

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
CURSO PRÉ-UNIVERSITÁRIO POPULAR

# Biologia



2014

*Professor: Guilherme Bigonha*  
*Coordenação: Letícia Couto Bicalho*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>CAPÍTULO 1 : Reino Vegetal: Origem e Classificação das plantas</b>	
1.1	Introdução	03
1.2	Briófitas	03
1.3	Pteridófitas	05
1.4	Gimnospermas	08
1.5	Angiospermas	10
1.6	Seção Leitura: A maior árvore do mundo	14
1.7	Pintou no Enem	16
1.8	Gabarito	19
<b>2</b>	<b>Capítulo 2: Morfologia Vegetal</b>	
2.1	Estudo da raiz	23
2.2	Caule	27
2.3	Folha	31
2.4	Inflorescência	36
2.5	Frutos e Sementes	39
2.6	A Célula Vegetal	42
2.7	Membrana	43
2.8	Citoplasma	44
2.9	Núcleo	46
2.10	Epiderme e Anexos	50
2.11	Tecidos condutores de Seiva e água	54
2.12	Condução da Seiva Inorgânica	56
2.13	Condução da Seiva Elaborada	58
2.14	Organização dos tecidos nas raízes e caules	60
2.15	Estudo dos Tecidos de crescimento: Meristemas 1º e 2º	64
2.16	Seção Leitura: A maior inflorescência do mundo	67
2.17	Exercícios de Fixação	72
2.18	Gabarito	77
<b>3</b>	<b>Capítulo 3: Os Hormônios Vegetais</b>	
3.1	Estudo dos hormônios	79
3.2	Fotoperiodismo	86
3.3	Movimentos vegetais	88
3.4	Seção Leitura: Amadurecimento dos frutos	91
3.5	Pintou no Enem	97
3.6	Gabarito	99
<b>4</b>	<b>Capítulo 4: ECOLOGIA</b>	
4.1	Introdução	100
4.2	Conceitos Fundamentais	101
4.3	Biosfera	101
4.4	Ecosistema e seus fatores interferentes	102
4.5	Cadeias Alimentares	104
4.6	Fluxo de energia nos ecossistemas	107
4.7	Pirâmides Ecológicas	108
4.8	Produtividade do ecossistema	109
4.9	Estudo dos Biomas Terrestres	111
4.10	Tundra	111
4.11	Taiga	112
4.12	Floresta Tropical	113
4.13	Campos	113
4.14	Deserto	114

4.15	Savanas	114
4.16	Estudo dos Biomas Brasileiro	115
4.17	Caatinga	116
4.18	Amazônia	117
4.19	Mata atlântica	117
4.20	Pantanal	118
4.21	Pampa	119
4.22	Seção Leitura: 25 curiosidades sobre Amazônia	122
4.23	Pintou no Enem	124
4.24	Gabarito	198

## 5 Capítulo 5: Dinâmica das Populações

5.1	Introdução	120
5.2	Curvas de crescimento	122
5.3	Dinâmica das comunidades	126
5.4	Colônia / Sociedade	127
5.5	Relações intraespecíficas	127
5.6	Canibalismo	128
5.7	Comensalismo	128
5.8	Inquilinismo	129
5.9	Mutualismo	129
5.10	Protocooperação	129
5.11	Competição interespecíficas	130
5.12	Amensalismo / parasitismo	131
5.13	Predatismo	131
5.14	Sucessão Ecológica	133
5.15	Seção Leitura: A vida das formigas	136
5.16	Pintou no Enem	124
5.17	Gabarito	198

## 6 Capítulo 6: Ciclos Biogeoquímicos

6.1	Introdução	138
6.2	Ciclo do Oxigênio	138
6.3	Ciclo do Fósforo	138
6.4	Ciclo do Cálcio / Enxofre	139
6.5	Chuva ácida	141
6.6	Ciclo do Carbono	141
6.7	Ciclo do Nitrogênio	142
6.8	Seção Leitura: Biocombustíveis	144
6.9	Exercícios de Fixação	147
6.10	Gabarito	150
6.11	Pintou no Enem	151
6.12	Gabarito Pintou no Enem	198

7	Referências	204
---	-------------	-----

## Capítulo 1

### Reino Vegetal - Origem e classificação das Plantas

A esta altura você já deve ter ouvido que os seres vivos são divididos em grupos. A divisão, classificação e características destes têm mudado com os anos devido aos avanços nas pesquisas e descobertas da ciência.

A maioria dos organismos macroscópicos (vistos a olho nu) pode ser facilmente classificada no Reino Vegetal ou no Reino Animal. Mas o que dizer os seres microscópicos, de estruturas pequeníssimas e tão peculiares? Assim os cientistas hoje utilizam a classificação em quatro ou cinco Reinos:

- \*Reino Animalia (animais)
- \*Reino Fungi (fungos e mixomicetos)
- \*Reino Monera (bactérias e algumas algas)
- \*Reino Plantae (Plantas e outras algas)

Este último é objeto do nosso estudo. Mas você já sabe algo sobre o Reino Plantae?

O Reino Vegetal, conhecido cientificamente como Plantae, é formado por aproximadamente 300.000 espécies conhecidas, sendo que, entre elas, encontram-se muitos tipos de ervas, arbustos, árvores, plantas microscópicas, etc. Em geral, são autotróficos cujas células incluem um ou mais organelas especializados na produção de material orgânico a partir de material inorgânico e da energia solar, os cloroplastos. Suas células possuem uma parede celular formada por celulose. Muitas espécies de plantas não são capazes de produzir seu próprio alimento, por essa razão, elas agem de forma parasita, extraindo de outras plantas os nutrientes necessários para sua sobrevivência. Agora pareceu fácil identificar esses organismos? não se engane! Lineu definiu o seu reino Plantae incluindo todos os tipos de plantas "superiores", as algas e os fungos. Depois de se descobrir que nem todas eram *verdes*, passou-se a definir planta como qualquer ser vivo *sem* movimentos voluntários. Já Aristóteles dividia todos os seres vivos em plantas (sem capacidade motora ou órgãos sensitivos), e em animais (classificação que foi usada por muito tempo). Mas o que dizer das sensitivas ou dormideira? É! Aquela plantinha que fecha os folíolos ao mínimo toque ou ausência de luz? Ela também não é um vegetal? E tem órgãos sensitivos não é? Hoje é muito utilizada a classificação conhecida como cladística, a qual relaciona as relações evolutivas entre organismos. Assim, o táxon (ou clado) deve ser monofilético, isto é, todas as espécies do grupo devem possuir um antepassado comum.

Segundo esta classificação, o Reino Plantae é um grupo monofilético (mesmo antepassado) com as características comuns como organismos eucarióticos que fazem fotossíntese usando clorofilas a e b e armazenam seus produtos fotossintéticos. Outra particularidade do grupo é possuir parede celular constituída principalmente por celulose. Ainda neste contexto, as plantas estão divididas em dois grandes grupos:

**Criptógamas:** (cripto = escondido e gamae = gametas) são plantas que possuem as estruturas produtoras de gametas pouco evidentes, a exemplo dos musgos e samambaias.

**Fanerógamas:** (fânero = visível) são plantas que possuem as estruturas produtoras de gametas bem visíveis, além disso, desenvolvem sementes e por isso são chamadas espermatófitas como pinheiros, mangueiras, roseiras, etc.

As criptógamas ainda dividem-se em:

**Briófitas:** Não possuem vasos especializados para o transporte de seiva, sendo plantas de pequeno porte. Como exemplo temos musgos e hepáticas.

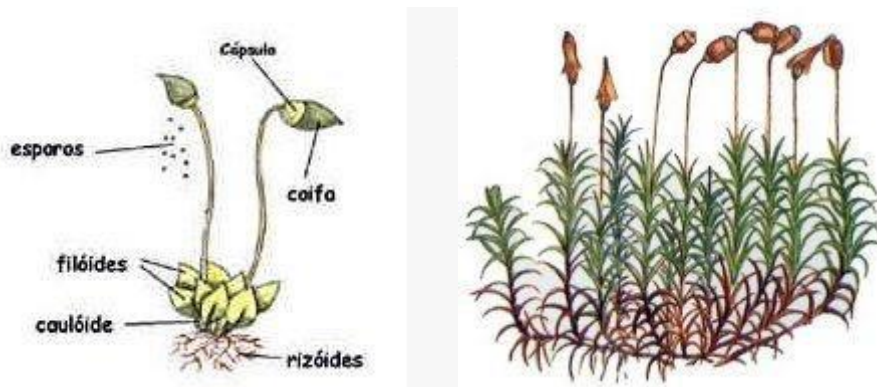
**Pteridófitas:** Estas possuem vasos condutores de seiva como as samambaias e avencas.

#### **Briófitas:**

Briófitas (do grego *bryon*: 'musgo'; e *phyton*: 'planta') são plantas pequenas, geralmente com alguns poucos centímetros de altura, que vivem preferencialmente em locais úmidos e sombreados.

O corpo do musgo é formado basicamente de três partes ou estruturas:

- **Rizoides** - filamentos que fixam a planta no ambiente em que ela vive e absorvem a água e os sais minerais disponíveis nesse ambiente;
- **Cauloide** - pequena haste de onde partem os filóides;
- **Filóides**-estruturas clorofiladas e capazes de fazer fotossíntese.



### Estrutura das briófitas

Essas estruturas são chamadas de rizoides, cauloides e filóides porque não têm a mesma organização de raízes, caules e folhas das plantas que estão presentes a partir das pteridófitas. Faltam-lhes, por exemplo, vasos condutores especializados no transporte de nutrientes, como a água. Na organização das raízes, caules e folhas verdadeiras verifica-se a presença de vasos condutores de nutrientes.

Aliás, uma das características mais marcantes das briófitas é a **ausência de vasos condutores de nutrientes**. Por isso, a água absorvida do ambiente é transportada nessas plantas de célula para célula, ao longo do corpo do vegetal. Esse tipo de transporte é relativamente lento e limita o desenvolvimento de plantas de grande porte. Assim, as briófitas são sempre pequenas, baixas.

Acompanhe o raciocínio: se uma planta terrestre de grande porte não possuísse vasos condutores, a água demoraria muito para chegar até as folhas. Nesse caso, especialmente nos dias quentes - quando as folhas geralmente transpiram muito e perdem grande quantidade de água para o meio ambiente -, elas ficariam desidratadas (secariam) e a planta morreria. Assim, toda a planta alta possui vasos condutores.

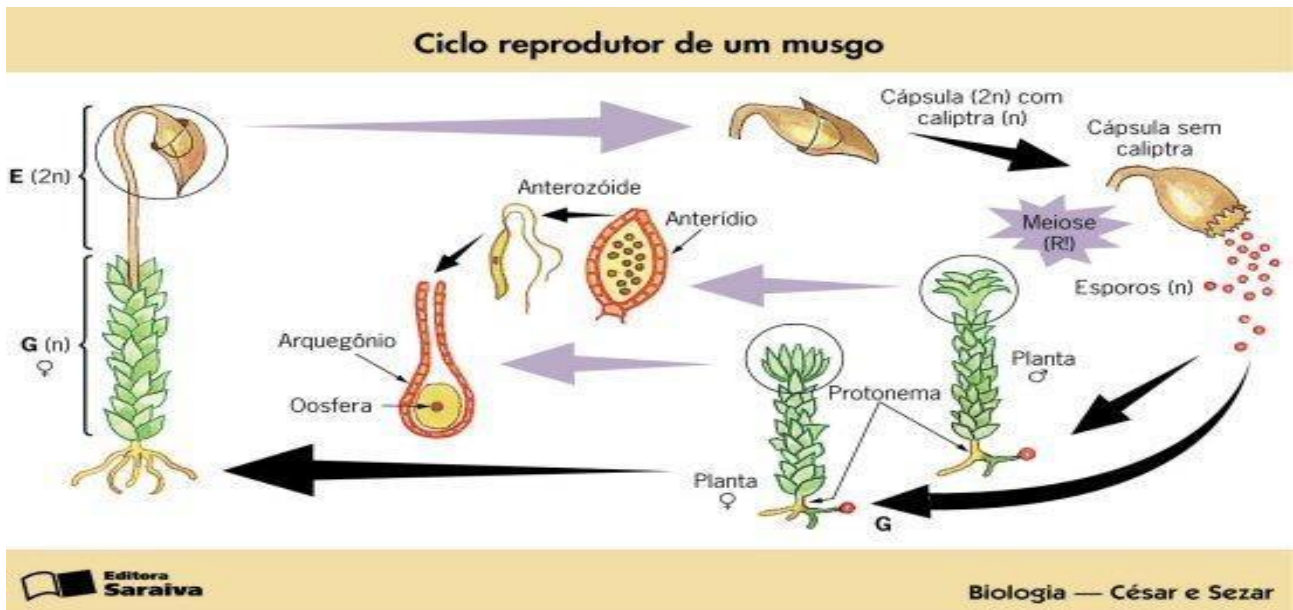
Mas nem todas as plantas que possuem vasos condutores são altas; o capim, por exemplo, possui vasos condutores e possui pequeno porte. Entretanto, uma coisa é certa: se a planta terrestre não apresenta vasos condutores, ela terá pequeno porte e viverá em ambientes preferencialmente úmidos e sombreados.

Musgos e hepáticas são os principais representantes das briófitas. O nome hepáticas vem do grego *hepatos*, que significa 'fígado'; essas plantas são assim chamadas porque o corpo delas lembra a forma de um fígado.



Hepática

Os musgos são plantas eretas; as hepáticas crescem "deitadas" no solo. Algumas briófitas vivem em água doce, mas não se conhece nenhuma espécie marinha. Observe o ciclo reprodutor da briófitas.



Os **musgos verdes** que vemos num solo úmido, por exemplo, são **plantas sexuadas** que representam a fase chamada gametófito, isto é, a fase produtora de gametas.

Nas briófitas, os gametófitos em geral têm sexos separados. Em certas épocas, os gametófitos produzem uma pequena estrutura, geralmente na região apical - onde terminam os filóides. Ali os gametas são produzidos. Os gametófitos masculinos produzem gametas móveis, com flagelos: os anterozoides. Já os gametófitos femininos produzem gametas imóveis, chamados **oosferas**. Uma vez produzidos na planta masculina, os **anterozoides** podem ser levados até uma planta feminina com pingos de água da chuva que caem e respingam. Na planta feminina, os anterozoides nadam em direção à oosfera; da união entre um anterozoide e uma oosfera surge o zigoto, que se desenvolve e forma um embrião sobre a planta feminina. Em seguida, o embrião se desenvolve e origina uma fase assexuada chamada **esporófito**, isto é, a fase produtora de esporos.

No esporófito possui uma haste e uma cápsula. No interior da **cápsula** formam-se os esporos. Quando maduros, os esporos são liberados e podem germinar no solo úmido. Cada esporo, então, pode se desenvolver e originar um novo musgo verde - a fase sexuada chamada **gametófito**. Como você pode perceber, as briófitas dependem da água para a reprodução, pois os anterozoides precisam dela para se deslocar e alcançar a oosfera.

O musgo verde, clorofilado, constitui, como vimos, a fase denominada gametófito, considerada duradoura porque o musgo se mantém vivo após a produção de gametas. Já a fase denominada esporófito não tem clorofila; ela é nutrida pela planta feminina sobre a qual cresce. O esporófito é considerado uma fase passageira porque morre logo após produzir esporos.

### Pteridófitas

Samambaias, avencas, xaxins e cavalinhas são alguns dos exemplos mais conhecidos de plantas do grupo das pteridófitas. A palavra pteridófito vem do grego *pteridon*, que significa 'feto'; mais *phyton*, 'planta'. Observe como as folhas em brotamento apresentam uma forma que lembra a posição de um feto humano no útero materno. Antes da invenção das esponjas de aço e de outros produtos, pteridófitas como a "cavalinha", cujo aspecto lembra a cauda de um cavalo e tem folhas muito ásperas, foram muito utilizadas como instrumento de limpeza. No Brasil, os brotos da samambaia das roças ou feto-águia, conhecido como alimento na forma de guisados.



Cavalinha, pteridófita do gênero *Equisetum*.

Atualmente, a importância das pteridófitas para o interesse humano restringe-se, principalmente, ao seu valor ornamental. É comum casas e jardins serem embelezados com samambaias e avencas, entre outros exemplos.

Ao longo da história evolutiva da Terra, as pteridófitas foram os primeiros vegetais a apresentar um sistema de vasos condutores de nutrientes. Isso possibilitou um transporte mais rápido de água pelo corpo vegetal e favoreceu o surgimento de plantas de porte elevado. Além disso, os vasos condutores representam uma das aquisições que contribuíram para a adaptação dessas plantas a ambientes terrestres.



Samambaia



Xaxins

O corpo das pteridófitas possui raiz, caule e folha. O caule das atuais pteridófitas é em geral subterrâneo, com desenvolvimento horizontal. Mas, em algumas pteridófitas, como os xaxins, o caule é aéreo. Em geral, cada folha dessas plantas divide-se em muitas partes menores chamadas folíolos.

A maioria das pteridófitas é terrestre e, como as briófitas, vive preferencialmente em locais úmidos e sombreados.

Pteridófitas mais conhecidas:

**Cavalinha:** porte pequeno, caule subterrâneo e que formam ramos eretos que lembram vagamente um caule de cana-de-açúcar com cerca de 1 cm de diâmetro. Folhas em forma de fios, agrupadas em feixes, emergem do caule e lembram uma cauda de cavalo (veja foto acima).

**Selaginela:** erroneamente vendida como musgo nas floriculturas. Folhas miúdas que saem do caule cilíndrico bem fino.



Selaginela

**Licopódio:** caule subterrâneo e que dá ramos aéreos eretos dos quais saem folhas bem menores que as da selaginela. É comum formarem-se "buquês" de rosa acompanhados de ramos de licopódios.



**Samambaias:** As pteridófitas mais modernas são popularmente conhecidas como samambaias e pertencem à classe das filicíneas. Incluem as rendas portuguesas, as avencas, os xaxins, as samambaias de metro etc. Na maioria delas, o caule subterrâneo, chamado rizoma, forma folhas aéreas. No xaxim o caule é aéreo e externo e pode atingir cerca de 2 a 3 metros. As folhas são muitas vezes longas, apresentam divisões (fóliolos) e crescem em comprimento pelas pontas, que são enroladas, lembrando a posição do feto no interior do útero. Na época de reprodução, os fóliolos ficam férteis e neles surgem pontos escuros, os soros, verdadeiras unidades de reprodução.



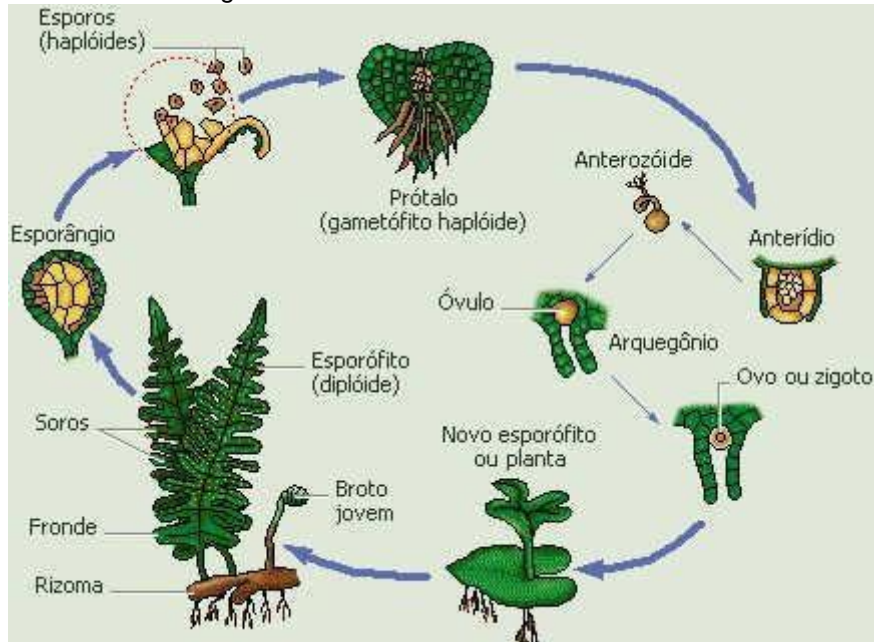
Soros nas folhas de samambaia.

### Reprodução das pteridófitas - Ciclo haplodiplobionte

Da mesma maneira que as briófitas, as pteridófitas se reproduzem num ciclo que apresenta uma fase sexuada e outra assexuada. Para descrever a reprodução nas pteridófitas, vamos tomar como exemplo uma samambaia comumente cultivada (*Polypodium vulgare*).

A samambaia é uma planta assexuada produtora de esporos. Por isso, ela representa a fase chamada esporófito.

Em certas épocas, na superfície inferior das folhas da samambaias formam-se pontinhos escuros chamados **soros**. O surgimento dos soros indica que a samambaias está em época de reprodução - em cada soro são produzidos inúmeros esporos. Quando os esporos amadurecem, os soros se abrem. Então os esporos caem no solo úmido; cada esporo pode germinar e originar um **protalo**, aquela plantinha em forma de coração mostrada no esquema. O protalo é uma planta sexuada, produtora de gametas; por isso, ele representa a fase chamada de gametófito.



Ciclo reprodutivo das samambaias

O protalo da samambaias contém estruturas onde se formam anterozoides e oosferas. No interior do protalo existe água em quantidade suficiente para que o anterozóide se desloque em meio líquido e "nade" em direção à oosfera, fecundando-a. Surge então o zigoto, que se desenvolve e forma o embrião. O embrião, por sua vez, se desenvolve e forma uma nova samambaias, isto é, um novo esporófito. Quando adulta, a samambaias forma soros, iniciando novo ciclo de reprodução.

Como você pode perceber, tanto as briófitas como as pteridófitas dependem da água para a fecundação. Mas nas briófitas, o gametófito é a fase duradoura e o esporófito, a fase passageira. Nas pteridófitas ocorre o contrário: o gametófito é passageiro - morre após a produção de gametas e a ocorrência da fecundação - e o esporófito é duradouro, pois se mantém vivo após a produção de esporos.

## Gimnospermas

As gimnospermas (do grego *Gymnos*: 'nu'; e *sperma*: 'semente') são plantas terrestres que vivem, preferencialmente, em ambientes de clima frio ou temperado. Nesse grupo incluem-se plantas como pinheiros, as sequoias e os ciprestes.

As gimnospermas possuem raízes, caule e folhas. Possuem também ramos reprodutivos com folhas modificadas chamadas **estróbilos**. Em muitas gimnospermas, como os pinheiros e as sequoias, os estróbilos são bem desenvolvidos e conhecidos como cones - o que lhes confere a classificação no grupo das coníferas.

Florestas de coníferas de regiões temperadas são ricas em árvores do grupo das gimnospermas. No Brasil, destaca-se a **Mata de Araucárias do Sul do país**.

Há produção de sementes: elas se originam nos estróbilos femininos. No entanto, as gimnospermas não produzem frutos. Suas sementes são "nuas", ou seja, não ficam encerradas em frutos.



Araucárias, tipo de conífera.

São também gimnospermas as *Cycas*, popularmente conhecidas como palmeira de ramos ou palmeira-desagu, comuns em alguns lugares do Brasil. O tronco também costuma ser espesso, a folha é parecida com a das palmeiras, porém, é muito mais rígida.

### Reprodução das gimnospermas - Ciclo haplodiplobionte na Coníferas

Vamos usar o pinheiro do Paraná (*Araucária angustifolia*) como modelo para explicar a reprodução das gimnospermas. Nessa planta os sexos são separados: a que possui estróbilos masculinos não possuem estróbilos femininos e vice-versa. Em outras gimnospermas, os dois tipos de estróbilos podem ocorrer numa mesma planta.

