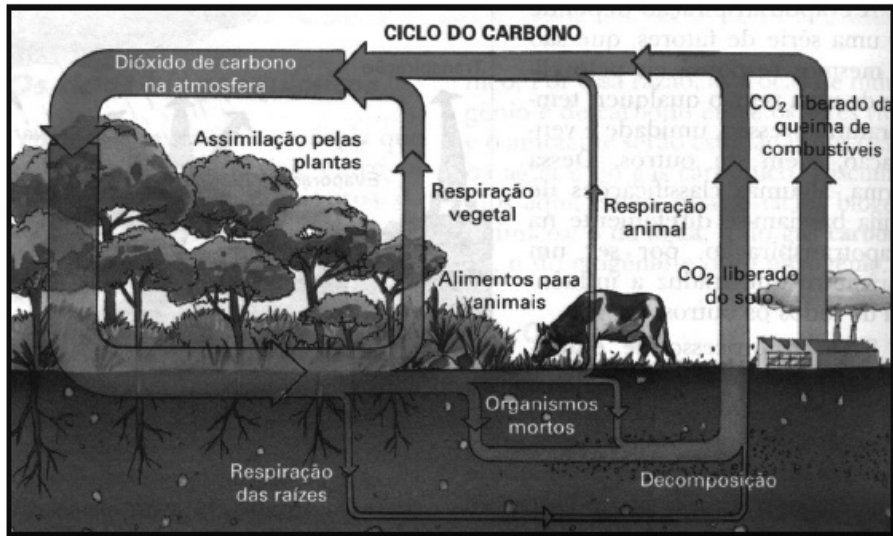
Está(ão) correta(s)

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- e) I, II e III.

Anotações:



○ 32. (UFSM)



LOPES, S. *Bio - Genética Evolução Ecologia*. Volume 3, 1ª Edição. São Paulo: Saraiva, 1997. p. 312.

Os biocombustíveis têm assumido papel importante na economia mundial nos últimos anos. Especialistas têm afirmado que haveria hoje uma tendência ao desequilíbrio entre produção de biocombustíveis e produção de alimentos para a população humana, com o favorecimento de áreas plantadas destinadas a biocombustíveis. Sobre a relação desse assunto com a ecologia, analise as afirmativas:

- I. Toda população natural, inclusive a dos seres humanos, tem um limite no crescimento populacional, que pode ser determinado pela densidade populacional e disponibilidade de alimentos.
- II. O uso de biocombustíveis, como a cana-de-açúcar, não interfere no ciclo do gás carbônico na natureza, pois gera um tipo de combustível não renovável, como o metanol.
- III. O gás carbônico atmosférico (CO₂) é a base para o crescimento em biomassa de plantas usadas como biocombustíveis em plantações, o que é realizado através da fotossíntese.

Está(ão) correta(s)

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- e) apenas I e III.

○ 33. (UFSM) O aporte extra de nutrientes, causado pelas adubações necessárias ao bom desenvolvimento das plantações de cerejas-vacina, poderá causar desequilíbrios ao ciclo de matéria da região.

Assinale verdadeira (V) ou falsa (F) em cada uma das afirmativas a seguir, considerando possíveis efeitos desses desequilíbrios.

- () Acúmulo de substâncias nitrogenadas em cursos d'água próximos, levando à reprodução excessiva de algas e outros organismos aquáticos e causando um esgotamento de O₂ na água.
- () Aumento do teor de CO₂ atmosférico e consequente contribuição para o efeito estufa.
- () Destruição da camada de ozônio da região pelo contato com gases emanados pelas plantações.

A sequência correta é

- a) V - F - F.
- b) V - V - F.
- c) F - V - V.
- d) F - V - F.
- e) V - F - V.

○ 34. (UFSM) Veja algo curioso, retirado de uma revista de jardinagem:

"Você já percebeu como a chuva com relâmpagos deixa tudo mais verde? Algumas pessoas dizem que o relâmpago é o céu namorando com a terra".

"Horta é Saúde" 1998.

Esse fenômeno, verdade ou ficção, relaciona-se com a fixação atmosférica do que, estando disponível às plantas, permite a formação de proteínas e ácidos nucleicos.

Assinale a alternativa que completa corretamente a lacuna,

- a) cálcio
- b) nitrogênio
- c) fósforo
- d) potássio
- e) cobre



GABARITO



• Habilidades à prova

Unidade 1

1. B	8. A	15. D	22. C
2. C	9. D	16. E	23. B
3. C	10. D	17. D	24. E
4. B	11. A	18. A	25. A
5. E	12. A	19. B	26. A
6. C	13. B	20. E	27. E
7. A	14. A	21. A	28. B

Unidade 2

1. C	5. A	9. C
2. B	6. D	10. E
3. B	7. E	11. E
4. E	8. C	

Unidade 3

1. B	5. B	9. B	13. C
2. C	6. A	10. B	
3. E	7. E	11. D	
4. D	8. C	12. B	

Unidade 4

- 1. E
- 2. B
- 3. A

Unidade 5

- 1. D

Unidade 6

1. B	3. E	5. D
2. E	4. E	

Unidade 7

1. B	6. C	11. D	16. B	21. E	26. B
2. E	7. B	12. E	17. C	22. C	27. C
3. C	8. D	13. D	18. C	23. A	
4. B	9. B	14. C	19. B	24. E	
5. A	10. C	15. A	20. E	25. D	

Unidade 8

1. D	7. B	14. D	20. C	27. x
2. D	8. E	15. E	21. E	28. A
3. D	9. C	16. B	22. B	29. D
4. B	10. A	17. B	23. E	30. C
5. D	11. B	18. E	24. B	31. A
6. D	12. A	19. E	25. C	
	13. B		26. B	

Unidade 9

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

Unidade 10

1. D	4. E	7. C	10. C	13. C
2. D	5. D	8. A	11. B	14. C
3. C	6. B	9. D	12. E	15. A

Unidade 11

1. B	9. B	16. A	23. D	30. E
2. A	10. A	17. B	24. B	31. A
3. C	11. A	18. D	25. D	32. B
4. C	12. E	19. E	26. A	33. E
5. E	13. A	20. C	27. E	34. E
6. D	14. B	21. E	28. A	
7. D	15. E	22. D	29. D	