Existem dois tipos de estróbilos, um grande e outro pequeno e, como consequência, há dois tipos de esporângios e de esporos. Nos estróbilos maiores, considerados femininos, cada esporângio, chamado de óvulo, produz por meiose um **megásporo** (ou macrósporo). O megásporo fica retido no esporângio, não é liberado, como ocorre com os esporos das pteridófitas. Desenvolvendo-se no interior do óvulo o megásporo origina um gametófito feminino. Nesse gametófito surge arquegônios e, no interior de cada um deles, diferencia-se uma **oosfera** (que é o gameta feminino).

Nos estróbilos menores, considerados masculinos, cada esporângio - também chamado de **saco polínico** - produz por meiose, numerosos micrósporos. Desenvolvendo-se no interior do saco polínico, cada **micrósporo** origina um gametófito masculino, também chamado de grão de pólen (ou gametófito masculino jovem). A ruptura dos sacos polínicos libera vários grãos de pólen, leves, dotados de duas expansões laterais, aladas. Carregados pelo vento, podem atingir os óvulos que se encontram nos estróbilos femininos. O processo de transporte de **grão de pólen** (não se esqueça de que eles representam os gametófitos masculinos) constitui a polinização, que, nesse caso, ocorre pelo vento.



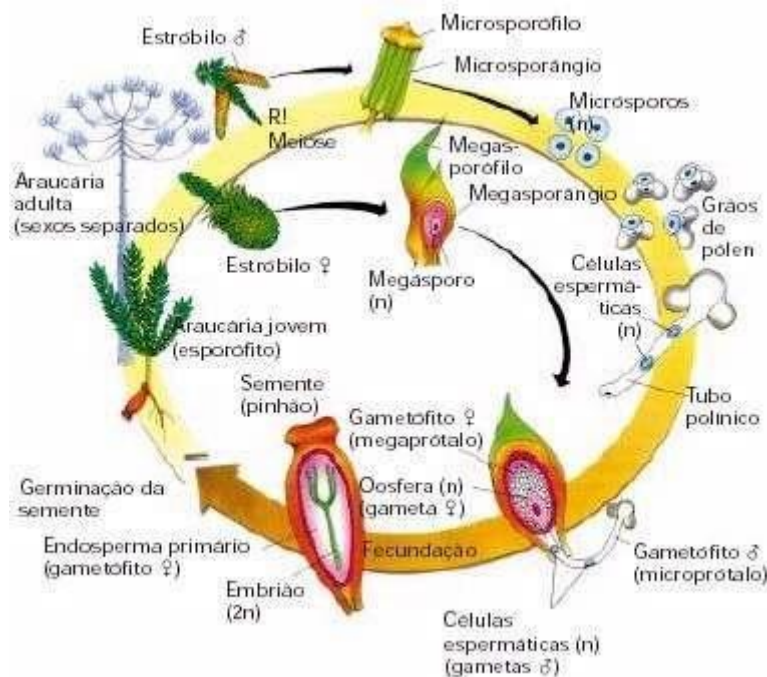
Cones ou estróbilos.

Cada grão de pólen, aderido a uma abertura existente no óvulo, inicia um processo de crescimento que culmina com a formação de um tubo polínico, correspondente a um grão de pólen adulto (gametófito masculino adulto). No interior do tubo polínico existe dois núcleos gaméticos haploides, correspondentes aos anterozoides das pteridófitas. Apenas um dos núcleos gaméticos fecunda a oosfera, gerando o zigoto

(o outro núcleo gamético degenera). Dividindo-se repetidamente por mitose, o zigoto acaba originando um embrião, que mergulha no tecido materno correspondente ao gametófito feminino.

Após a ocorrência da fecundação e da formação do embrião, o óvulo converte-se em semente, que é uma estrutura com três componentes: uma casa (também chamada de tegumento), um embrião e um tecido materno haploide, que passa a ser denominado de endosperma (ou endosperma primário), por acumular substâncias de reserva que serão utilizadas pelo embrião durante a sua germinação. A dispersão das sementes, em condições naturais, pode ocorrer pelo vento, no caso do pinheiro comum, ou com ajuda de animais (gralhas-azuis ou esquilos) como acontece com os pinhões do pinheiro do Paraná.

Portanto, ao comparar gimnospermas coníferas com as pteridófitas, as seguintes novidades podem ser citadas: estróbilos produtores de óvulos (que, depois, serão convertidos em sementes), estróbilos produtores de grãos de pólen, polinização, diferenciação do grão de pólen em tubo polínico e, por fim, a fecundação independente da água ambiental (esse tipo de fecundação é conhecido por sifogamia). Perceba que as árvores coníferas representam a geração duradoura, o esporófito, sendo os gametófitos reduzidos e pouco duradouros.



## Angiospermas

Atualmente são conhecidas cerca de 350 mil espécies de plantas - desse total, mais de 250 mil são angiospermas.

A palavra angiosperma vem do grego *angeios*, que significa 'bolsa', e *sperma*, 'semente'. Essas plantas representam o grupo mais variado em número de espécies entre os componentes do reino Plantae ou Metaphyta.

### Flores e frutos: aquisições evolutivas

As angiospermas produzem raiz, caule, folha, flor, semente e fruto. Considerando essas estruturas, perceba que, em relação às gimnospermas, as angiospermas apresentam duas "novidades": as **flores** e os **frutos**.



A flor e o fruto do maracujá

As flores podem ser vistosas tanto pelo colorido quanto pela forma; muitas vezes também exalam odor agradável e produzem um líquido açucarado - o néctar - que serve de alimento para as abelhas e outros animais. Há também flores que não têm peças coloridas, não são perfumadas e nem produzem néctar.

Coloridas e perfumadas ou não, são das flores que as angiospermas produzem sementes e frutos.

As partes da flor

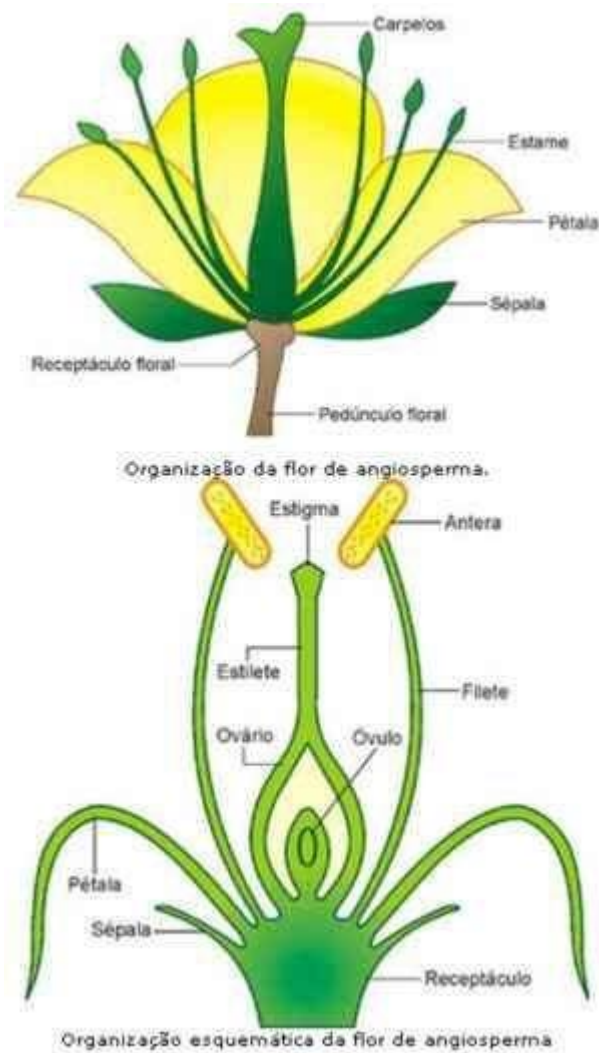
Os órgãos de suporte – órgãos que sustentam a flor, tais como: **pedúnculo** – liga a flor ao resto

ramo; **receptáculo** – dilatação na zona terminal do pedúnculo, onde se inserem as restantes

peças florais;

**Órgãos de proteção** – órgãos que envolvem as peças reprodutoras propriamente ditas, protegendo-as e ajudando a atrair animais polinizadores. O conjunto dos órgãos de proteção designa-se perianto. Uma flor sem perianto diz-se nua.

**Cálice** – conjunto de sépalas, as peças florais mais parecidas com folhas, pois geralmente são verdes. A sua função é proteger a flor quando em botão. A flor sem sépalas diz-se assépala. Se todo o perianto apresentar o mesmo aspecto (tépalas), e for semelhante a sépalas diz-se sepaloide. Neste caso diz-se que o perianto é indiferenciado;



**Corola** – conjunto de pétalas, peças florais geralmente coloridas e perfumadas, com glândulas produtoras de néctar na sua base, para atrair animais. A flor sem pétalas diz-se apétala. Se todo o perianto for igual (tépalas), e for semelhante a pétalas diz-se petaloide. Também neste caso, o perianto se designa indiferenciado;

**Órgãos de reprodução** – folhas férteis modificadas, localizadas mais ao centro da flor e designadas esporófilos. As folhas férteis masculinas formam o anel mais externo e as folhas férteis femininas o interno.

**Androceu** – parte masculina da flor, é o conjunto dos estames. Os estames são folhas modificadas, ou esporófilos, pois sustentam esporângios. São constituídas por um filete (corresponde ao pecíolo da folha) e pela antera (corresponde ao limbo da folha);

**Gineceu** – parte feminina da flor, é o conjunto de carpelos. Cada carpelo, ou esporófilo feminino, é constituído por uma zona alargada oca inferior designada ovário, dado que contém óvulos. Após a fecundação, as paredes do ovário formam o fruto. O carpelo prolonga-se por uma zona estreita, o estilete, e termina numa zona alargada que recebe os grãos de pólen, designada estigma. Geralmente o estigma é mais alto que as anteras, de modo a dificultar a autopolinização.

Os frutos contêm e protegem as sementes e auxiliam na dispersão na natureza. *Muitas vezes eles são coloridos, suculentos e atraem animais diversos*, que os utiliza como alimento. As sementes engolidas pelos animais costuma atravessar o tubo digestivo intactas e são eliminadas no ambiente com as fezes, em geral em locais distantes da planta-mãe, pelo vento, por exemplo. Coloridos e suculentos ou não, os frutos abrigam e protegem as sementes e contribuem para a sua dispersão na natureza. Isso favorece a espécie na conquista de novos territórios.

## Os dois grandes grupos de angiospermas

As angiospermas foram subdivididas em duas classes: as monocotiledôneas e as dicotiledôneas.

São exemplos de angiospermas monocotiledôneas: capim, cana-de-açúcar, milho, arroz, trigo, aveias, cevada, bambu, centeio, lírio, alho, cebola, banana, bromélias e orquídeas.

São exemplos de angiospermas dicotiledôneas: feijão, amendoim, soja, ervilha, lentilha, grão-de-bico, pau-brasil, ipê, peroba, mogno, cerejeira, abacateiro, acerola, roseira, morango, pereira, macieira, algodoeiro, café, jenipapo, girassol e margarida.

Monocotiledôneas e dicotiledôneas: algumas diferenças

Entes as angiospermas, verificam-se dois tipos básicos de raízes: fasciculadas e pivotantes.

**Raízes fasciculadas.** Também chamadas raízes em cabeleira, elas formam numa planta um conjunto de raízes finas que têm origem num único ponto (esquema A dado acima). Não se percebe nesse conjunto de raízes uma raiz nitidamente mais desenvolvida que as demais: todas elas têm mais ou menos o mesmo grau de desenvolvimento. As raízes fasciculadas ocorrem nas monocotiledôneas.



Raiz fasciculada e pivotante, respectivamente.

**Raízes pivotantes.** Também chamadas raízes axiais, elas formam na planta uma raiz principal, geralmente maior que as demais e que penetra verticalmente no solo; da raiz principal partem raízes laterais, que também se ramificam. As raízes pivotantes ocorrem nas dicotiledôneas.

Em geral, nas angiospermas verificam-se dois tipos básicos de folhas: paralelinérvea e reticulada.

**Folhas paralelinérveas.** São comuns nas angiospermas monocotiledôneas. As nervuras se apresentam mais ou menos paralelas entre si.

**Folhas reticuladas.** Costumam ocorrer nas angiospermas dicotiledôneas. As nervuras se ramificam, formando uma espécie de rede.

Existem outras diferenças entre monocotiledôneas e dicotiledôneas, mas vamos destacar apenas a responsável pela denominação que esses dois grupos de plantas recebem.

O embrião da semente de angiosperma contém uma estrutura chamada cotilédone. *O cotilédone é uma folha modificada*, associada à nutrição das células embrionárias que poderão gerar uma nova planta.

**Sementes de monocotiledôneas.** Nesse tipo de semente, como a do milho, existe um único cotilédone; daí o nome desse grupo de plantas ser monocotiledôneas (do grego *monos*: 'um', 'único'). As substâncias

que nutrem o embrião ficam armazenadas numa região denominada endosperma. O cotilédone transfere nutrientes para as células embrionárias em desenvolvimento.

**Sementes de dicotiledôneas.** Nesse tipo de semente, como o feijão, existem dois cotilédones - o que justifica o nome do grupo, dicotiledôneas (do grego *dís*: 'dois'). O endosperma geralmente não se desenvolve nas sementes de dicotiledôneas; os dois cotilédones, estão armazenam as substâncias necessárias para o desenvolvimento do embrião.

	<b>MONOCOTILEDÔNEAS</b>	<b>DICOTILEDÔNEAS</b>
<b>Raiz</b>	Fasciculada (“cabeleira”)	Pivotante ou axial (principal)
<b>Caule</b>	em geral, sem crescimento em espessura (colmo, rizoma, bulbo)	em geral, com crescimento em espessura (tronco)
<b>distribuição de vasos no caule</b>	feixes líbero-lenhosos “espalhados”	feixes líbero-lenhosos dispostos em círculo
<b>folha</b>	invaginante: bainha desenvolvida; uninérvia ou paralelinérvea.	peciolada: bainha reduzida; pecíolo; nervuras reticuladas ou peninérveas.
<b>Flor</b>	trímera (3 elementos ou múltiplos)	dímera, tetrâmera ou pentâmera
<b>embrião</b>	um cotilédone	2 cotilédones
<b>exemplos</b>	bambu; cana-de-açúcar; grama; milho; arroz; cebola; gengibre; coco; palmeiras.	eucalipto; abacate; morango; maçã; pera; feijão; ervilha; mamona; jacarandá; batata.

### SEÇÃO LEITURA:

#### A MAIOR ÁRVORE DO MUNDO



A **Sequóia-gigante** (*General Sherman*) é a maior árvore do mundo em termos de volume. A mais velha conhecida possui 4.650 anos de idade e se encontra no Parque Nacional da Sequóia, na Califórnia, possui 1.487 metros cúbicos, altura aproximada de 84 metros e o tronco, na base, um diâmetro máximo de 11 metros. Não é fácil nem imaginar, quantas pessoas seriam necessárias, para abraçar esta beleza da natureza.

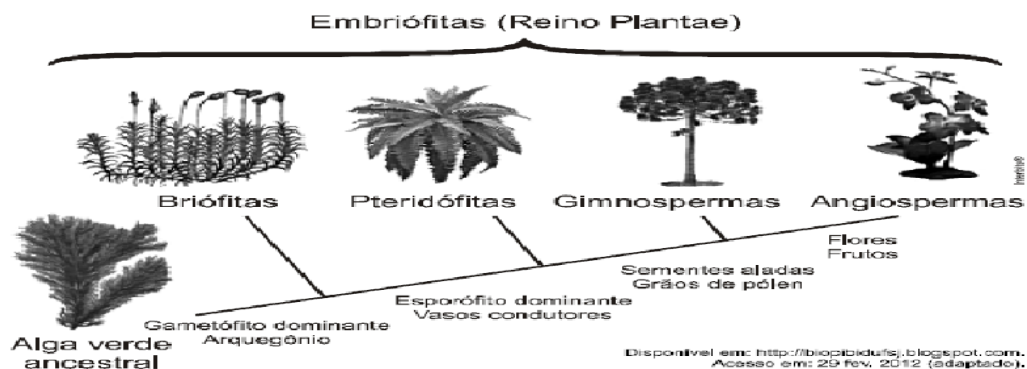
Medidas recordes de sequóias como 115 metros de altura e 8 metros de diâmetro já foram reportadas. A casca da sequoia é fibrosa, com sulcos, podendo chegar a 60 cm de grossura na base do tronco. Uma casca assim fornece uma excelente proteção contra fogo. As folhas são como as folhas dos pinheiros, com 3-6 mm, fazendo uma espiral nos brotos. As sementes vêm em cones, e cada cone têm em média 230 sementes de cor marrom-escura, cada uma com 4-5 mm de altura e 1 mm de espessura, possuindo umas “asinhas” marrom-amarelas de 1 mm. As sementes são carregadas pelo vento quando se desprendem do cone. É considerada um fóssil vivo.

Tem sido plantada no Brasil para fins ornamentais e de adaptação da espécie, já que em seu lugar de origem vem sendo destruída.



### PINTOU NO ENEM

- 1) (ENEM 2012) A imagem representa o processo de evolução das plantas e algumas de suas estruturas. Para o sucesso desse processo, a partir de um ancestral simples, os diferentes grupos vegetais desenvolveram estruturas adaptativas que lhes permitiram sobreviver em diferentes ambientes.



- Qual das estruturas adaptativas apresentadas contribuiu para uma maior diversidade genética?
- (A) As sementes aladas, que favorecem a dispersão aérea.
- (B) Os arquegônios, que protegem o embrião multicelular.

- (C) Os grãos de pólen, que garantem a polinização cruzada.
- (D) Os frutos, que promovem uma maior eficiência reprodutiva.
- (E) Os vasos condutores, que possibilitam o transporte da seiva bruta.

**(2) (ENEM)** Os frutos são exclusivos das angiospermas, e a dispersão das sementes dessas plantas é muito importante para garantir seu sucesso reprodutivo, pois permite a conquista de novos territórios. A dispersão é favorecida por certas características dos frutos (ex.: cores fortes e vibrantes, gosto e odor agradáveis, polpa suculenta) e das sementes (ex.: presença de ganchos e outras estruturas fixadoras que se aderem às penas e pelos de animais, tamanho reduzido, leveza e presença de expansões semelhantes a asas). Nas matas brasileiras, os animais da fauna silvestre têm uma importante contribuição na dispersão de sementes e, portanto, na manutenção da diversidade da flora.

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

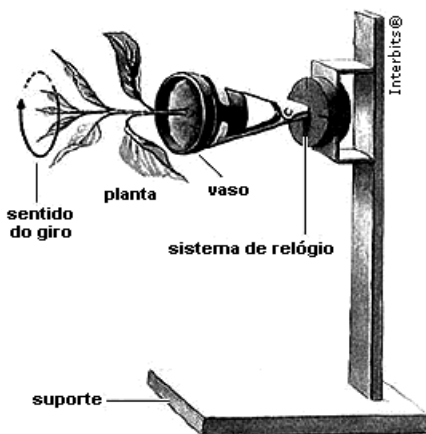
Das características de frutos e sementes apresentadas, quais estão diretamente associadas a um mecanismo de atração de aves e mamíferos?

- (A) Ganchos que permitem a adesão aos pelos e penas.
- (B) Expansões semelhantes a asas que favorecem a flutuação.
- (C) Estruturas fixadoras que se aderem às asas das aves.
- (D) Frutos com polpa suculenta que fornecem energia aos dispersores.
- (E) Leveza e tamanho reduzido das sementes, que favorecem a flutuação.

**3) (ENEM 2005)** Caso os cientistas descobrissem alguma substância que impedisse a reprodução de todos os insetos, certamente nos livraríamos de várias doenças em que esses animais são vetores. Em compensação teríamos grandes problemas como a diminuição drástica de plantas que dependem dos insetos para polinização, que é o caso das

- (A) algas.
- (B) briófitas como os musgos.
- (C) pteridófitas como as samambaias.
- (D) gimnospermas como os pinheiros.
- (E) angiospermas como as árvores frutíferas.

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



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

- (A) distribua uniformemente nas faces do caule, estimulando o crescimento de todas elas de forma igual.
- (B) acumule na face inferior do caule e, por isso, determine um crescimento maior dessa parte.
- (C) concentre na extremidade do caule e, por isso, iniba o crescimento nessa parte.
- (D) distribua uniformemente nas faces do caule e, por isso, iniba o crescimento de todas elas.
- (E) concentre na face inferior do caule e, por isso, iniba a atividade das gemas laterais.

**5) (ENEM 2006)** Na transpiração, as plantas perdem água na forma de vapor através dos estômatos. Quando os estômatos estão fechados, a transpiração torna-se desprezível. Por essa razão, a abertura dos estômatos pode funcionar como indicador do tipo de ecossistema e da estação do ano em que as plantas estão sendo observadas. A tabela a seguir mostra como se comportam os estômatos de uma planta da caatinga em diferentes condições climáticas e horas do dia. Considerando a mesma legenda dessa tabela, assinale a opção que melhor representa o comportamento dos estômatos de uma planta típica da Mata Atlântica.

Condição climática	Horas do dia					
	8h	10h	12h	14h	16h	17h
tempo chuvoso	2	2	2	0	2	2
seca	1	1	0	0	0	0
seca intensa	0	0	0	0	0	0

**Legenda:**

0 = estômatos completamente fechados;

1 = estômatos parcialmente abertos;

2 = estômatos completamente abertos.

(A)

Condição climática	Horas do dia					
	8h	10h	12h	14h	16h	17h
tempo chuvoso	2	2	2	0	2	2
seca	1	1	0	0	1	1
seca intensa	1	1	0	0	0	0

(B)

Condição climática	Horas do dia					
	8h	10h	12h	14h	16h	17h
tempo chuvoso	1	1	1	1	1	1
seca	1	1	0	0	1	1
seca intensa	0	0	0	0	0	0

(D)

Condição climática	Horas do dia					
	8h	10h	12h	14h	16h	17h
seca	1	1	0	0	0	0
seca intensa	0	0	0	0	0	0

(C)

Condição climática	Horas do dia					
	8h	10h	12h	14h	16h	17h
tempo chuvoso	1	1	0	0	0	0
seca	1	1	0	0	0	0

(E)

Condição climática	Horas do dia					
	8h	10h	12h	14h	16h	17h
tempo chuvoso	2	2	2	0	2	2
seca	2	2	2	0	2	2

**6) (ENEM 1998)** Alunos de uma escola no Rio de Janeiro são convidados a participar de uma excursão ao Parque Nacional de Jurubatiba. Antes do passeio, eles leem o trecho de uma reportagem publicada em uma revista:

"Jurubatiba será o primeiro parque nacional em área de restinga, num braço de areia com 31 quilômetros de extensão, formado entre o mar e dezoito lagoas. Numa área de 14.000 hectares, ali vivem jacarés, capivaras, lontras, tamanduás-mirins, além de milhares de aves e de peixes de água doce e salgada. Os peixes de água salgada, na época das cheias, passam para as lagoas, onde encontram abrigo, voltando ao mar na cheia seguinte. Nos terrenos mais baixos, próximos aos lençóis freáticos, as plantas têm água suficiente para aguentar longas secas. Já nas áreas planas, os cactos são um dos poucos vegetais que proliferam, pintando o areal com um verde pálido."

Depois de ler o texto, os alunos podem supor que, em Jurubatiba, os vegetais que sobrevivem nas áreas planas têm características tais como:

- (A) quantidade considerável de folhas, para aumentar a área de contato com a umidade do ar nos dias chuvosos.
- (B) redução na velocidade da fotossíntese e realização ininterrupta desse processo, durante as 24 horas.
- (C) caules e folhas cobertos por espessas cutículas que impedem o ressecamento e a consequente perda de água.
- (D) redução do calibre dos vasos que conduzem a água e os sais minerais da raiz aos centros produtores do vegetal, para evitar perdas.
- (E) crescimento sob a copa de árvores frondosas, que impede o ressecamento e consequente perda de água.

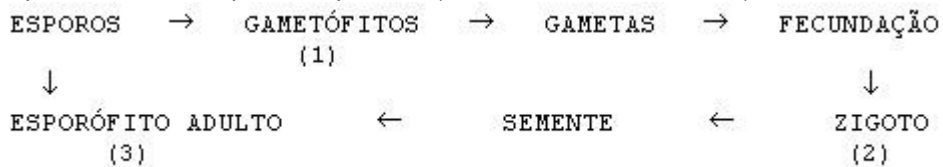
### GABARITO

1	2	3	4	5	6
C	D	E	A	E	C

### Exercícios Capítulo 1

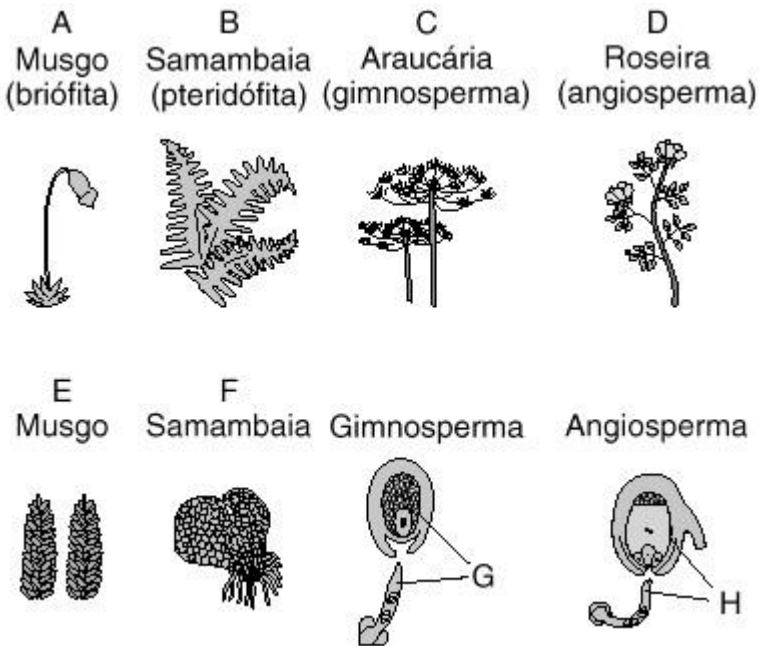
Taxonomia:

1-) (UFJF/96) No ciclo de uma angiosperma apresentado abaixo, as fases numeradas de 1, 2 e 3 apresentam as respectivas ploidias (número de cromossomos):



- a) 1: 2n; 2: 2n; 3: 2n.                      d) 1: 2n; 2: 1n; 3: 1n
- b) 1: 1n; 2: 2n; 3: 3n.                      e) 1: 1n; 2: 2n; 3: 2n
- c) 1: 1n; 2: 2n; 3: 2n.

2-) (MACK/2000) As figuras ao lado mostram as gerações gametofítica e esporofítica dos vegetais. Assinale a alternativa INCORRETA:

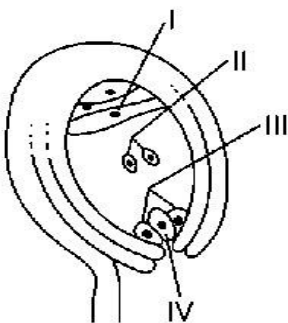


- A, B, C e D representam as faces esporofíticas.
- E, F, G e H representam as faces gametofíticas.
- As fases gametofíticas são haploides e as esporofíticas são diploides.
- As células de H são haploides.
- As células de H são formadas por meiose.

3- **(FUNREI/97)** Nas briófitas, a inexistência de um sistema vascular condutor de seiva e a ocorrência de gametas flagelados móveis determinam que essas plantas sejam: a) Consideradas mais evoluídas que as algas.

- Sempre de porte pequeno e vivam em locais úmidos e sombreados.
- De ocorrência exclusivamente aquática, principalmente marinha.
- Independentes de um substrato para fixação e da água durante a fecundação.

4- **(MACK-2000)** A figura representa o óvulo de uma angiosperma. Após a fecundação,



o embrião e o endosperma irão se formar, respectivamente, a partir de:

- I e II.
- III e II.
- II e III.
- III e IV.
- IV e II.

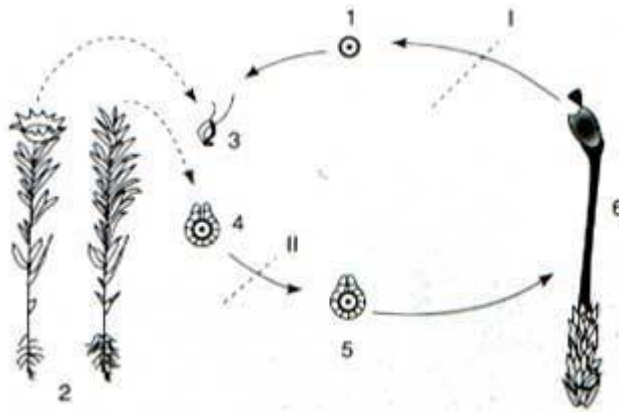
- 5-) (UFPE) O Reino Vegetal foi dividido informalmente em dois grandes grupos: Criptógamos e Fanerógamos, considerando-se principalmente os aspectos reprodutivos. Abaixo, há uma série de exemplos de vegetais, identificados por algarismos e algumas de suas principais características:
- 1) Plantas vasculares, com sementes, porém sem frutos.
  - 2) Plantas com sistema condutor de seiva, com flores, sementes e frutos.
  - 3) Plantas com sistema condutor, com raízes e sem sementes.
  - 4) Plantas avasculares, com rizoides e sem sementes.
- As características descritas pelos algarismos de 1 a 4 representam, respectivamente:
- a) gimnospermas, angiospermas, pteridófitas e briófitas.
  - b) pteridófitas, angiospermas, gimnospermas e briófitas.
  - c) pteridófitas, angiospermas, briófitas e gimnospermas.
  - d) angiospermas, gimnospermas, pteridófitas e briófitas.
  - e) angiospermas, gimnospermas, briófitas e pteridófitas.
- 6-)(UFPB) Entre as adaptações dos vegetais à vida terrestre, uma das mais importantes está relacionada com o desenvolvimento da reprodução sexuada independente do meio aquático. Sob este aspecto, os vegetais terrestres que conseguiram superar a dependência da água para a fecundação dos gametas foram apenas as: a) pteridófitas.
- b) gimnospermas.
  - c) briófitas.
  - d) angiospermas.
  - e) gimnospermas e angiospermas
- 7-) (UCDB-MT) São plantas vasculares:
- a) pteridófitas, musgos e hepáticas.
  - b) hepáticas e angiospermas.
  - c) antóceros, hepáticas e musgos.
  - d) pteridófitas, gimnospermas e angiospermas.
  - e) apenas as angiospermas.
- 8-) (Cefet-MG) Raízes, caules, flores, folhas, sementes e frutos estão presentes **apenas** nas:
- a) gimnospermas.
  - b) coníferas.
  - c) briófitas.
  - d) pteridófitas.
  - e) angiospermas.
- 9-) (PUC-RS) São vegetais que apresentam estruturas chamadas rizoides, as quais, servindo à fixação, também se relacionam à condução da água e dos sais minerais para o corpo da planta. Apresentam sempre pequeno porte, em decorrência da falta de um sistema vascular. Nenhum dos seus representantes é encontrado no meio marinho. O texto acima se aplica a um estudo:
- a) das pteridófitas.
  - b) dos mixofitos.
  - c) das briófitas.
  - d) das clorofitas.
  - e) das gimnospermas.
- 10-) (Fatec-SP) Considere as seguintes características dos vegetais:
- I. sistema vascular;

II. grãos de pólen e tubo polínico; III. sementes nuas.

Dessas, são comuns às gimnospermas e angiospermas:

- somente I.
- somente II.
- somente III.
- I e II apenas.
- I, II e III.

11-) A figura abaixo representa a alternância de gerações (metagênese) de um musgo.



- Que fenômenos biológicos representam os eventos I e II?
- Qual o nome das estruturas numeradas de 1 a 6 e quantos cromossomos possui cada uma de suas células?

12-) (UNICAMP) As algas são predominantemente aquáticas. Qual é o ambiente mais comum onde ocorrem os musgos e as samambaias? Qual seria o motivo principal de os musgos apresentarem pequeno porte e as samambaias serem de maior porte e algumas poderem atingir dois metros de altura ou mais?

13-) Um estrangeiro, em visita à região sul do Brasil, teve sua atenção voltada para uma planta nativa, de porte arbóreo, com folhas pungentes e perenes e flores reunidas em inflorescências denominadas estróbilos. Desta planta obteve um saboroso alimento, preparado a partir do cozimento em água fervente.

- Qual o nome popular desta planta e a que grupo pertence?
- O alimento obtido corresponde a que parte da planta?

14-) Existe angiosperma que não realiza fotossíntese? Explique.

15-) Quais são os gametófitos das angiospermas?

#### Gabarito Taxonomia :

1- C 2- E 3- B 4 – E 5 – A 6 - E 7- D 8- E 9- C 10- D

#### Discursivas:

11-) a) I. Meiose II. Fecundação

- b)
1. esporo – n
  2. gametófitos – n
  3. anterozoide – n
  4. oosfera – n
  5. zigoto – 2n
  6. esporófito – 2n

12-) Musgos e samambaias vivem em ambientes terrestres úmidos. Os musgos são avasculares e as samambaias, plantas vasculares.

13-)a) Pinheiro do paraná ou pinheiro-brasileiro, pertencente ao grupo das gimnospermas.

b) O alimento é o endosperma da semente, conhecido por pinhão.

14-) Algumas angiospermas adaptaram-se ao hábito parasitário, como o cipó-chumbo (gênero *Cuscuta*). Estes vegetais retiram a seiva elaborada do hospedeiro através das raízes sugadoras e não possuem folhas clorofiladas.

15-) Tubo polínico - saco embrionário

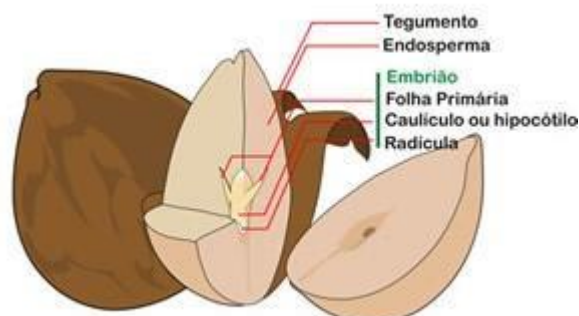
## Capítulo 2

### MORFOLOGIA VEGETAL

O corpo da maioria das plantas angiospermas é dividido em duas partes principais, uma localizada sob o solo, constituída pelas **raízes**, e outra área constituída pelo **caule, folhas, flores e frutos**. As células das raízes, assim com as células de muitos caules, não fazem fotossíntese e por isso dependem do alimento produzido nas células das folhas. O caule, folhas, flores e frutos, por sua vez, dependem da água e dos sais minerais absorvidos pelas raízes.

#### A raiz

Quase sempre a raiz é originada a partir da **radícula do embrião**, localizado na semente.

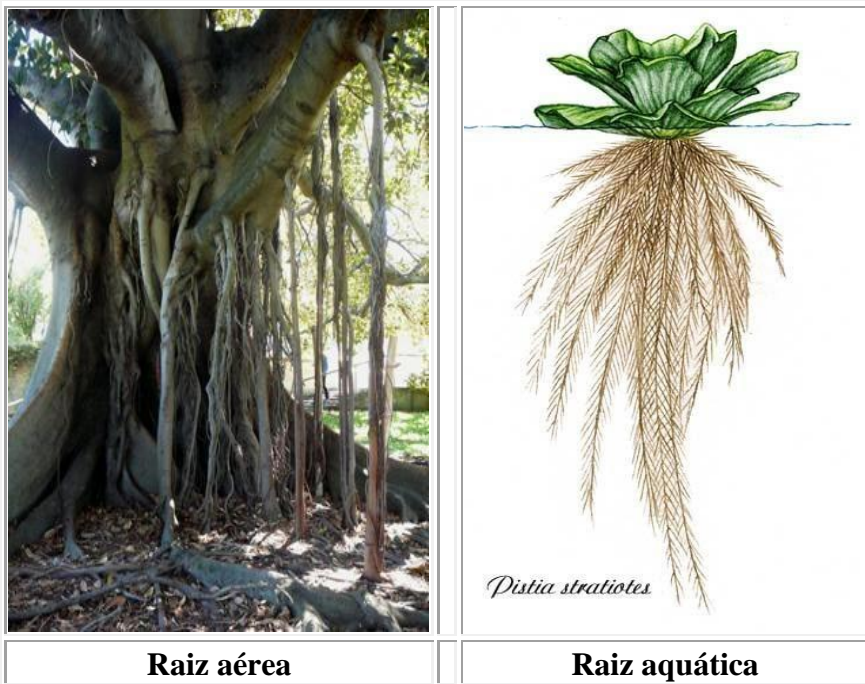


Partes da semente

A partir dela surgem ramos secundários. No entanto, é frequente surgirem raízes a partir de caules e mesmo de folhas. Essas raízes conhecidas como **adventícias** (do latim *advena* = que vem de fora, que nasce fora do lugar habitual), são comuns, por exemplo, na base de um pé de milho.



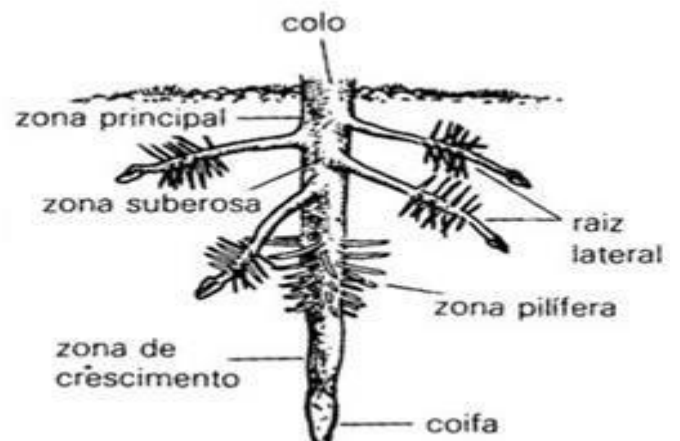
As raízes distribuem-se amplamente pelo solo, mas há algumas plantas que possuem **raízes aéreas**, comuns nas trepadeiras, bromélias, orquídeas, enquanto outras possuem **raízes submersas**, como os aguapés, comuns em represas.



Temos dois tipos básicos de sistema radicular: o **pivotante**, em que há uma raiz principal, e o **fasciculado**, em que os ramos radiculares são equivalentes em tamanho e aparência, não apresentando uma raiz principal.

**Partes da raiz**

A extremidade de uma raiz é envolta por um capuz de células denominado **coifa**, cuja função é proteger o **meristema radicular**, um tecido em que as células estão se multiplicando ativamente por mitose. É no meristema que são produzidos as novas células da raiz, o que possibilita o seu crescimento.



Logo após a extremidade, localiza-se a região onde as células surgidas por mitose crescem. Nessa região denominada **zona de distensão** ou de alongamento celular, a raiz apresenta a maior taxa de crescimento. Após a zona de distensão situa-se a **zona pilífera** da raiz, que se caracteriza por apresentar células epidérmicas dotadas de projeções citoplasmáticas finas e alongadas, os pêlos absorventes. É através desses pelos que a raiz absorve a maior parte da água e dos sais minerais de que precisa.

Já a região de **ramos secundários** é aquela que se nota o brotamento de novas raízes que surgem de regiões internas da raiz principal.

### Tipos de Raízes

A principal função da raiz é a **absorção dos nutrientes** minerais, sendo que, no solo, também é responsável pela fixação do vegetal ao substrato. Alguns tipos de raízes, no entanto, também desempenham outras funções:

**Raízes tuberosas**, como as da mandioca, da batata-doce e do nabo **armazenam reservas alimentares**, principalmente na forma de grãos de amido, utilizadas durante a floração e a produção de frutos pela planta. Os agricultores colhem essas raízes antes da planta tenha chance de consumir as reservas armazenadas, utilizando-as na alimentação humana e de animais.



**Raízes respiratórias ou pneumatóforos** são adaptadas à **realização de trocas gasosas** com o ambiente. Esse tipo de raiz é encontrado em plantas como a *Avicena tomentosa*, que vive no solo encharcado e pobre em gás oxigênio nos manguezais. As raízes principais dessa planta crescem rente à superfície do solo e, de espaço em espaço, apresentam pneumatóforos, que crescem para cima, perpendicularmente ao solo. Durante a maré vazante os pneumatóforos ficam expostos e pode realizar trocas de gases com o ar.



**Raízes-suportes**, também chamadas raízes-escoras, **umentam a base de fixação da planta ao solo**. Algumas espécies de árvores possuem raízes tubulares, em forma de pranchas verticais, que aumentam a estabilidade da planta e fornecem maior superfície para respiração do sistema radicular.



**Raízes aéreas** são características de plantas epífitas, isto é, que vivem sobre outras plantas sem parasitá-las. Essas raízes podem atingir vários metros de comprimento antes de alcançar o solo, constituindo os cipós.



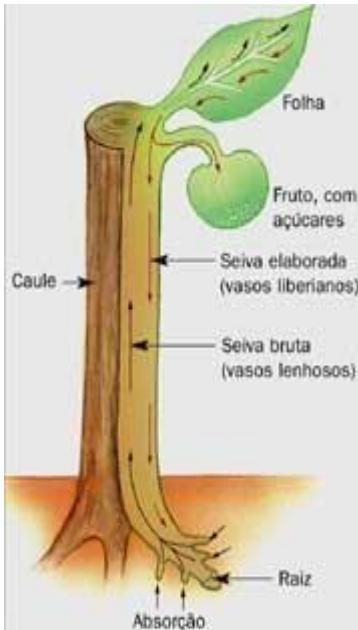
**Raízes sugadoras** são adaptadas à extração de alimentos de plantas hospedeiras, sendo características de plantas parasitas, como o cipó-chumbo e a erva de passarinho. As raízes sugadoras possuem um órgão de fixação, chamado apreensório, do qual partem finas projeções denominadas haustórios. Os **haustórios** penetram na planta hospedeira até atingir os vasos condutores de seiva, de onde extraem água e nutrientes de que a planta parasita necessita para sobreviver.

No caso de a planta ser hemiparasita, a exemplo da **erva de passarinho** (é clorofilada, e portanto autótrofa), somente a seiva bruta (água e minerais), que transita pelos vasos lenhosos do xilema, é retirada da planta hospedeira.



## Caule

### As funções do caule



O caule realiza a integração de raízes e folhas, tanto do ponto de vista estrutural como funcional. Em outras palavras, além de constituir a estrutura física onde se inserem raízes e folhas, o caule desempenha as funções de **condução de água e sais minerais das raízes para as folhas**, e de **condução de matéria orgânica das folhas para as raízes**.

Caules jovens têm células clorofiladas e são revestidos por uma epiderme uni estratificada, isto é, formada por uma única camada (estrato) de células. Plantas que apresentam pequeno crescimento em espessura, como as gramíneas, por exemplo, também apresentam caules revestidos pela **epiderme** e esta pode ainda apresentar sobre si, externamente, uma cutícula protetora.

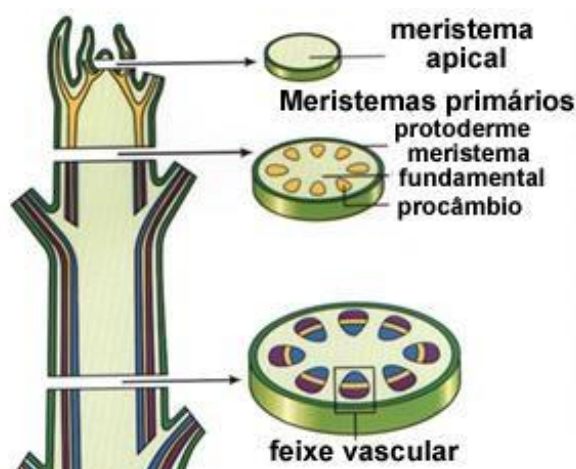
Já em plantas que crescem muito em espessura, transformando em arbustos ou árvores, a epiderme é substituída por um revestimento complexo, formado por vários tecidos. O tecido mais externo é formado por células mortas, que conferem o aspecto áspero. Esse revestimento, denominado **periderme**, acompanha o crescimento em espessura dos troncos.

Os caules são, em geral, estruturas aéreas, que crescem verticalmente em relação ao solo. Existem, no entanto, caules que crescem horizontalmente, muitas vezes, subterraneamente.

**Caules subterrâneos podem ser distinguidos de raízes porque apresentam gemas ou botões vegetativos, a partir dos quais podem se desenvolver ramos e folhas.**

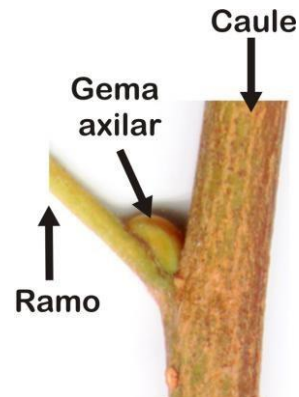
## Gemas

As gemas caulinares são formadas por grupos de **células meristemáticas**, capazes de se multiplicar ativamente por **mitose**. Um conjunto de células meristemáticas forma um meristema, motivo pela qual as gemas caulinares também são chamadas **meristemas caulinares**.



No ápice do caule (e de cada ramo) existe sempre uma gema (ou meristema) apical, que permite o crescimento em extensão graças à multiplicação das células meristemáticas. À medida que o caule cresce diferenciam-se lateralmente, regiões onde surgem folhas e gemas axilares (ou laterais). As regiões onde

se inserem as folhas e as gemas são denominadas nós e os espaços entre os nós são chamados entrenós.



As gemas axilares são meristemas localizados no caule, junto ao ângulo formado entre a folha e o ramo, que os botânicos denominaram “**axila**” foliar. As gemas axilares permanecem inativas durante certo período, denominado dormência após o qual podem entrar em atividade, originando ramos laterais.

### Tipos de caules

**Troncos** são caules robustos, desenvolvidos na parte inferior e ramificados no ápice. São encontrados na maioria das árvores e arbustos do grupo das dicotiledôneas.



**Estipes** são caules geralmente não ramificados, que apresentam em seu ápice um tufo de folhas. São típicos das palmeiras.



**Colmos** são caules não ramificados que se distinguem dos estipes por apresentarem, em toda a sua extensão, divisão nítida em gomos. Os gomos dos colmos podem ser ocos como no bambu, ou cheios como no milho ou na cana-de-açúcar.



**Caules trepadores** estão presentes em plantas trepadeiras e crescem enrolados sobre diversos tipos de suporte. Esse tipo de caule representa uma adaptação à obtenção de locais mais iluminados, em que há mais luz para a fotossíntese.

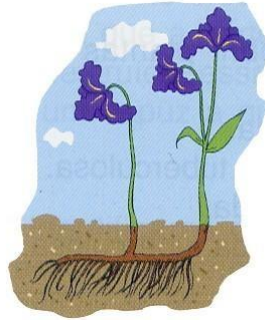


**Estolão ou estolho** é um tipo de caule que cresce paralelamente ao chão, produzindo gemas de espaço em espaço. Essas gema podem formar raízes e folhas e originar novas plantas.



**Rizomas** são caules subterrâneos que acumulam substâncias nutritivas. Em alguns rizomas ocorre acúmulo de material nutritivo em certas regiões, formando tubérculos. Rizomas podem ser distinguidos de raízes pelo fato de apresentarem gemas laterais. O gengibre, usado como tempero na cozinha oriental, é um caule tipo rizoma.

Na **bananeira**, o caule é um rizoma e a parte aérea é constituída exclusivamente por folhas. Uma única vez na vida de uma bananeira um ramo caulinar cresce para fora do solo, dentro do conjunto de folhas, e forma em seu ápice uma inflorescência que se transforma em um cacho com várias pencas de bananas. A **batata-inglesa** possui um caule subterrâneo que forma tubérculos, as batatas, um dos alimentos mais consumidos no mundo.



**Bulbos** são estruturas complexas formadas pelo caule e por folhas modificadas. Os bulbos costumam ser classificados em três tipos: tunicado, escamoso e cheio.

O exemplo clássico de bulbo tunicado é a cebola, cuja porção central, chamada prato, é pouco desenvolvida. Da parte superior do prato partem folhas modificadas, muito ricas em substâncias nutritivas: são os catafilos, que formam a cabeça da cebola. Da porção inferior do prato partem as raízes. O bulbo escamoso difere do tunicado pelo fato dos catafilos se disporem como escamas parcialmente sobrepostas. Esse tipo de bulbo é encontrado no lírio.

No caso do bulbo cheio, as escamas são menos numerosas e revestem o bulbo como se fosse uma casca. Bulbos cheios estão presentes na palma.



**Cladódios** são caules modificados, adaptados à realização de fotossíntese. As plantas que os possuem perderam as folhas no curso da evolução, geralmente como adaptação a regiões de clima seco. A ausência de folhas permite à planta economizar parte da água que será perdida por evaporação.



**Gavinhas** são ramos modificados que servem para a fixação de plantas trepadeiras. Ao encontrar um substrato adequado as gavinhas crescem enrolando-se sobre ele.

Espinhas são ramos curtos, resistentes e com ponta afiada, cuja função é proteger a planta, afastando dela animais que poderiam danificá-la. Os espinhos tanto podem surgir por modificações de folhas, como nas cactáceas, como se originar do caule. Nesse caso forma-se nas axilas das folhas, a partir de uma gema axilar, como ocorre nos limoeiros e laranjeiras.

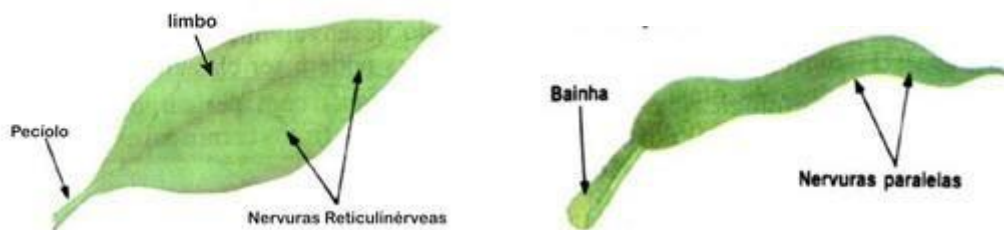
Nas roseiras não há espinhos verdadeiros e sim acúleos, estruturas afiadas originadas da epiderme, o que explica serem facilmente destacáveis da planta, ao contrário dos espinhos.



### A folha: local da fotossíntese

De formato extremamente variável, uma folha completa é formada por um “cabinho”, o **pecíolo**, e uma superfície achatada dotada de duas faces, o **limbo** percorrido pelas **nervuras**. A principal função da folha é servir como local em que é realizada a fotossíntese. Em algumas plantas, existem folhas modificadas e que exercem funções especializadas, como as folhas aprisionadoras de insetos das plantas insetívoras, e os espinhos dos cactos.

Uma folha é sempre originada a partir de um **gema lateral** do caule. Existem dois tipos básicos de folhas quanto ao tipo de nervura que apresentam: as **paralelinérveas**, típicas das monocotiledôneas, e as **reticulínérveas**, comuns em dicotiledôneas.



### Algumas estruturas foliares especiais

Em algumas plantas, principalmente monocotiledôneas, não há um tecido propriamente dito, mas um estrutura conhecida pelo nome de **bainha**, que serve de elemento de ligação da folha à planta. É o caso, por exemplo, da folha de milho. Já em eudicotiledôneas, próximas aos pecíolos existem estruturas de formatos diversos – podem ser pontiagudas, laminares ou com a forma de espinhos – conhecidas por **estípulas**.



O formato e a cor das folhas são muito variáveis e algumas delas chamam a atenção por sua estrutura peculiar. É o caso por exemplo, das **folhas modificadas presentes em plantas carnívoras**, cuja

adaptação auxilia na captura de insetos. Também é especialmente interessante a coloração de certas **brácteas**, pequenas folhas modificadas na base das flores, apresentam: de tão coloridas, elas atuam como importante elemento para **atração dos insetos**.



***Dionaea Muscipula***- Planta carnívora

### Plantas decíduas e abscisão foliar



Em muitas espécies de angiospermas, principalmente nas adaptadas a regiões temperadas, as folhas caem no outono e renascem na primavera. Plantas que perdem as folhas em determinada estação do ano são chamadas **decíduas** ou **caducifólias**. Plantas que não perdem as folhas são chamadas de **perenes**.

A queda das folhas no outono é interpretada como uma **adaptação ao frio intenso e à neve**. Em vez de ter as folhas lesadas pelo frio do inverno, a planta as derruba “deliberadamente” no outono, em um processo por ela controlado.

A queda das folhas ocorre por meio de um processo chamado **abscisão foliar**. Inicialmente forma-se um tecido cicatricial na região do pecíolo que une a folha ao caule, o tecido de abscisão, que interrompe gradativamente a passagem de água e nutrientes minerais do caule para a folha. A planta, assim, perde as folhas com o mínimo de prejuízo e reduz a atividade metabólica durante todo o inverno. Na primavera, surgem novos primórdios foliares junto às gemas dormentes, que logo se desenvolvem em folhas.

### Classificação das folhas

As folhas podem ser classificadas de diversas maneiras: **de acordo com a sua disposição no caule, a forma do limbo, a forma da borda etc.**

#### Filotaxia

Filotaxia é o modo como as folhas estão arranjadas no caule. Existem três tipos básicos de filotaxia: oposta, verticilada e alternada.

A filotaxia é oposta quando existem duas folhas por nó, inseridas em regiões opostas. Quando três ou mais folhas inserem-se no mesmo nó, a filotaxia é chamada verticilada. Quando as folhas se inserem em regiões ligeiramente deslocadas entre si, em nós sucessivos, descrevendo uma hélice, a filotaxia é chamada alternada.



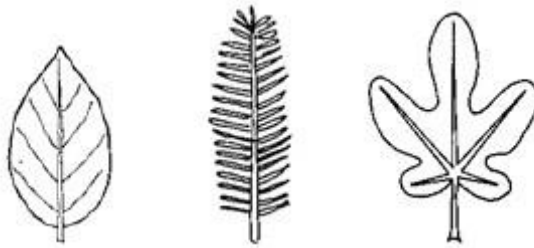
Folha oposta



Folha verticilada

### Tipos de limbo

O limbo pode ser **simples** (não dividido) ou **composto**, dividido em dois, três ou mais folíolos. Caso os folíolos de um limbo composto partam todos de um mesmo ponto do pecíolo, dispendo-se como os dedos de uma mão, a folha é chamada de **palmada**.



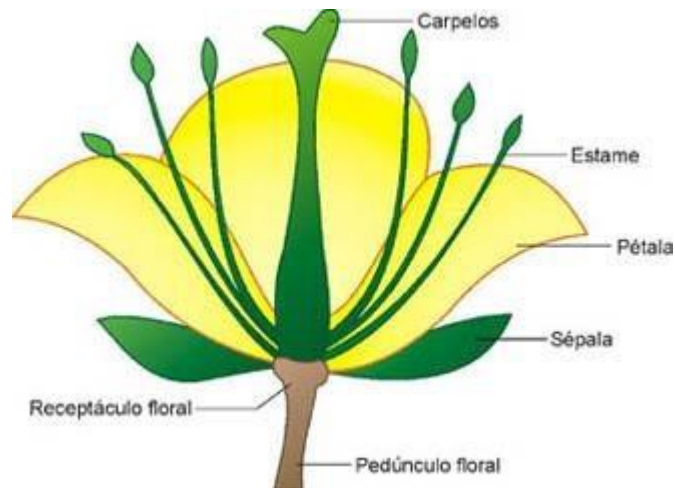
Quando os folíolos se dispõem ao longo do pecíolo, a folha é chamada de **penada**. As folhas penadas podem terminar em um único folíolo, sendo chamadas **imparipenadas**, ou em dois folíolos, sendo chamadas paripenadas.

A forma e o tipo de borda do limbo são outras características utilizadas na classificação de folhas.

### Flor

A flor é o órgão reprodutivo das plantas angiospermas. Flores que apresentam órgãos reprodutores de ambos os sexos, masculino e feminino, são chamadas de **hermafroditas (ou monoica)**. Já as flores que apresentam órgãos reprodutores de apenas um dos sexos (masculino ou feminino) são chamadas de **dioica**.

Uma flor hermafrodita é geralmente constituída por quatro conjuntos de folhas modificadas, os verticilos florais. Os verticilos se inserem em um ramo especializado, denominado receptáculo floral. Os quatro verticilos florais são o **cálice**, constituído pelas sépalas, a **corola**, constituída pelas pétalas, o **androceu**, constituído pelos estames, e o **gineceu**, constituído pelos carpelos.

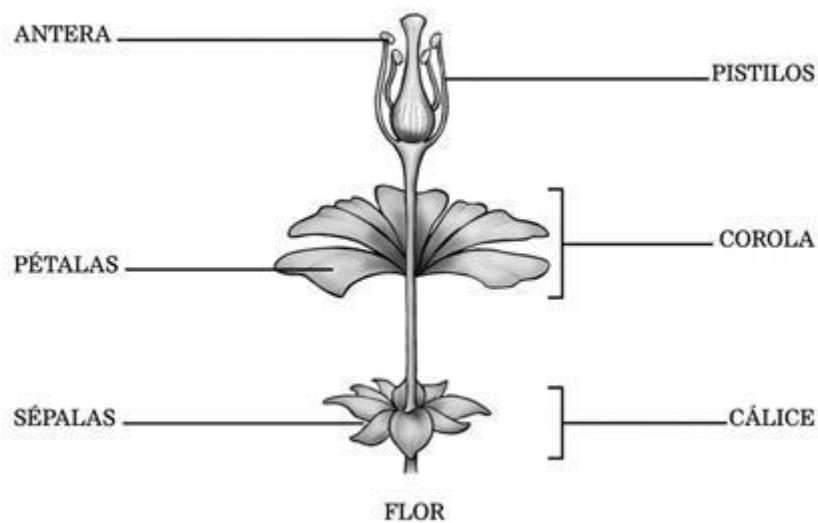


### Flores completas e incompletas

Uma flor que apresenta os quatro verticilos florais, ou seja, cálice, corola, androceu e gineceu, é uma flor completa. Quando falta um ou mais desses componentes a flor é chamada incompleta.

### Cálice, corola e perianto

As sépalas são geralmente verdes e lembram folhas. São as partes mais externas da flor e a sua função é cobrir e proteger o botão floral antes dele se abrir. **O conjunto de sépalas forma o cálice floral.** Pétalas são estruturas geralmente coloridas e delicadas e se localizam internamente às sépalas. **O conjunto de pétalas forma a corola.**

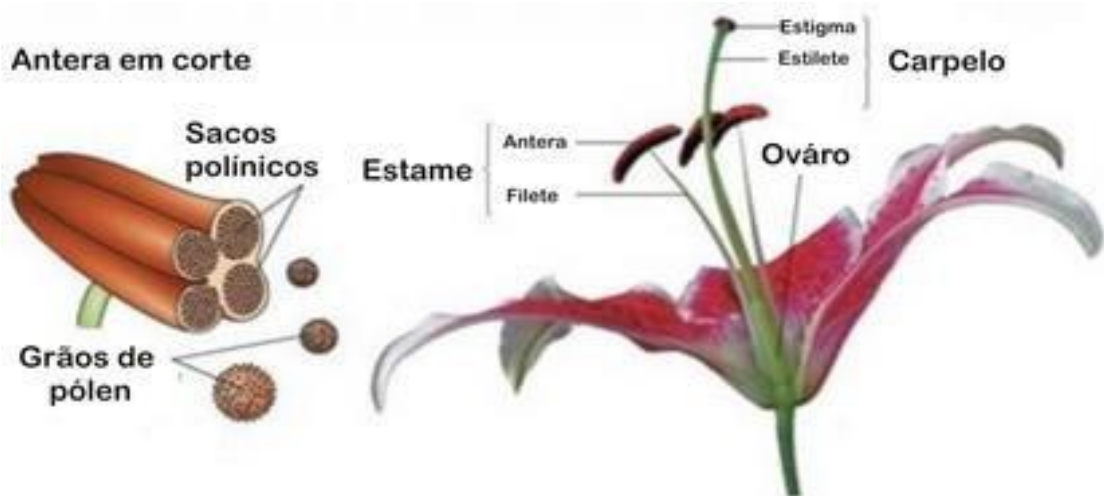
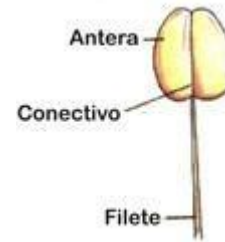


O conjunto formado pelos dois verticilos florais mais externos, o cálice e a corola, é denominado **perianto** (do grego *Peri*, em torno, e *anthos*, flor).

## Estames

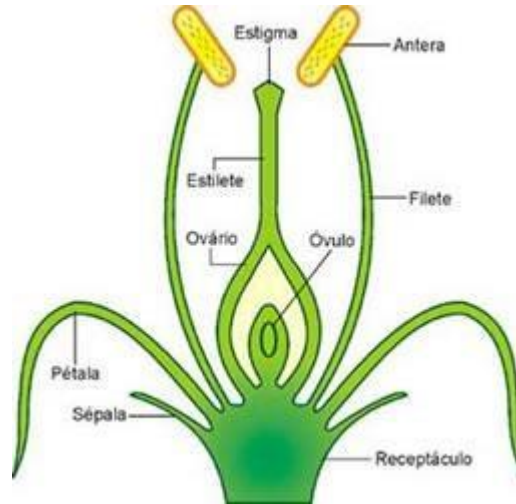
**Estames** são folhas modificadas, onde se formam os gametas masculinos da flor. O conjunto de estames forma o **androceu** (do grego *andros*, homem, masculino). Um estame geralmente apresenta uma parte alongada, o **filete**, e uma parte terminal dilatada, a **antera**.

O interior da antera é geralmente dividido em quatro cavidades, dentro das quais se formam os grãos de pólen. No interior de cada grão de pólen forma-se dois gametas masculinos, denominados **núcleos espermáticos**. Quando a flor está madura, as anteras se abrem e libertam os grãos de pólen



## Carpelos

**Carpelos** são folhas modificadas, em que se formam os gametas femininos da flor. Um ou mais carpelos formam uma estrutura em forma de vaso, o **pistilo**. Este apresenta uma região basal dilatada, o **ovário**, do qual parte um tubo, o **estilete**, que termina em uma região dilatada, o **estigma**. O conjunto de pistilos de uma flor constitui o **gineceu** (do grego *gynkos*, mulher, feminino).



O pistilo pode ser constituído por um, dois ou mais carpelos, dependendo do tipo de flor. Em geral, o número de câmaras internas que o ovário apresenta corresponde ao número de carpelos que se fundiram para formá-lo. No interior do ovário formam-se um ou mais **óvulos**.

Os óvulos vegetais são estruturas complexas, constituídas por muitas células. Nisso os óvulos vegetais diferem dos óvulos animais, que são estruturas unicelulares.

No interior de cada óvulo vegetal se encontra uma célula especializada, a **oosfera**, que é o gameta feminino propriamente dito.

### Diagramas florais

O número dos tipos de peças florais estudadas é variável de flor para flor e pode ser representado esquematicamente por um diagrama. Cada tipo pode ser representado por 3, 4 ou 5 peças ou múltiplos desses números. Na flor do hibisco, por exemplo, uma planta comum em jardins, há 5 sépals, 5 pétalas, um número múltiplo de 5 estames e um pistilo cujo ovário é dividido em 5 lojas.

### Inflorescências

Em algumas plantas muitas flores se agrupam em um mesmo ramo, formando conjuntos denominados inflorescências.



## Formação dos frutos e das sementes

### Para que servem as flores?

Após a polinização e a fecundação, a flor sofre uma modificação extraordinária. De todos os componentes que foram vistos anteriormente, acabam sobrando apenas o pedúnculo e o ovário. Todo o restante degenera. O ovário sofre uma grande modificação, se desenvolve e agora dizemos que virou fruto. Em seu interior os óvulos viram sementes.

Assim, a grande novidade das angiospermas, em termos de reprodução, é a presença dos frutos. Todos os componentes da flor que estudamos participa do processo reprodutivo que culminará na produção de sementes dentro do fruto. Em toda a angiosperma é assim, mas deve-se se lembrar de que existe variações: há diferentes formatos de frutos e diferentes quantidades ou até mesmo nenhuma semente. Quando a planta tem inflorescências para a reprodução, os frutos formados também ficarão reunidos e constituirão as infrutescências. É o caso do cacho de uvas, da amora, da jaca e da espiga de milho.

### Como ocorre a formação dos frutos

Polinização e fecundação

**Polinização** é o transporte dos grãos de pólen das anteras, onde eles se formam, até o estigma, geralmente de outra flor. A polinização é o primeiro passo para a aproximação dos gametas femininos e masculinos, essencial para que a fecundação ocorra.

O transporte do pólen, até o estigma é feito por **agentes polinizadores**, que podem ser o vento, os insetos ou os pássaros.

#### Anemofilia

A **polinização pelo vento** é chamada de anemofilia (do grego *anemos*, vento). Há diversas adaptações que favorecem esse tipo de polinização. As flores de plantas anemófilas geralmente tem estigmas plumosos, que oferecem maior superfície para receber os grãos de pólen. Suas anteras geralmente possuem filetes longos e flexíveis que oscilam ao vento, o que facilita a dispersão do pólen. Além disso, as plantas anemófilas costumam produzir grande quantidade de grãos de pólen, o que aumenta as chances de polinização.

#### Entomofilia e ornitofilia

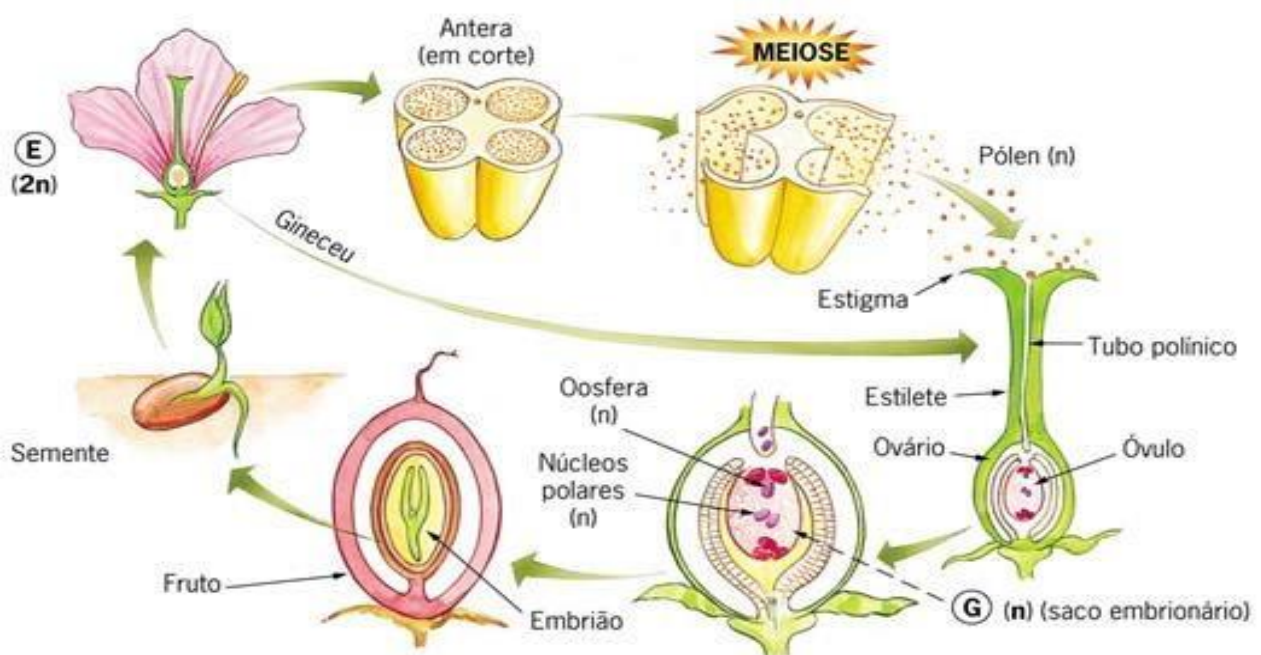
A polinização por insetos é chamada entomofilia (do grego *entomos*, inseto) e a polinização por aves, ornitofilia (do grego *ornithos*, aves). As flores polinizadas por animais geralmente possuem características que atraem os polinizadores, tais como corola vistosa, glândulas odoríferas e produtoras de substâncias açucaradas (néctar). Existem até mesmo flores que produzem dois tipos de estames, um com grãos de pólen férteis mas pouco atraentes e outro com pólen atraente e comestível. O animal à procura do pólen comestível, se impregna com o pólen fértil, transportando-o de uma flor para a outra.



## Fecundação

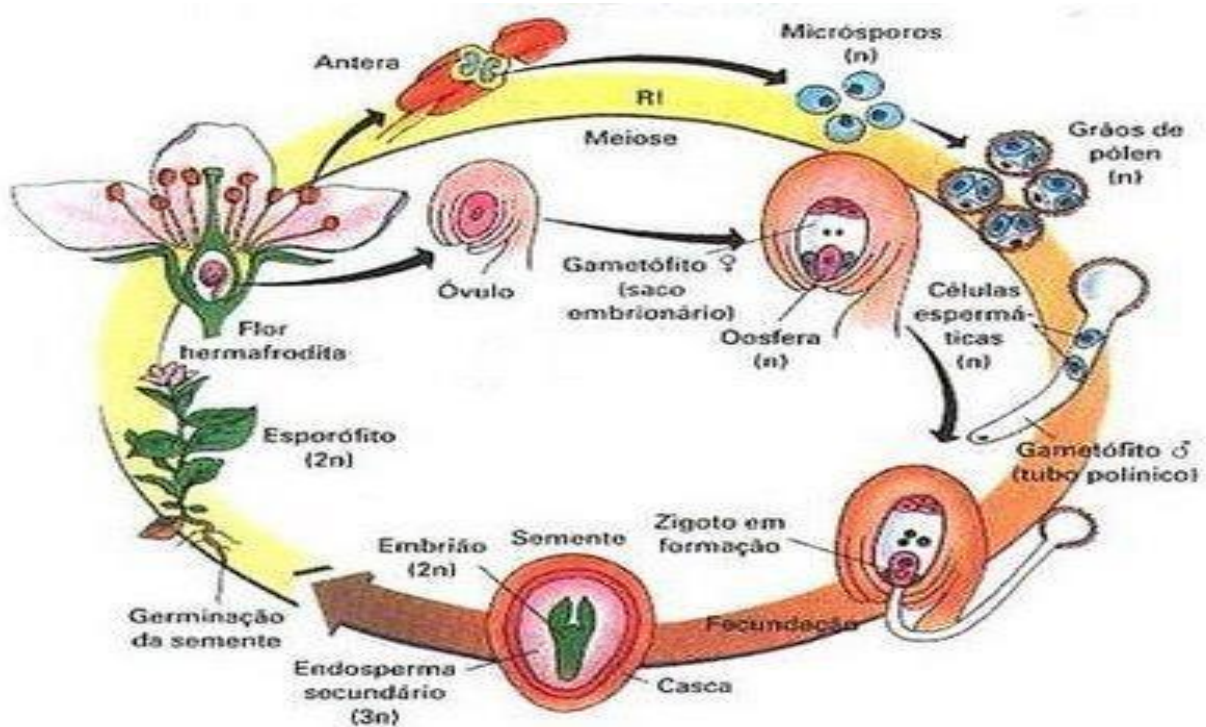
Um grão de pólen, ao atingir o estigma de uma flor de mesma espécie, é estimulado a se desenvolver por substâncias indutoras presentes no estigma. O pólen forma um longo tubo, o tubo polínico, que cresce pistilo adentro até atingir o óvulo. Este possui um pequeno orifício nos tegumentos, denominado micrópila, por onde o tubo polínico penetra. Pelo interior do tubo polínico deslocam-se duas células haploides, os núcleos espermáticos, que são os gametas masculinos.

No interior do óvulo há uma célula haploide especial, a oosfera, que corresponde ao gameta feminino. A oosfera situa-se em posição estratégica dentro do óvulo, bem junto a pequena abertura denominada micrópila. O tubo polínico atinge exatamente a micrópila ovular e um dos dois núcleos espermáticos do pólen fecunda a oosfera, originando o zigoto. Este dará origem ao embrião.



O outro núcleo espermático se une a dois núcleos polares presentes no interior do óvulo, originando um tecido triploide, o endosperma, que nutrirá o embrião.

O óvulo fecundado se transforma na semente, que contém um pequeno embrião em repouso em seu interior.



### Frutos e sementes

Os **frutos surgem do desenvolvimento dos ovários**, geralmente após a fecundação dos óvulos. Em geral, a transformação do ovário em fruta é induzida por hormônios liberados pelos embriões em desenvolvimento. Existem casos, porém, em que ocorre a formação de frutos sem que tenha havido polinização.

### Partes do fruto

Um fruto é constituído por duas partes principais: o pericarpo, resultante do desenvolvimento das paredes do ovário, e as sementes, resultantes do desenvolvimento dos óvulos fecundados.

O pericarpo compõe-se de três camadas: epicarpo (camada mais externa), mesocarpo (camada intermediária) e endocarpo (camada mais interna). Em geral o mesocarpo é a parte do fruto que mais se desenvolve, sintetizando e acumulando substâncias nutritivas, principalmente açúcares.



### Classificação dos frutos

Diversas características são utilizadas para se classificar os frutos, entre elas o tipo de pericarpo, se o fruto abre-se ou não espontaneamente para liberar as sementes, etc.

Frutos que apresentam pericarpo suculento são denominados carnosos e podem ser do tipo baga, quando se originam de ovários uni ou multicarpelares com sementes livres (ex.: tomate, abóbora, uva e laranja), ou do tipo drupa, quando se originam de ovários unicarpelares, com sementes aderidas ao endocarpo duro (ex.: azeitona, pêssego, ameixa e amêndoa).

Frutos que apresentam endocarpo não suculento são chamados de secos e podem ser deiscentes, quando se abrem ao amadurecer, liberando suas sementes, ou indeiscentes, quando não se abrem ao se tornar maduros.

Os frutos podem ser classificados de acordo com o tipo de pericarpo que apresentam:	De acordo com a sua deiscência os frutos podem ser: <a href="http://www.sobiologia.com.br">www.sobiologia.com.br</a>	Os frutos podem ser classificados de acordo com o número de sementes que apresentam:
<p><b>Frutos secos</b> Pericarpos pobres em água, sem substâncias nutritivas encontradas geralmente acumuladas na semente. Ex.: ervilha, castanha...</p> 	<p><b>Frutos deiscentes</b> O pericarpo abre quando o fruto está maduro, permitindo a saída das sementes. Ex.: ervilha...</p> 	<p><b>Frutos monospérmicos</b> Quando possuem apenas uma semente. Ex.: pêssego, abacate...</p> 
<p><b>Frutos Carnosos</b> Pericarpos ricos em água, e em substâncias nutritivas constituindo, geralmente o mesocarpo Ex. : maçã, limão...</p> 	<p><b>Frutos indeiscentes</b> O pericarpo não abre, não permitindo a saída das sementes. Ex.: laranja, maçã...</p> 	<p><b>Frutos polispérmicos</b> Quando possuem mais de uma semente. Ex.: laranja, melão...</p> 

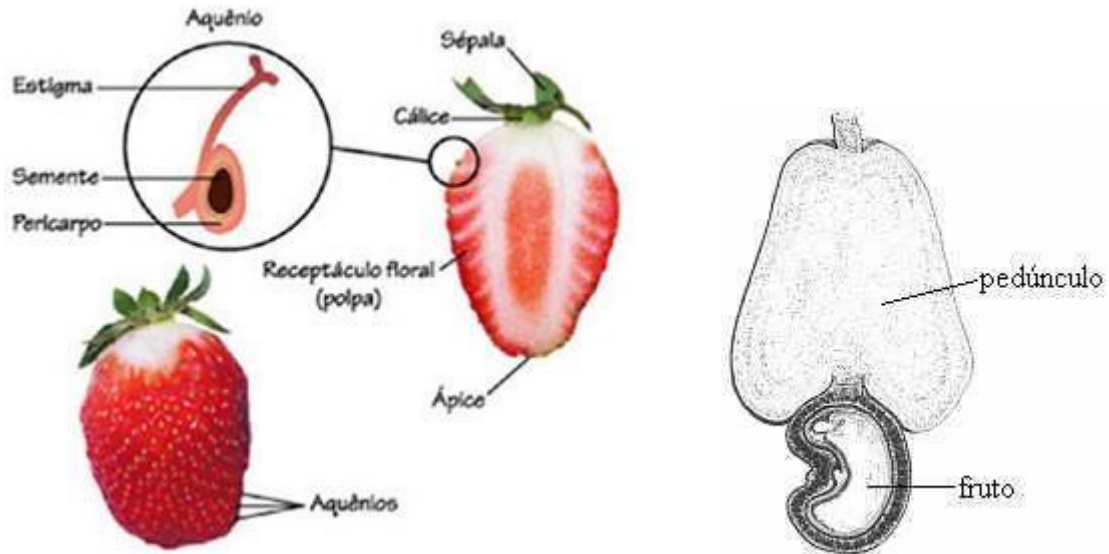
### A diferença de fruta e fruto

O que se conhece popularmente por “**frutas**” não tem significado botânico. Fruta é aquilo que tem sabor agradável, às vezes azedo, às vezes doce. É o caso da laranja, pêssego, caju, banana, pera, maçã, morango, amora. Note que nem toda fruta é fruto verdadeiro.

Já o tomate, a berinjela, o jiló e a abobrinha, entre outros, são frutos verdadeiros, mas não são frutas...

Pseudofrutos e frutos partenocárpicos

Nos **pseudofrutos a porção comestível não corresponde ao ovário desenvolvido**. No caju, ocorre hipertrofia do pedúnculo floral. Na maçã, na pera e no morango, é o receptáculo floral que se desenvolve.



Assim, ao comer a polpa de um abacate ou de uma manga você está se alimentando do fruto verdadeiro. No entanto, ao saborear um caju ou uma maçã, você está mastigando o pseudofruto. No caso da banana e da laranja de umbigo (baiana), o fruto é **partenocárpico**, corresponde ao ovário desenvolvido sem fecundação, logo, sem sementes.

### Origem e estrutura da semente

A **semente** é o óvulo modificado e desenvolvido. Toda a semente possui um envoltório, mais ou menos rígido, um embrião inativo da futura planta e um material de reserva alimentar chamado **endosperma** ou albúmen.

Em condições ambientais favoráveis, principalmente de umidade, ocorre a hidratação da semente e pode ser iniciada a germinação.

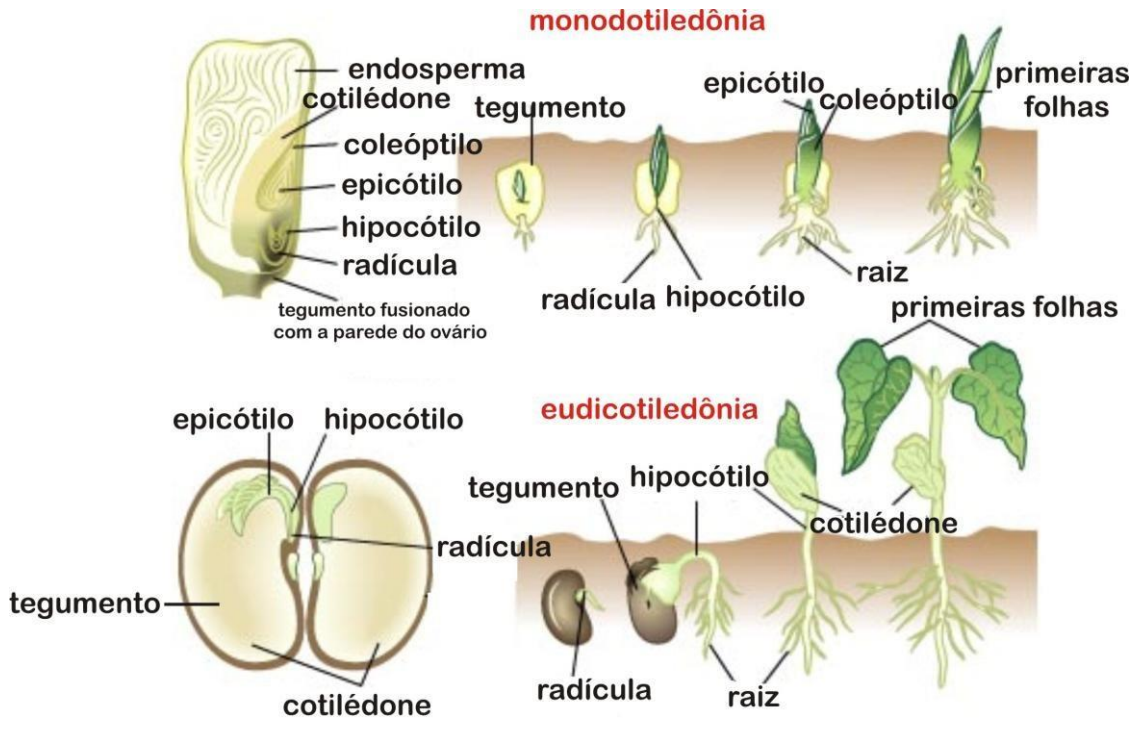
### Os cotilédones

Todo o embrião contido em uma semente de angiosperma é um eixo formado por duas extremidades:

A **radícula**, que é a primeira estrutura a emergir, quando o embrião germina;

O **caulículo**, responsável pela formação das primeiras folhas embrionárias.

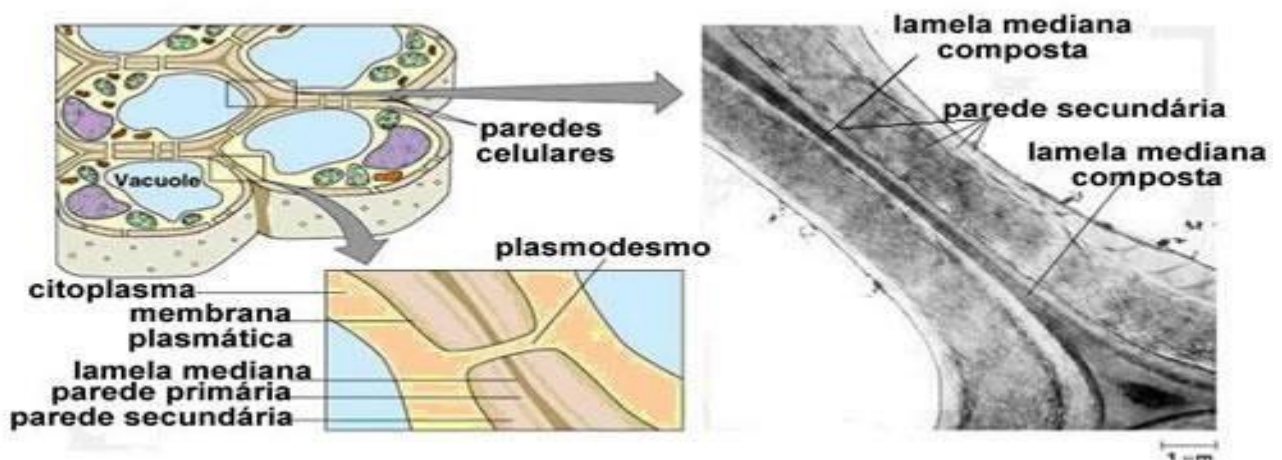
Uma “folha” embrionária merece especial atenção. É o cotilédone. Algumas angiospermas possuem dois cotilédones, outras possuem apenas um. Plantas que possuem dois cotilédones, são chamadas de eudicotiledôneas e plantas que possuem um cotilédone são chamadas de monocotiledôneas. Os cotilédones inserem-se no caulículo, que dará origem ao caule.



### A célula vegetal

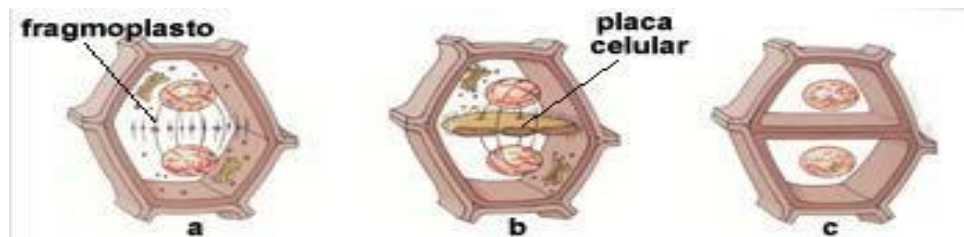
A compreensão da anatomia e da fisiologia das plantas depende, fundamentalmente, do conhecimento sobre a organização e o funcionamento de suas células.

As células das plantas vegetais apresentam pelo menos duas características que permitem distingui-las claramente das células animais: **possuem um envoltório externo rígido, a parede celular**, e um orgânulo citoplasmático responsável pela fotossíntese, **o plasto**. Além disso, quando adultas, a maioria das células vegetais possui uma grande bolsa membranosa na região central do citoplasma, o **vacúolo central**, que acumula uma substância aquosa de sais e açúcares.

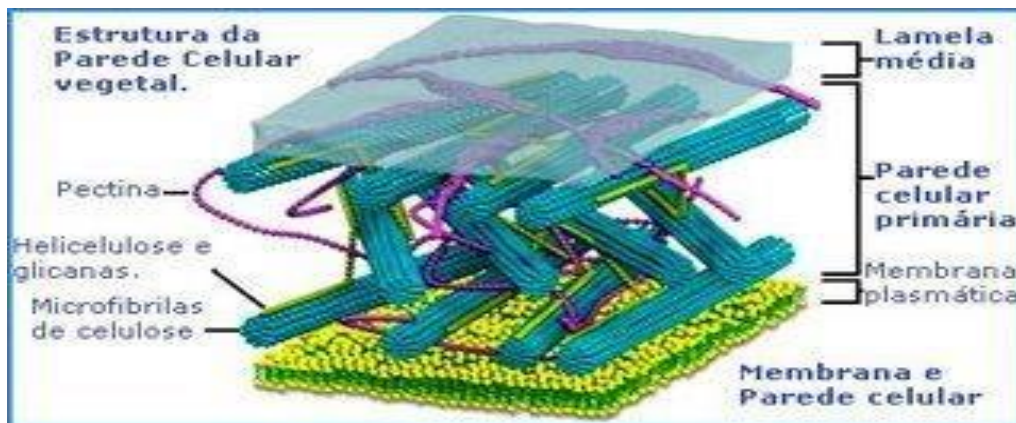


### Parede da célula vegetal

A parede celular começa a se formar ainda na **telófase** da mitose que dá origem à célula vegetal. Bolsas membranosas oriundas do aparelho de Golgi, repletas de substâncias gelatinosas denominadas **pectinas**, acumulam-se na região central da célula em divisão e se fundem, originando uma placa chamada **fragmoplasto**. Enquanto a telófase avança, o fragmoplasto vai crescendo pela fusão de bolsas de pectina em suas bordas. Durante esse crescimento centrífugo (isto é, do centro para fora), forma-se poros no fragmoplasto, por onde passa fios de hialoplasma, que põe em comunicação os conteúdos das futuras células vizinhas. Essas pontes hialoplasmáticas são os **plasmodesmos** (do grego *plasma*, líquido, relativo ao citoplasma, e *desmos*, ponte, união).



O fragmoplasto atua como uma espécie de “forma” para a construção das paredes celulósicas. Cada célula irmã-secreta celulose sobre o fragmoplasto e vai construindo, de seu lado, uma parede celulósica própria. A camada de pectinas, que foi a primeira separação entre as células-irmãs, atua agora como um cimento intercelular, passando a se chamar **lamela média**.

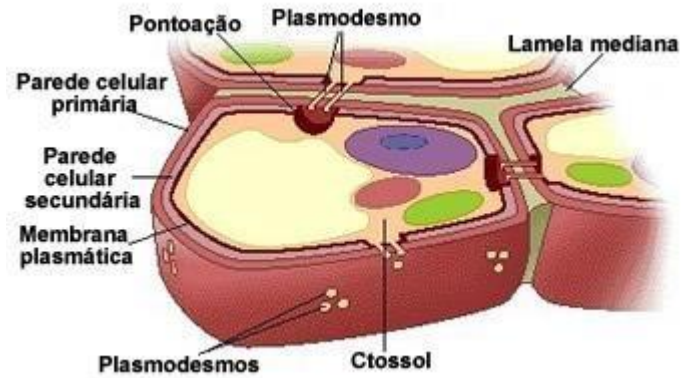


### Estrutura da parede celular vegetal

A parede da célula vegetal é constituída por longas e resistentes microfibrilas de **celulose**. Uma microfibrila reúne entre sessenta e setenta moléculas de celulose, cada qual, constituída, por sua vez, por quinhentas moléculas de **glicose** encadeadas linearmente. As microfibrilas de celulose mantêm-se unidas por uma matriz formada por **glicoproteínas** (proteínas ligadas á açucares) e por dois polissacarídeos, **hemicelulose** e **pectina**. Esta estruturação molecular lembra o concreto armado, onde longas e resistentes varetas de ferro, correspondentes as microfibrilas celulósicas, ficam mergulhadas em uma argamassa de cimento e pedras, correspondente à matriz de glicoproteínas, hemicelulose e pectina.

### Paredes primárias e secundárias

A parede celulósica secretada logo após a divisão celular é a parede primária. Essa parede é elástica e acompanha o crescimento celular. Depois que a célula atingiu o seu tamanho e forma definitivos, ela secreta uma nova parede internamente à parede primária. Essa é a parede secundária.



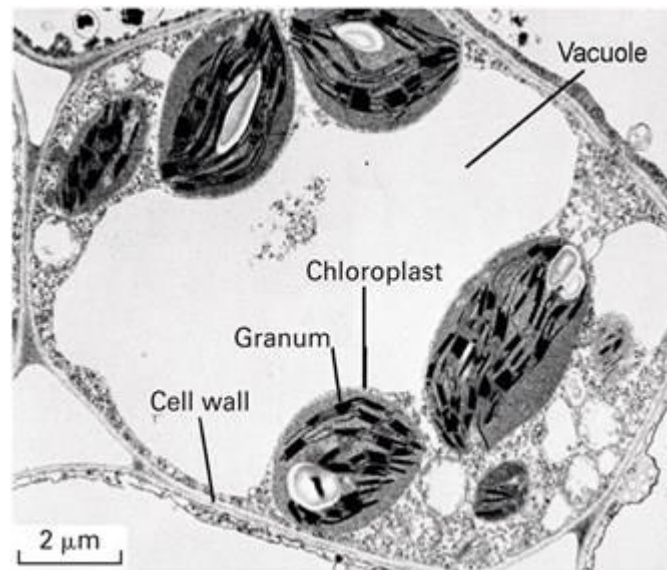
As especializações das células das plantas estão sempre associadas à estrutura das paredes celulares. Nos diferentes tecidos vegetais as células têm paredes diferentes de diferentes espessuras, organização e composição química, que determinam não só a forma como também as funções das células.



### Conteúdo celular - principais organelas

#### Vacúolo

Delimitado por uma membrana denominada **tonoplasto**. Contém água, açúcares, proteínas; pode-se encontrar ainda compostos fenólicos, pigmentos como betalaínas, antocianinas cristais de oxalato de cálcio (drusas, estiloides, cristais prismáticos, rafídios, etc.). Muitas das substâncias estão dissolvidas, constituindo o suco celular, cujo pH é geralmente ácido, pela atividade de uma **bomba de próton** no tonoplasto. Em células especializadas pode ocorrer um único vacúolo, originado a partir da união de pequenos vacúolos de uma antiga célula meristemática (célula-tronco); em células parenquimáticas o vacúolo chega a ocupar 90% do espaço celular.



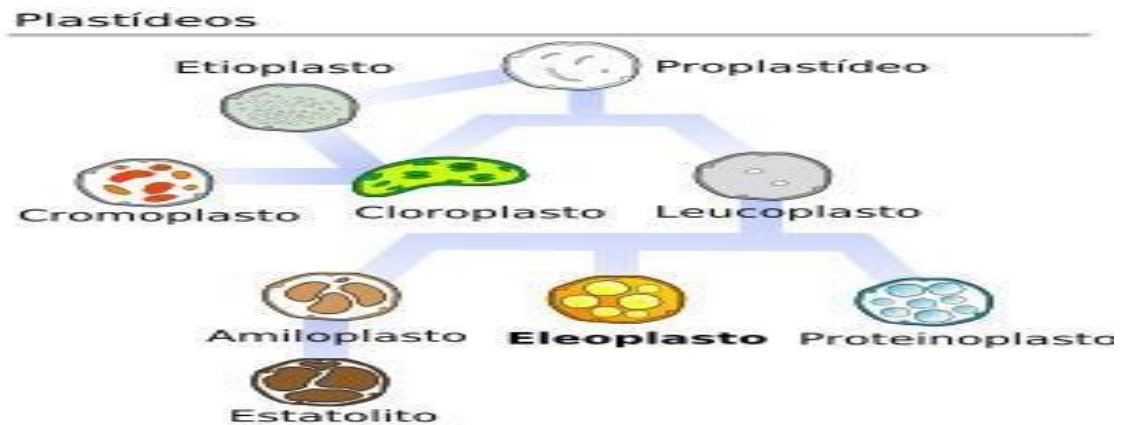
**Funções: Ativo em processos metabólicos, como:**

- **armazenamento de substâncias** (vacúolos pequenos - acúmulo de proteínas, íons e outros metabólitos). Um exemplo são os microvacúolos do endosperma da semente de mamona (*Ricinus communis*), que contêm grãos de aleurona;
- **processo lisossômico** (através de enzimas digestivas, existentes principalmente nos vacúolos centrais e bem desenvolvidos, cujo tonoplasto sofre invaginações para englobar material citoplasmático contendo organelas (a autofagia ocorre em células jovens ou durante a senescência). Originam-se a partir do sistema de membranas do complexo golgiense. Seu tamanho aumenta à medida que o tonoplasto incorpora vesículas derivadas do complexo de Golgi.

**Plastos**

Organelas formadas por um **envelope de duas membranas unitárias** contendo internamente uma matriz ou estroma, onde se situa um sistema de membranas saculiformes achatadas, os tilacóides. Originam-se dos plastídios e **contêm DNA e ribossomos**. São divididos em três grandes grupos:

- **cloroplasto**;
- **cromoplasto**
- **leucoplasto**; estes, por sua vez, originam-se de estruturas muito pequenas, os proplastídios (que normalmente já ocorrem na oosfera, no saco embrionário e nos sistemas meristemáticos). Quando os proplastídios se desenvolvem na ausência de luz, apresentam um sistema especial, derivado da membrana interna, originando tubos que se fundem e formam o corpo prolamelar.



**Cloroplastos:** Seu genoma codifica algumas proteínas específicas dessas organelas; contêm clorofila e estão associados à fase luminosa da fotossíntese, sendo mais diferenciados nas folhas. Seu sistema de tilacóides é formado por pilhas de membranas em forma de discos, chamado de granus; é nesse sistema que se encontra a clorofila. Na matriz ocorrem as reações de fixação de gás carbônico para a produção de carboidratos, além de aminoácidos, ácidos graxos e orgânicos. Pode haver formação de amido e lipídios, estes últimos em forma de glóbulos (plastoglóbulos).

**Cromoplastos:** Portam pigmentos carotenoides (geralmente amarelos, alaranjados ou avermelhados); são encontrados em estruturas coloridas como pétalas, frutos e algumas raízes. Surgem a partir dos cloroplastos.

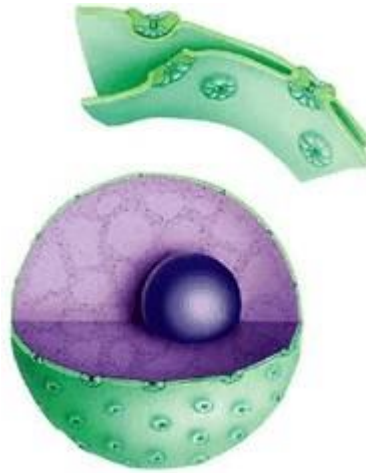
**Leucoplastos:** Sem pigmentos; podem armazenar várias substâncias:

- amiloplastos: armazenam amido. Ex.: em tubérculos de batatinha inglesa (*Solanum tuberosum*).
- proteinoplastos: armazenam proteínas.
- elaioplastos: armazenam lipídios. Ex.: abacate (*Persea americana*).

#### Conteúdo celular - organelas em comum com células animais

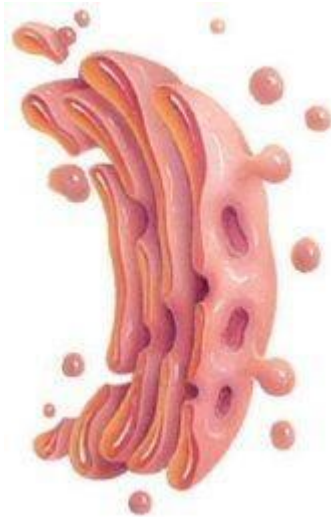
##### Núcleo

Importante organela existente nas células eucariontes, constitui-se de duas membranas com um espaço entre si e contendo poros. Possui duas funções básicas: **regular as reações químicas que ocorrem dentro da célula**, e **armazenar as informações genéticas da célula**. Em seu interior distinguem-se o **nucléolo** e a **cromatina**. Durante a divisão celular, a cromatina se condensa em estruturas com formas de bastão, os **cromossomos**.



### Sistema Golgiense (complexo de Golgi)

É constituído de várias unidades menores, os **dictiossomos**. Cada dictiossomo é composto por uma pilha de cinco ou mais sacos achatados, de dupla membrana lipoproteica. Nas bordas dos sacos podem ser observadas vesículas em processo de brotamento. Está relacionado aos processos de secreção, incluindo a secreção da primeira parede que separa duas células vegetais em divisão.

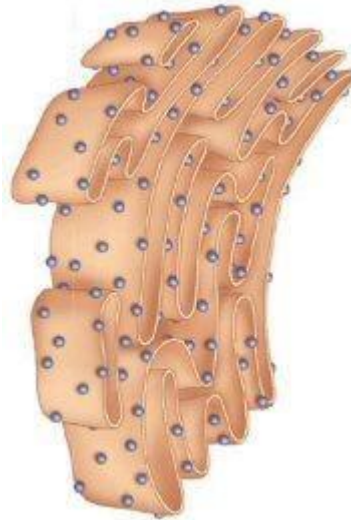


### Ribossomos

Estruturas constituídas de **RNA e proteínas**; podem estar livres no hialoplasma ou presos entre si por uma fita de RNA (polissomos) e, nesse caso, juntam os aminoácidos do citoplasma para formar cadeias de proteínas.

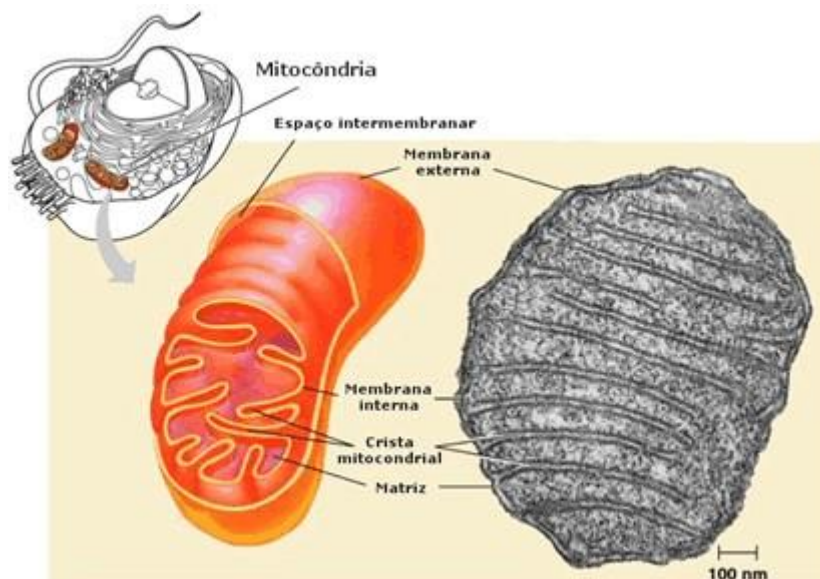
### Retículo endoplasmático

Constituído de um sistema de **duplas membranas lipoproteicas**. O retículo endoplasmático liso, é constituído por duas membranas e o retículo endoplasmático rugoso possui ribossomos aderidos do lado externo aderidos ao lado externo. O retículo liso facilita reações enzimáticas, já que as enzimas se aderem à sua membrana, **sintetiza lipídios** (triglicerídeos, fosfolipídios e esteroides), **regula a pressão osmótica** (armazenando substâncias em sua cavidade), atua no transporte de substâncias (comunicando-se com a carioteca e com a membrana celular). o retículo rugoso além de desempenhar todas as funções do retículo liso ele ainda sintetiza proteínas, devido a presença de ribossomos.



### Mitocôndrias

Organelas constituídas de duas membranas; a interna sofre invaginações, formando **cristas mitocondriais** que aumentam a superfície de absorção de substâncias existentes na matriz mitocondrial. O papel da mitocôndria é a liberação de energia para o trabalho celular.



### Peroxisomos

Estruturas com membrana bi-lipídica - **contêm enzimas que auxiliam no metabolismo lipídico**; participa do processo de fotorespiração, efetuando a oxidação do glicerato em glicolato, que é transaminado em glicina.

## Substâncias ergásticas

Produtos do metabolismo celular. Podem ser material de reserva ou produtos descartados pelo metabolismo da célula. Encontradas na parede celular e nos vacúolos, além de outros componentes protoplasmáticos. As mais conhecidas são: amido, celulose, corpos de proteína, lipídios, cristais de oxalato de cálcio (drusas, ráfides, etc.), cristais de carbonato de cálcio (cistólitos) e de sílica (estruturas retangulares, cônicas, etc.). Também são ergásticas as substâncias fenólicas, resinas, gomas, borracha e alcaloides. Muitas vezes as células que contêm essas substâncias são diferentes morfo e fisiologicamente das demais, sendo denominadas idioblastos.

## Tecidos vegetais

Um violento temporal, uma seca prolongada, um animal herbívoro ou qualquer outro agente agressivo do meio, têm que ser enfrentados pela planta imóvel, ao contrário de um animal, que pode se refugiar em lugar seguro até que as condições ambientais se normalizem.

Os tecidos protetores, ou de revestimento, de uma traqueófito são a epiderme e o súber. A eficiência deles pode garantir a proteção da planta contra diversos agentes agressivos do meio.

### O súber

É um tecido de revestimento existente em raízes e troncos – portanto em plantas arborescentes adultas, espesso, formado por várias camadas de células mortas. A morte celular, nesse caso é devida a impregnação de grossas camadas de **suberina** (um material lipídico) nas paredes da célula que fica, assim, oca. Como armazena ar, o súber funciona como um excelente isolante térmico, além de exercer, é claro, um eficiente papel protetor.



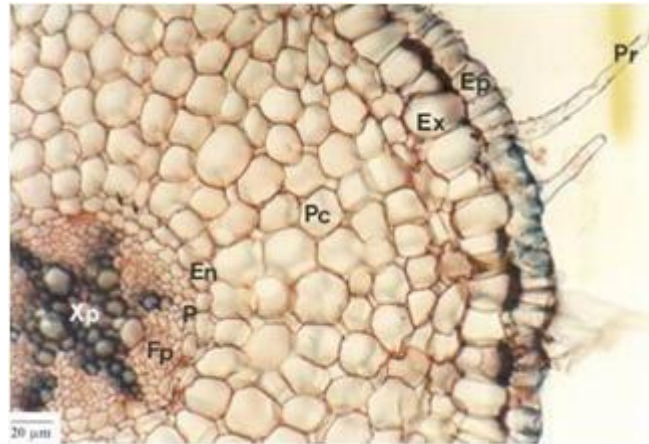
**Ritidoma**

O tronco de uma árvore periodicamente cresce em espessura. Esse crescimento força a ruptura do súber que racha em muitos pontos e acaba se destacando, juntamente com outros tecidos. Antes, porém, a árvore elabora novo súber que substituirá o que vai cair. A este material periodicamente destacado dá-se o nome de **ritidoma**.

### A epiderme

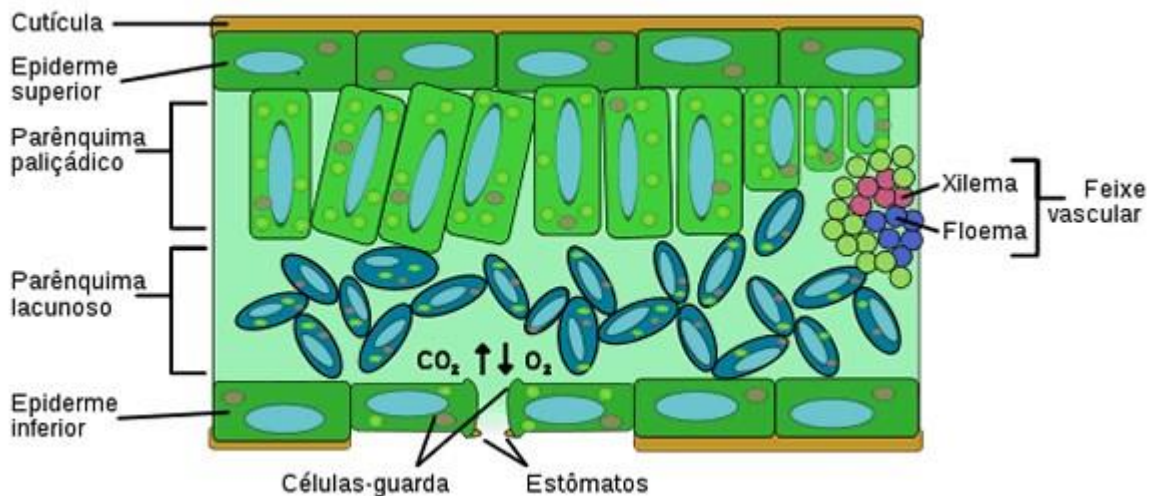
A epiderme das plantas vasculares é um tecido formado, de modo geral, por uma única camada de células de formato irregular, achatadas, vivas e aclorofiladas. É um tecido de revestimento típico de órgãos jovens

(raiz, caule e folhas). A epiderme de uma raiz mostra uma camada cilíndrica de revestimento, com uma zona pilífera, cujos pelos nada mais são do que extensões de uma célula epidérmica.



Corte transversal da raiz primária de *Mandevilla velutina*. Ep = epiderme; Pr = pêlos radicular; Ex = exoderme; Pc = parênquima cortical; En = endoderme; P = periciclo; Xp = xilema primária; Fp = floema primário.

Caules jovens também são revestidos por uma fina epiderme não dotada, porém, de pelos. É na folha que a epiderme possui notáveis especializações: sendo um órgão de face dupla, possui duas epidermes, a superior e a inferior.



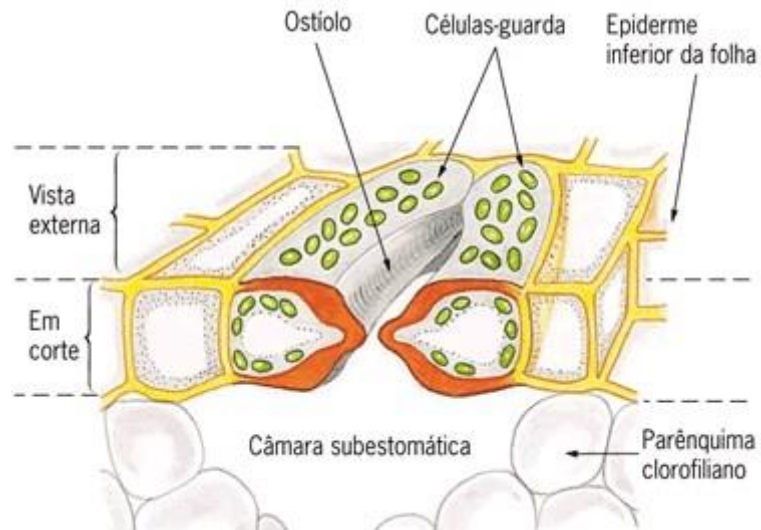
As células epidérmicas secretam para o exterior substâncias impermeabilizantes, que formam uma película de revestimento denominada cutícula. O principal componente da **cutícula** é a cutina, um polímero feito de moléculas de ácidos graxos. Além de evitar a perda de água, a cutícula protege a planta contra infecções e traumas mecânicos.

### Os anexos da epiderme

Diferenciam-se na epiderme estruturas como estômatos, tricomas, hidatódios e acúleos.

### Estômatos

Sem dúvida, os estômatos são os anexos mais importantes relacionados com a troca de gases e água entre as folhas e o meio. As células estomáticas são as únicas na epiderme que possuem clorofila. Um estômato visto de cima, assemelha-se a dois feijões dispostos com as concavidades frente a frente: são as duas células estomáticas ou células-guarda, que possuem parede celular mais espessa na face côncava e cuja disposição deixa entre elas um espaço denominado fenda estomática ou ostíolo.



Ao lado de cada **célula-guarda** há uma anexa, que não tem cloroplastos – é uma célula epidérmica comum. Em corte transversal, verifica-se que a fenda estomática dá acesso a um espaço, a **câmara estomática**, intercomunicante com os espaços aéreos do parênquima foliar de preenchimento.

**Atenção!** A troca de gases entre a planta e o meio ocorre através dos estômatos da epiderme e de uma estrutura chamada lenticelas presentes no súber. As lenticelas são pequenas aberturas que facilitam o ingresso e a saída de gases nas raízes e caules suberificados.

### Tricomas

Os tricomas são geralmente estruturas especializadas contra a perda de água por excesso de transpiração, ocorrendo em planta de clima quente. Podem ser, no entanto, secretores, produzindo secreções oleosas, digestivas ou urticantes. As plantas carnívoras possuem **tricomas “digestivos”** e a urtiga, planta que provoca irritação da pele, possui tricomas urticantes.



### Acúleos

Os acúleos, estruturas pontiagudas com função de proteção da planta contra predadores, são frequentemente confundido com espinhos, que são folhas ou ramos modificados. Os acúleos são fáceis de destacar e **são provenientes da epiderme**. Podem ser encontrados nas roseiras.

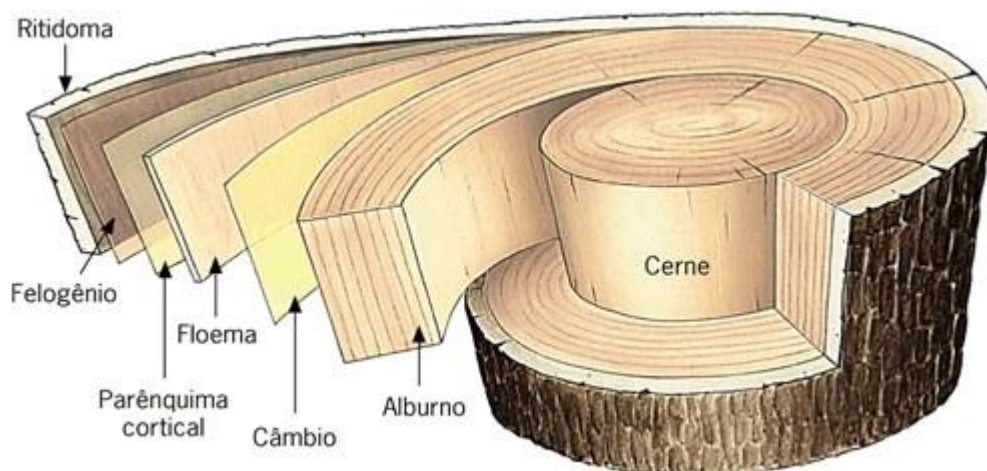


### Hidatódios

Hidatódios são estômatos modificados, especializados em eliminar excessos líquidos da planta. Os hidatódios geralmente presentes nas bordas das folhas, onde, pela manhã, é possível observar as gotas de líquido que eles eliminam, fenômeno conhecido como **gutação**.

### A sustentação das traqueófitas

O porte das traqueófitas só foi possível por adaptações que tornaram possível a sustentação do organismo vivo e a disponibilidade e transporte de água para todas as células.



A sustentação de uma traqueófito é devida à existência de tecidos especializados para essa função: o **colênquima** e o **esclerênquima**.

### O Colênquima

As células do colênquima são alongadas, irregulares e encontram-se dispostas em forma de feixes. Quando cortadas transversalmente, têm aspecto variado. São vivas, nucleadas, e a parede apresenta reforços de celulose, mais intensos nos cantos internos da célula, conferindo certa resistência ao esmagamento lateral. O colênquima é um **tecido flexível**, localizado mais externamente no corpo do vegetal e encontrado em estruturas jovens como pecíolo de folhas, extremidade do caule, raízes, frutos e flores.

### O Esclerênquima

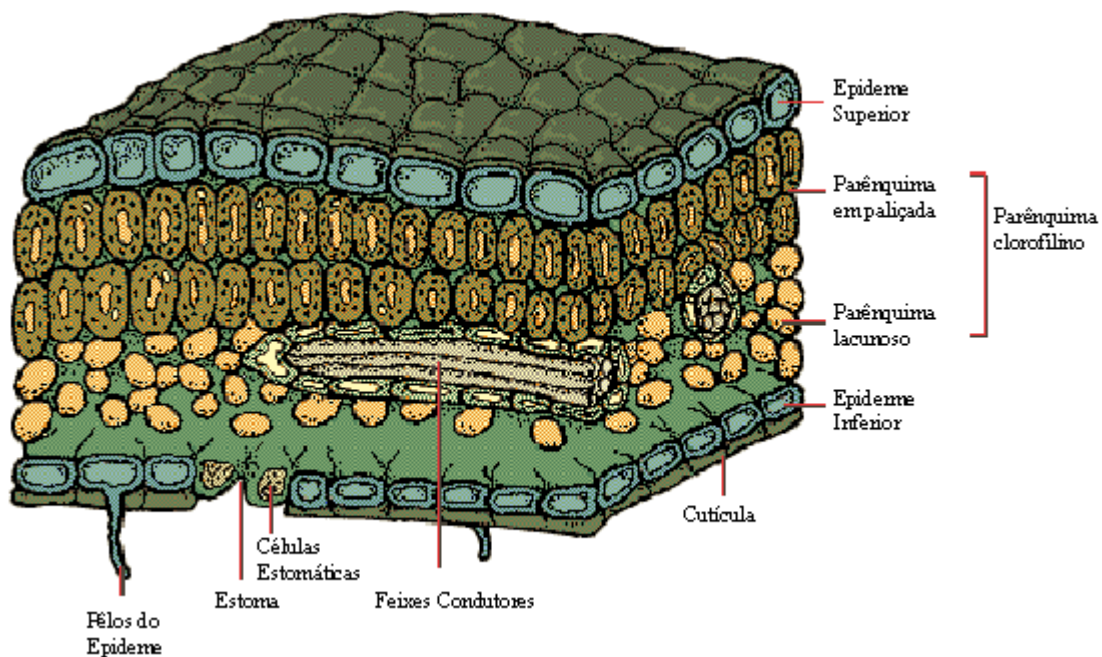
O esclerênquima é um **tecido mais rígido que o colênquima**, encontrado em diferentes locais do corpo de uma planta. As células do esclerênquima possuem um espessamento secundário nas paredes devido à impregnação de **lignina**. As células mais comuns do esclerênquima são as **fibras** e os **esclerídeos**, também chamados escleritos.

### Estrutura interna das folhas

A folha é totalmente revestida pela epiderme, e seu interior, denominado mesófilo (do grego, *mesos*, meio e *phylon*, folha), é constituído por parênquima clorofiliano, tecidos condutores e tecidos de sustentação. O parênquima clorofiliano foliar pode ser, em geral de dois tipos:

- **paliçádico** - constituído por células prismáticas e justapostos como uma paliçada,
- **lacunoso** - constituído por células de forma irregular, que deixam espaços ou lacunas entre si.

Pode haver parênquima paliçádico junto à epiderme de ambas as faces da folha, ou, como é mais comum, parênquima paliçádico junto a epiderme da face superior e lacunoso junto à inferior.



## Nervuras foliares

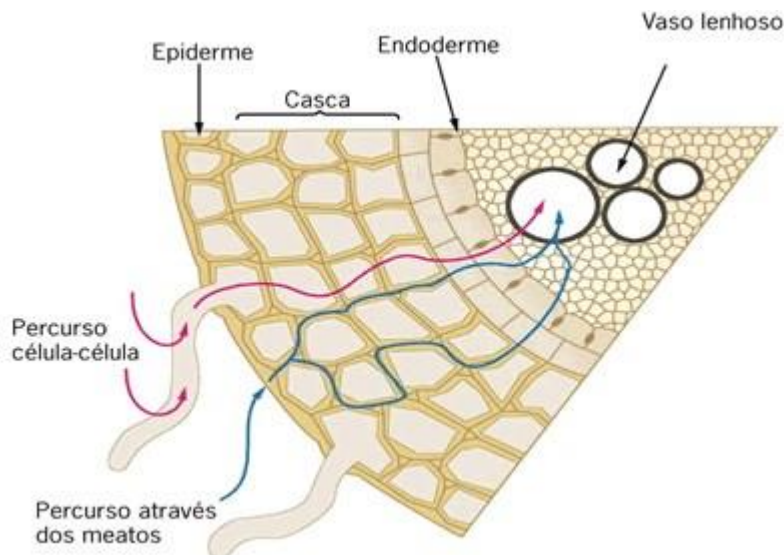
Os tecidos condutores presentes na folha encontram-se agrupados em **feixes líbero-lenhosos**, nos quais o xilema está voltado para a epiderme superior e o floema, para a epiderme inferior. Os feixes condutores mais grossos formam as nervuras foliares, visíveis a olho nu.

## Os Tecidos Condutores de Água e de Nutrientes em Traqueófitas

Além das trocas gasosas, um dos maiores problemas de um vegetal terrestre relaciona-se à disponibilidade de água e sua perda, pois para a realização da fotossíntese é fundamental que se consiga, além do gás carbônico, a água. O problema de perda de água através das folhas é, em parte, minimizado pela presença de **cutículas lipídicas**, nas faces expostas das epidermes, que as impermeabilizam. Porém, isso dificulta as trocas gasosas.

A existência nas traqueófitas de aberturas epidérmicas reguláveis (os **estômatos**) que permitem as trocas gasosas e ao mesmo tempo ajudam a evitar perdas excessivas de vapor de água é um mecanismo adaptativo importante.

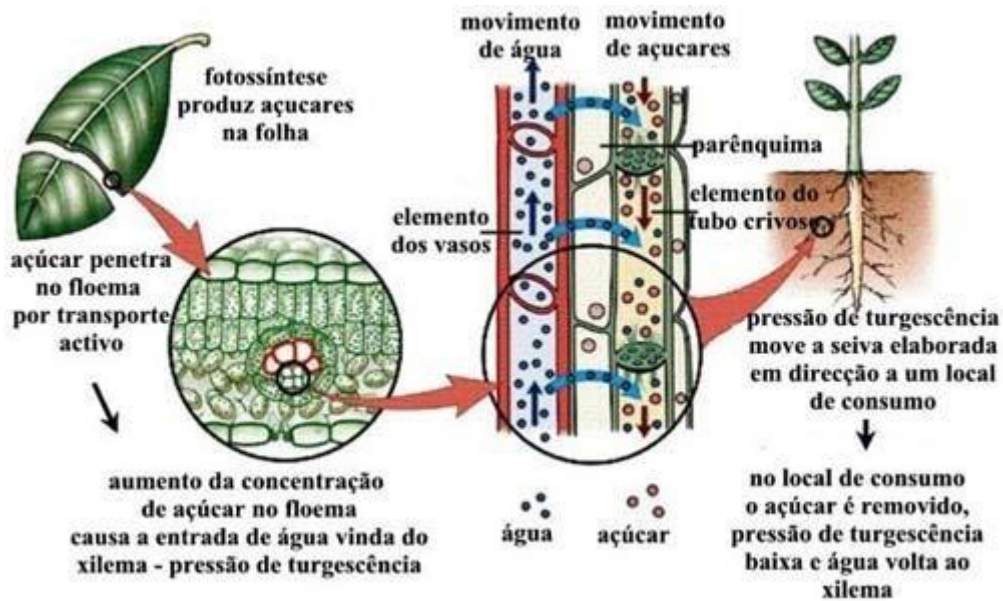
O transporte de água e nutrientes em uma traqueófitas ocorre em parte por difusão de célula à célula e, na maior parte do trajeto, ocorre no interior de vasos condutores.



Inicialmente, ocorre a absorção de água e nutrientes minerais pela zona pilífera da raiz. Os diferentes tipos de íons são obtidos ativa ou passivamente e a água é absorvida por **osmose**.

Forma-se uma solução aquosa mineral, a **seiva bruta ou seiva inorgânica**. Essa solução caminha de célula a célula radicular até atingir os **vasos do xilema** (ou lenho) existentes no centro da raiz. A partir daí, o transporte dessa seiva ocorre integralmente dentro dos vasos lenhosos até as folhas. Lá chegando, os nutrientes e a água difundem-se até as células e são utilizados no processo da fotossíntese.

Os compostos orgânicos elaborados nas células do parênquima clorofiliano das folhas difundem-se para outro conjunto de vasos do tecido condutor chamado **floema** ou líber. No interior dos vasos liberianos, essa seiva orgânica ou seiva elaborada é conduzida até atingir as células do caule, de um fruto, de um broto em formação, de uma raiz etc., onde é utilizada ou armazenada.



### O xilema

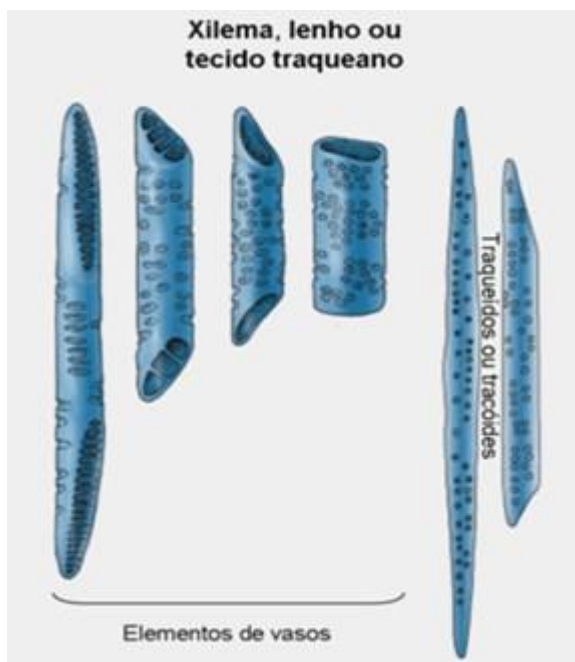
Os vasos condutores de seiva inorgânica são formados por **células mortas**. A morte celular é devida à impregnação da célula por **lignina**, um composto aromático altamente impermeabilizante. A célula deixa de receber nutrientes e morre. Desfaz-se o conteúdo interno da célula, que acaba ficando oca e com as paredes duras já que a lignina possui, também, a propriedade de endurecer a parede celular. A deposição de lignina na parede não é uniforme. A célula, então, endurecida e oca, serve como elemento condutor. Existe, ainda, um parênquima (tecido vivo) interposto que separa grupos de células condutoras. Acredita-se que essas células parenquimáticas secretam diferentes tipos de substâncias que provavelmente auxiliam a preservação dos vasos mortos do xilema.

Existem dois tipos de células condutoras no xilema: **traqueíde** e **elemento de vaso traqueário** (ou xilemático ou, ainda, lenhoso).

- **Traqueídes** são células extremamente finas, de pequeno comprimento (em média 4 mm) e diâmetro reduzido (da ordem de 2 mm). Quando funcionais, as traqueídes estão agrupadas em feixes e as extremidades de umas tocam as das outras. Na extremidade de cada traqueíde, assim como lateralmente, há uma série de pontuações ou poros (pequeníssimos orifícios) que permitem a passagem de seiva no sentido longitudinal e lateral.

Menores que as traqueídes (em média de 1 a 3 mm), porém mais longos (até 300 mm), os **elementos de vaso** também possuem pontuações laterais que permitem a passagem da seiva. Sua principal característica é que em suas extremidades as paredes são perfuradas, isto é, não há parede divisória totalmente isolante entre uma e outra célula. O vaso formado pela reunião de diversos elementos de vaso é conhecido como traqueia.

O nome traqueia para o vaso condutor é derivado da semelhança que os reforços de lignina do vaso apresentam com os reforços de cartilagem da traqueia humana e os de quitina dos insetos.



### A condução da seiva inorgânica

Vimos que as raízes absorvem água do solo através da região dos pelos absorventes ou zona pilífera. Desta, a água atravessa as células do córtex, endoderme e periciclo da raiz. Na endoderme o fluxo da água pode ser facilitado pela existência das chamadas células de passagem. A água atinge os vasos do xilema e, a partir desses vasos, atinge a folha. Na folha, ou ela é usada na fotossíntese ou é liberada na transpiração.

Atribui-se a condução da seiva inorgânica (ou bruta) a alguns mecanismos: pressão da raiz, sucção exercida pelas folhas e capilaridade.

- **A pressão da raiz** – O movimento da água através da raiz é considerado como resultante de um mecanismo osmótico. A água que está no solo entra na célula do pelo radicular, cuja concentração é maior que a da solução do solo. A célula radicular é menos concentrada que a célula cortical. Esta, por sua vez, é menos concentrada que a célula endodérmica e, assim por diante, até chegar ao vaso do xilema, cuja solução aquosa é mais concentrada de todas nesse nível. Assim, é como se a água fosse osmoticamente bombeada, até atingir os vasos do xilema.
- **A sucção exercida pelas folhas** – A hipótese mais aceita, atualmente, para o deslocamento da seiva do xilema é baseada na “sucção” de água que a copa exerce. Esta “sucção” está relacionada com os processos de transpiração e fotossíntese que ocorrem nas folhas. Para que essa “aspiração” seja eficiente, dois pré-requisitos são fundamentais: inexistência de ar nos vasos de xilema e uma força de coesão entre as moléculas de água. A coesão entre as moléculas de água faz com que elas permaneçam unidas umas às outras e suportem forças extraordinárias, como o próprio peso da coluna líquida no interior dos vasos, que poderiam levá-las a separar-se. A existência de ar nos vasos do xilema romperia essa união e levaria à formação de bolhas que impediriam a ascensão da seiva lenhosa. As paredes dos vasos lenhosos igualmente atraem as moléculas de água e essa adesão, juntamente com a coesão, são fatores fundamentais na manutenção de uma nova coluna contínua de água no interior do vaso.
- **A transpiração e a fotossíntese** removem constantemente água da planta. Essa extração gera uma tensão entre as moléculas de água já que a coesão entre elas impede que se separem. A parede do vaso também é tracionada devido à adesão existente entre ela e as moléculas de água. Para que se mantenha a continuidade da coluna líquida, a reposição das moléculas de água retiradas da copa deve ser feita pela raiz, que, assim, abastece constantemente o xilema.
- **O efeito da capilaridade na condução da seiva** – Os vasos lenhosos são muito delgados, possuem diâmetro capilar. Assim, a ascensão do xilema ocorre, em parte, por capilaridade. No entanto, por esse mecanismo, a água atinge alturas bem inferiores a 1 metro e, isoladamente, esse fato é insuficiente para explicar a subida da seiva inorgânica.

## Transpiração

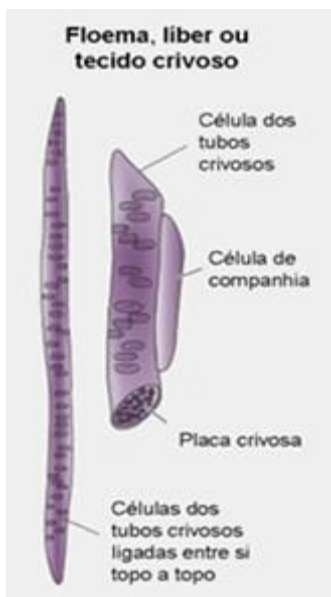
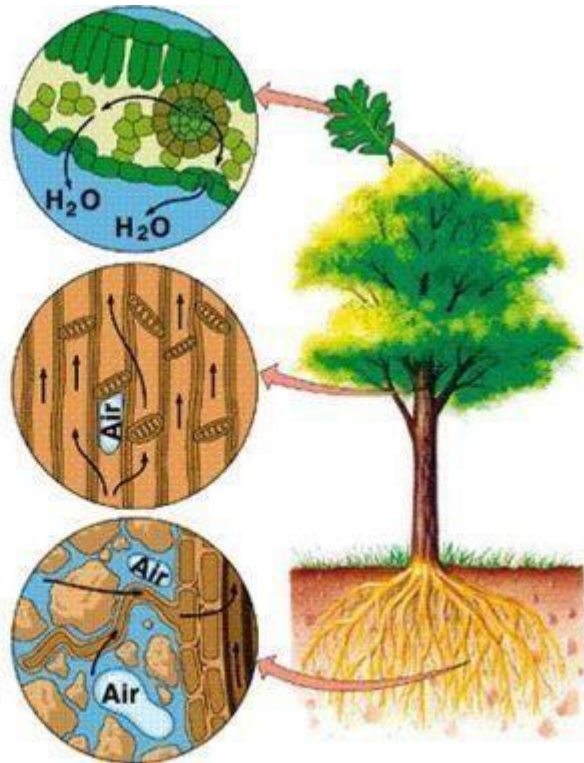
evaporação de água para o ar  
diminui o potencial  
hídrico na folha

## Coesão

coluna de água no xilema  
é mantida por coesão das  
moléculas de água nos  
elementos dos vasos

## Tensão

baixo potencial hídrico na raiz  
provoca a entrada de água do  
solo, que se desloca por osmose  
até à medula



### O floema

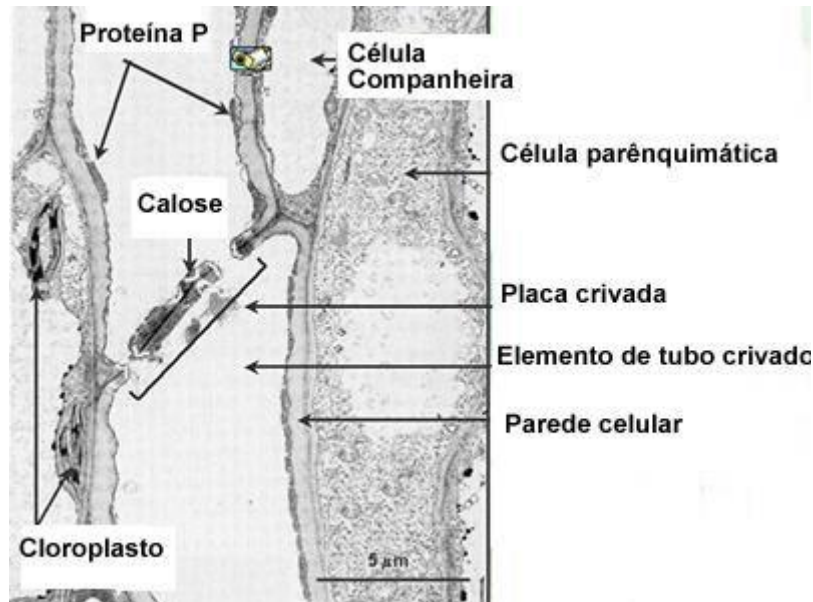
Os vasos do floema (também chamado de **líber**) são formados por **células vivas**, cuja parede possui apenas a membrana esquelética celulósica típica das células vegetais e uma fina membrana plasmática. São células altamente especializadas e que perdem o núcleo no decorrer do processo de diferenciação. O seu interior é ocupado pela seiva elaborada (ou seiva orgânica) e por muitas fibras de proteínas, típicas do floema. A passagem da seiva orgânica de célula a célula é facilitada pela existência de **placas crivadas** nas paredes terminais das células que se tocam. Através dos crivos, flui a seiva elaborada de uma célula para outra, juntamente com finos filamentos citoplasmáticos, **os plasmodesmos**.

Os orifícios das placas crivadas são revestidos por **calose**. Polissacarídeo que obstrui os crivos quando, em alguns vegetais, periodicamente, os vasos crivados ficam sem função. Ao retornarem à atividade, esse calo é desfeito.

Lateralmente aos tubos crivados, existem algumas células delgadas, nucleadas, chamadas de companheiras, cujo núcleo passa a dirigir também a vida das células condutoras.

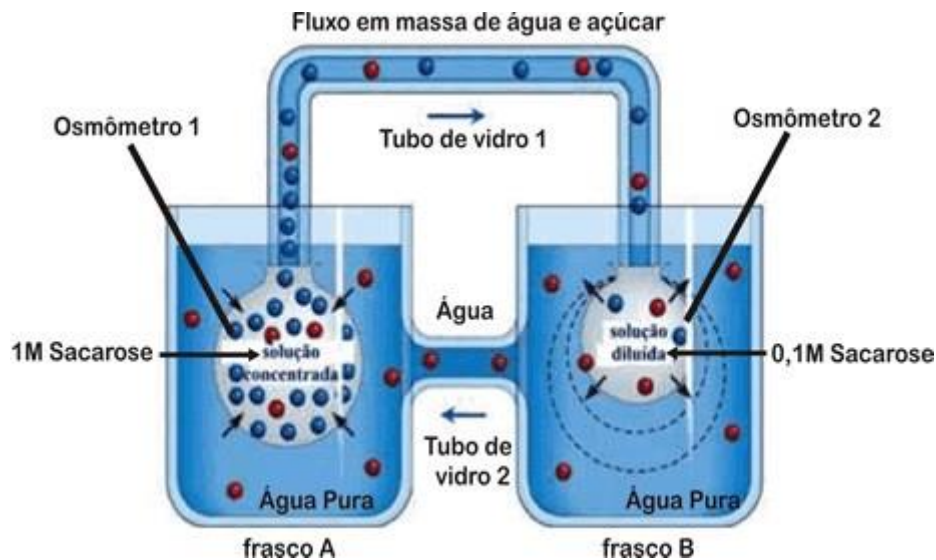
### A condução da seiva elaborada

A seiva orgânica, elaborada no parênquima das folhas, é lançada nos tubos crivados do floema e conduzida a todas as partes da planta que não são autossuficientes. O transporte é orientado principalmente para a raiz, podendo haver algum movimento em direção ao ápice do caule e folhas em desenvolvimento. De modo geral, os materiais orgânicos são translocados para órgãos consumidores e de reserva, podendo haver inversão do movimento (isto é, dos órgãos de reserva para regiões em crescimento), quando necessário.



### A hipótese de Münch

A hipótese mais aceita atualmente para a condução da seiva elaborada é a que foi formulada por Münch e se baseia na movimentação de toda a solução do floema, incluindo água e solutos. É a hipótese de *arrastamento mecânico* da solução, também chamada de hipótese do fluxo em massa da solução. Por essa hipótese, o transporte de compostos orgânicos seria devido a um deslocamento rápido de moléculas de água que arrastariam, no seu movimento, as moléculas em solução. A compreensão dessa hipótese fica mais fácil acompanhando-se o modelo sugerido por Münch para a sua explicação.



Observando a figura, conclui-se que haverá ingresso de água por osmose, do frasco A para o osmômetro 1, e do frasco B para o osmômetro 2. No entanto, como a solução do osmômetro 1 é mais concentrada, a velocidade de passagem de água do frasco A para o osmômetro 1 é maior. Assim, a água tenderá a se dirigir para o tubo de vidro 1 com velocidade, arrastando moléculas de açúcar. Como o osmômetro 2 passa a receber mais água, esta passa para o frasco B. Do frasco B, a água passa para o tubo de vidro 2, em direção ao frasco A. Podemos fazer a correspondência entre o modelo anterior e uma planta:

- Tubo de vidro 1 corresponde ao floema e o tubo de vidro 2 ao xilema;
- Osmômetro 1 corresponde a uma célula do parênquima foliar e o osmômetro 2, a uma célula da raiz;
- Frasco A representa a folha, enquanto o frasco B representa a raiz;
- As células do parênquima foliar realizam fotossíntese e produzem glicose. A concentração dessas células aumenta, o que faz com que absorvam água do xilema das nervuras. O excesso de água absorvida é deslocado para o floema, arrastando moléculas de açúcar em direção aos centros consumidores ou de reserva.

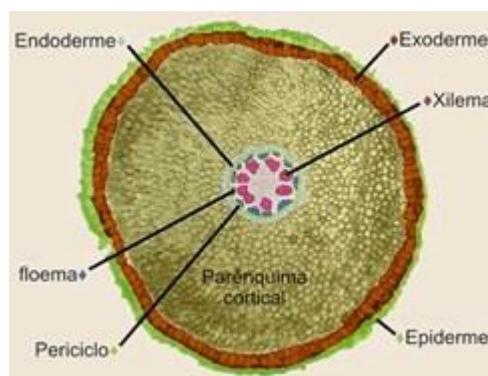
### Organização dos Tecidos nas Raízes e nos Caules

Raízes e caules jovens, cortados transversalmente, mostram que são formados por uma reunião de tecidos. A disposição desses tecidos é específica em cada órgão e constitui uma estrutura interna primária típica de cada um deles. Uma estrutura secundária, mais complexa, pode ser vista quando ocorre um aumento no diâmetro do caule e da raiz.

#### Estrutura primária da raiz

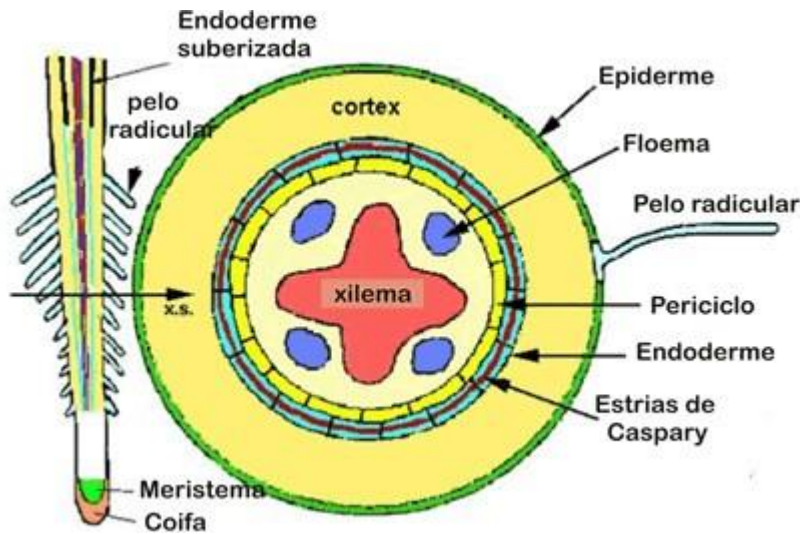
Se acompanhássemos uma célula meristemática que terminou de surgir por mitose na extremidade de uma raiz, veríamos que ela vai se alongando, ao mesmo tempo em que vai se distanciando da extremidade em decorrência do surgimento de novas células. A maior taxa de crescimento em extensão de uma raiz, ocorrerá, portanto, na região situada pouco acima da região meristemática, denominada de zona de distensão.

Após crescerem as células iniciam a sua diferenciação. Na região mais interna, por exemplo, terá início a diferenciação dos tecidos condutores, enquanto na região mais externa diferenciam-se parênquimas e tecidos de revestimento.



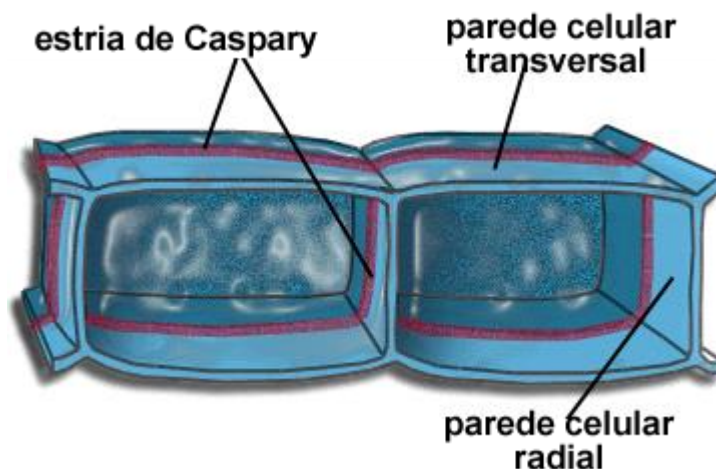
#### Córtex

A região mais periférica da raiz jovem diferencia-se em **epiderme**, tecido formado por uma única camada de células achatadas e justapostas. Na região abaixo da epiderme, chamada **córtex**, diferencia-se o **parênquima cortical**, constituído por várias camadas de células relativamente pouco especializadas.



### Cilindro central

A parte interna da raiz é o cilindro central, composto principalmente por elementos condutores (**protoxilema e protofloema**), fibras e parênquima. O cilindro central é delimitado pela endoderme, uma camada de células bem ajustadas e dotadas de reforços especiais nas paredes, as **estrias de Caspary**. Essas estrias são como cintas de celulose que unem firmemente as células vizinhas, vedando completamente os espaços entre elas. Assim, para penetrar no cilindro central, toda e qualquer substância tem que atravessar diretamente as células endodérmicas, uma vez que as estrias de caspary fecham os interstícios intercelulares.

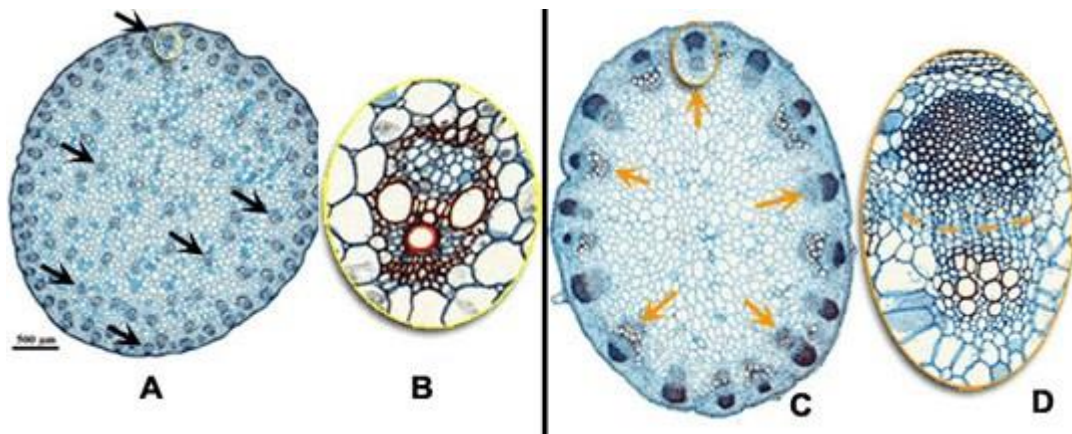


Logo abaixo da endoderme situa-se uma camada de células de paredes finas chamada periciclo, que delimita o cilindro central, onde se localizam o xilema e o floema. A maneira como os tecidos condutores se dispõem no cilindro central é um dos critérios para distinguir dicotiledôneas de monocotiledôneas.

### Raízes de mono e dicotiledôneas

Na maioria das plantas dicotiledôneas o xilema se concentra na região mais interna do cilindro central. Quando se observa um corte transversal à raiz, vê-se que o protoxilema ocupa uma área em forma de cruz ou estrela, cujas pontas encostam-se ao periciclo. O protofloema encontra-se nos vértices formados pelos “braços” da cruz. Entre o protoxilema e o protofloema há um meristema primário chamado procâmbio. Os demais espaços dentro do cilindro central são preenchidos por parênquima.

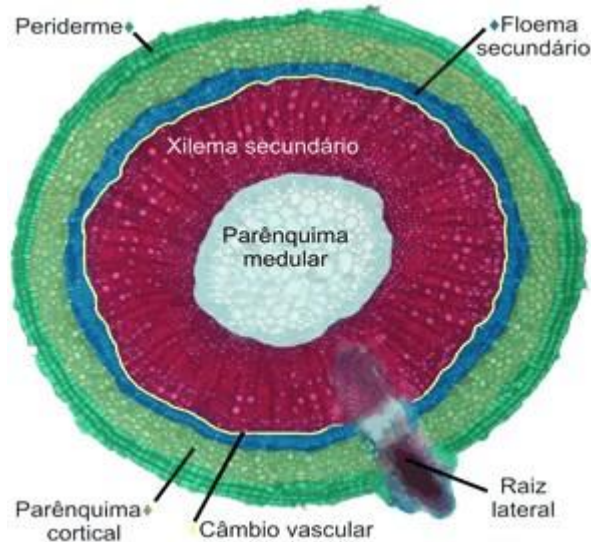
Nas plantas monocotiledôneas, o centro da raiz é ocupado por uma medula constituída por parênquima medular e os vasos lenhosos e liberianos dispõem-se ao redor.



### Estrutura secundária

O **crescimento em espessura** da raiz pode ser chamado de crescimento secundário, para distingui-lo do crescimento em extensão. Em linhas gerais, durante o crescimento secundário desenvolvem-se cilindros de células meristemáticas que permitem o surgimento de novos tecidos radiculares.

Os dois tecidos meristemáticos envolvidos no crescimento secundário da raiz são o **câmbio vascular**, que permite o crescimento do cilindro central, e o **câmbio suberógeno** ou felogênio, que permite o crescimento da **periderme** (casca).



### Câmbio vascular

O câmbio vascular (do latim *vasculum*, vaso) é assim chamado porque origina novos vasos condutores durante o crescimento secundário da raiz. O câmbio vascular forma-se a partir do procâmbio e do periciclo, que se conjugam e delimitam uma área interna do cilindro central, onde só há xilema. Ao se multiplicar ativamente, as células do câmbio vascular originam vasos xilemáticos para a região mais interna e vasos floemáticos para a região mais externa. Aos poucos a área delimitada pelo câmbio vai tornando-se cada vez mais cilíndrica.

**O câmbio vascular da raiz é um meristema de origem mista, primária e secundária. Isso porque tem origem tanto no procâmbio, um meristema primário, quanto do periciclo, um tecido já diferenciado que sofre diferenciação.**

### Câmbio suberógeno ou felogênio

O câmbio suberógeno, também chamado de felogênio (do grego *phellos*, cortiça, e *genos*, que gera), é um cilindro de células meristemáticas localizado na região cortical da raiz, sob a epiderme. O felogênio é um meristema secundário, uma vez que tem origem por diferenciação de células do parênquima cortical.

Como vimos, a atividade do felogênio produz feloderme e súber, este último um tecido morto que protege externamente raízes e caules com crescimento secundário.

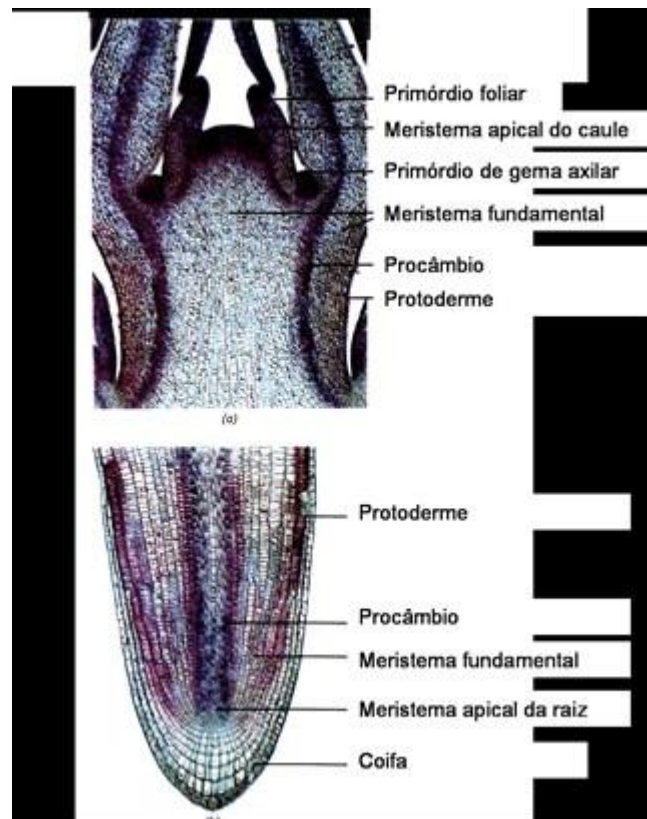
### Estrutura interna do caule

Como na raiz, a parte mais jovem de um caule é a que se localiza junto à extremidade, onde ocorre a multiplicação das células do **meristema apical**, que permite o crescimento em extensão.

Logo abaixo da zona meristemática apical as células iniciam o processo de diferenciação celular, que leva ao aparecimento dos diversos tecidos que compõem o caule.

### Origem das gemas axilares

Nem todas as células produzidas pelo meristema apical sofrem diferenciação. À medida que o caule cresce, permanecem grupos de células meristemáticas sob a epiderme, pouco acima do ponto de inserção das folhas. Esses grupos de células formam, nas axilas das folhas, protuberâncias chamadas **gemas axilares ou laterais**.



### Estrutura primária

Feixes líbero-lenhosos

Caules que não cresceram, em espessura apresentam estrutura primária, caracterizada pela presença de feixes líbero-lenhosos localizados entre as células do parênquima que preenchem seu interior.

**Cada feixe líbero-lenhoso possui elementos do líber (floema) voltados para fora e elementos do lenho (xilema) voltados para dentro.**

Nas plantas monocotiledôneas, que geralmente não apresentam crescimento secundário, os feixes condutores são distribuídos de maneira difusa no interior do caule. Já nas dicotiledôneas os feixes liberolenhosos distribuem-se regularmente, formando um cilindro.

### Câmbio fascicular

Nos feixes liberolenhosos das dicotiledôneas, o floema está voltado para o exterior do caule e o xilema para o interior. Entre o floema e o xilema de um feixe há um tecido meristemático: o câmbio vascular e o câmbio suberógeno ou felogênio.

### Câmbio vascular

O Câmbio vascular do caule forma-se a partir do câmbio fascicular e do câmbio interfascicular, este último um tecido meristemático secundário, resultante da diferenciação de células parenquimáticas localizadas entre os feixes liberolenhosos. O câmbio fascicular passa a delimitar, assim, uma área interna do caule onde só há xilema e parênquima. Como na raiz, as células do câmbio vascular originam vasos xilemáticos para a região mais interna e vasos floemáticos para a região mais externa. Aos poucos, a área delimitada pelo câmbio vai se tornando cada vez mais cilíndrica.

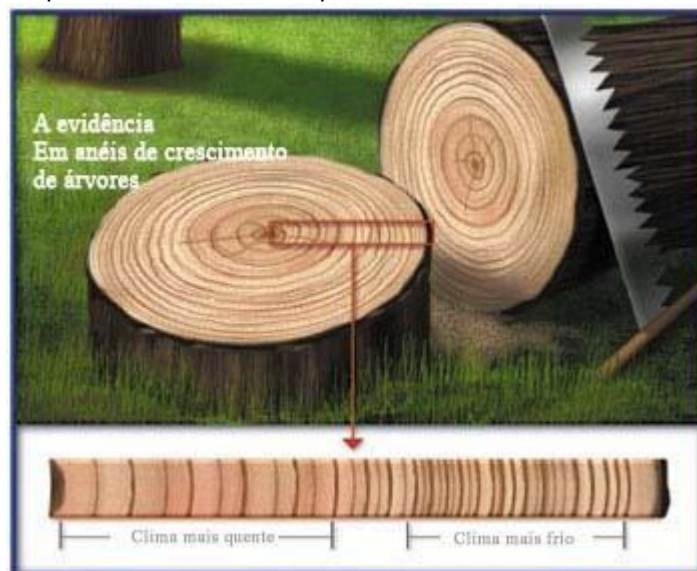
O câmbio vascular do caule, como o da raiz, também é um meristema de origem mista, primária e secundária. Isso porque tem origem tanto do câmbio fascicular, um meristema primário, quanto do câmbio interfascicular, um meristema que surgiu da diferenciação de células parenquimáticas.

### Câmbio suberógeno ou felogênio

A atividade do câmbio vascular faz com que o caule vá progressivamente aumentando de espessura. Para acompanhar esse crescimento em diâmetro, células do parênquima cortical sofrem diferenciação e originam um cilindro de meristema secundário, o **felogênio**. Como vimos, a atividade do felogênio produz **feloderme** para o interior e **súber** para o exterior, formando a periderme, que passa a revestir o caule.

### Anéis anuais

Nas regiões de clima temperado, a atividade do câmbio varia no decorrer do ano. A atividade cambial é muito intensa durante a primavera e o verão, diminuindo progressivamente no outono até cessar por completo no inverno. No fim do verão, quando está encerrando mais um ciclo de atividade, o câmbio produz vasos lenhosos de paredes grossas e lúmen estreito, que constituem o lenho estival. Na primavera, ao retomar o seu funcionamento depois do repouso invernal, o câmbio produz vasos lenhosos de paredes delgadas e lúmen grande, que constituem o lenho primaveril.

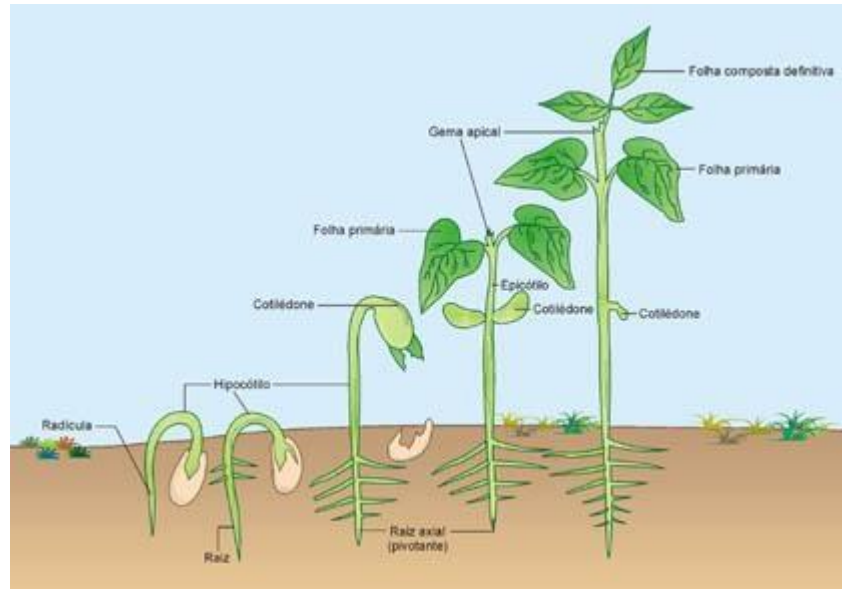


Troncos de árvores que vivem em regiões temperadas apresentam, portanto, anéis de lenho primaveril. Quando esses troncos são observados em corte transversal, esses anéis são facilmente identificáveis e o **número de pares de anéis corresponde à idade da árvore**.

### Crescimento e desenvolvimento

O crescimento de uma planta começa a partir da germinação da semente. A hidratação da semente, por exemplo, ativa o embrião. As reservas contidas no endosperma ou nos cotilédones são hidrolisadas por ação enzimática. As células embrionárias recebem os nutrientes necessários, o metabolismo aumenta e são iniciadas as divisões celulares que conduzirão ao crescimento.

A radícula é a primeira estrutura a imergir; a seguir, exterioriza-se o caulículo e a plântula inicia um longo processo que culminará no vegetal adulto.



Qual a diferença entre crescimento e desenvolvimento?

Esses dois termos são frequentemente utilizados como sinônimos. No entanto, há uma diferença entre eles:

- O **crescimento** corresponde a um crescimento irreversível no tamanho de um vegetal, e se dá a partir do acréscimo de células resultantes das divisões mitóticas, além do tamanho individual de cada célula. De modo geral, o crescimento também envolve aumento do volume e da massa do vegetal. O crescimento envolve parâmetros quantitativos mensuráveis (tamanho, massa e volume).
- O **desenvolvimento** consiste no surgimento dos diferentes tipos celulares e dos diversos tecidos componentes dos órgãos vegetais. É certamente um fenômeno relacionado ao processo de diferenciação celular. O desenvolvimento envolve aspectos quantitativos, relacionados ao aumento da complexidade do vegetal.

**A ocorrência desses dois processos é simultânea. Um vegetal cresce e se desenvolve ao mesmo tempo.**

### O meristema

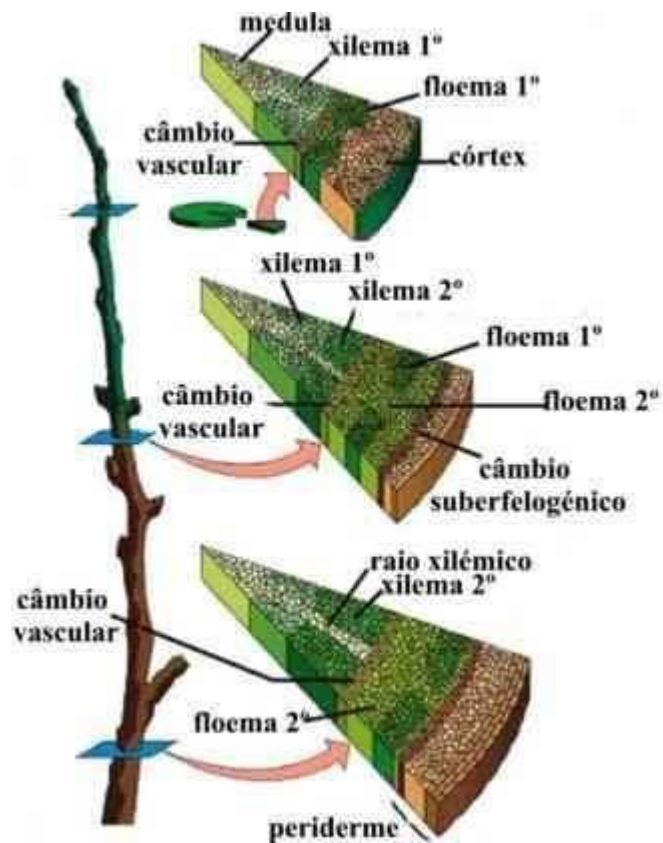
**Todos os tipos de células que compõem uma planta tiveram origem a partir de tecidos meristemáticos, formados por células que têm uma parede primária fina, pequenos vacúolos e grande capacidade de realizar mitose.**

As células dos tecidos diferenciados, ainda que não tenham morrido durante a diferenciação (como o súber, o xilema, por exemplo), perdem a capacidade de se multiplicar por mitose. As células meristemáticas se multiplicam e se diferenciam, originando os diversos tecidos permanentes da planta, cujas células não mais se dividem.

### Meristema primário

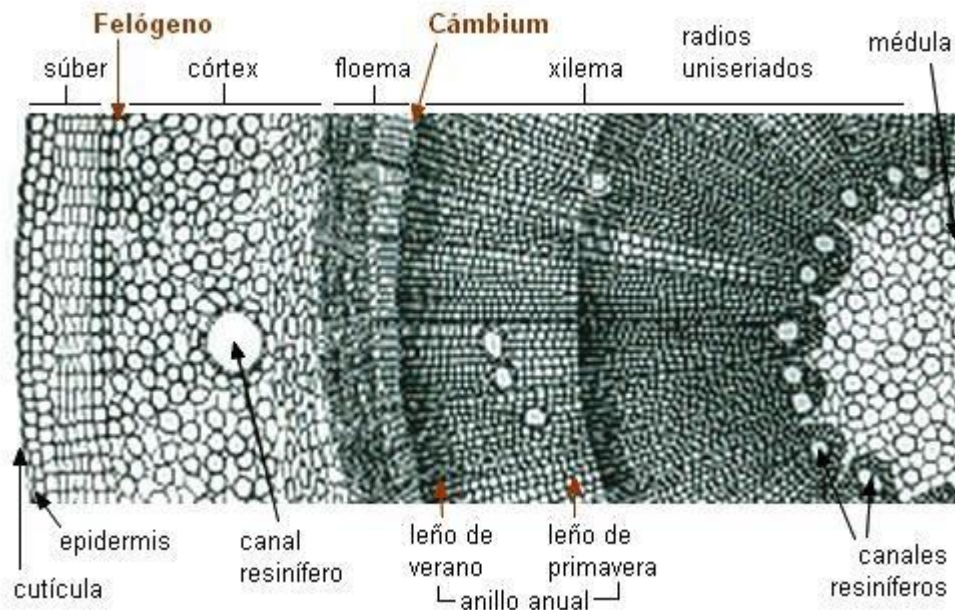
Em certos locais das plantas, como nos ápices da raiz e do caule, existem tecidos meristemáticos que descendem diretamente das primeiras células embrionárias, presentes na semente.

Esses são os meristemas primários. O caule cresce em comprimento graças à atividade de um meristema primário presente em seu ápice, o **meristema apical caulinar**. Já o meristema responsável pelo crescimento em comprimento da raiz não é terminal, mas está protegido sob um capuz celular chamado de **coifa**. Por isso é denominado **meristema subapical radicular**.



### Meristemas secundários

Meristemas secundários são os que surgem a partir de células diferenciadas, geralmente parenquimáticas, que readquirem a capacidade mitótica, fenômeno que os botânicos denominam **diferenciação**. O felogênio que constitui a periderme, por exemplo, é um exemplo de meristema secundário, que surge pela diferenciação de células do parênquima localizadas sob a epiderme. A multiplicação das células do felogênio origina a feloderme e o súber que compõem a periderme.



## SEÇÃO LEITURA

### A maior Flor e a maior Inflorescência do Mundo



A maior inflorescência do Mundo é a **Titan Arum (*Amorphophallus titanum*)** que pode chegar a 6 metros de altura, com média de 1,35 metro de diâmetro. Trata-se de facto, não de uma flor, mas de uma inflorescência (Grupo de duas ou mais flores numa haste ou pedúnculo).



Ela só floresce duas ou três vezes durante seus 40 anos de vida e cheira mal para atrair moscas e besouros, responsáveis pela polinização da flor. A estratégia usada para fazer o cheiro ficar ainda mais forte e atrair mais insetos é interessante: a planta aquece-se e a sua temperatura interna chega a 36 graus.



Para tanto, ela consome grande parte da energia que possui armazenada. Isso explica porque ela floresce tão poucas vezes e porque os cientistas precisam de máscaras para chegar perto da Titan Arum quando ela está aberta - com todo este calor, o fedor é insuportável. Há cerca de 70 espécimes de *A. titanum* em cultivo no mundo.



Descoberta pelo botânico italiano Odoardo Beccari, em 1879, a Titan Arum é originária das florestas tropicais de Sumatra, uma ilha da Indonésia, no Oceano Índico. Na Alemanha no Jardim Botânico da Universidade de Bonn, floresceu uma *Amorphophallus titanum* que atingiu 2,74 metros de altura e cerca de 75 quilos, superou todos os outros florescimentos cultivados já realizados.



## CURIOSIDADES

### A MAIOR FLOR do Mundo

A maior flor do mundo é a **Rafflesia Arnoldii** popularmente conhecida como flor-monstro. O apelido é bem apropriado: nas florestas da ilha de Sumatra, na Indonésia, já foram encontrados exemplares de até 1 metro de diâmetro, pesando 11 quilos!



Esta gigantesca flor é um parasita que sobrevive retirando nutrientes das raízes de uma árvore chamada Tetrastigma. "A Rafflesia é totalmente ajustada para essa função: não faz fotossíntese, não tem folhas, caule ou raiz.



O corpo da planta é composto apenas por uma rede de pequenos vasos conectados à planta hospedeira", diz o botânico Philip Griffiths, do Jardim Botânico Real de Kew, na Inglaterra. A flor enorme, que pode demorar até um ano para desabrochar, é essencial para a propagação dessa espécie. "As grandes pétalas possuem muito mais osmóforos, células produtoras de perfume para atrair as moscas que polinizam a flor.

### Exercícios Fixação

1) Os meristemas vegetais, quando examinados ao microscópio, apresentam abundância de:

- a) reservas
- b) figuras de mitose
- c) figuras de meiose
- d) tecido lenhoso
- e) tecido vascular

2)(UFCE) Nas células meristemáticas, é comum a observação de:

- a) grandes vacúolos
- b) citoplasma parietal
- c) figuras mitóticas
- d) divisão meiótica
- e) núcleo periférico

3) Em relação aos meristemas secundários, é correto afirmar que:

- a) promovem o crescimento em comprimento;
- b) os mais importantes meristemas secundários são o câmbio e o felogênio;
- c) o câmbio é encontrado somente nas raízes;
- d) o felogênio renova e aumenta as raízes das plantas;
- e) o câmbio produz a cortiça.

4)(UFAL) Dos tecidos vegetais abaixo, é formador do súber:

- a) felogênio
- b) parênquima secundário
- c) feloderma
- d) floema secundário
- e) cilindro lenhoso

5)(UFBA) Qual dos seguintes conjuntos de características é comum a todos os tecidos de sustentação dos vegetais?

- a) células mortas, localização periférica e presença de lignina;
- b) células em atividade, localização interna e parede reforçada com substâncias diversas;
- c) células mortas ou em atividade, localização variada e parede reforçada com substâncias diversas;
- d) células alongadas, localização periférica e presença de lignina ou de celulose;
- e) células alongadas, mortas, localização interna e parede reforçada com substâncias diversas.

6)-(UFSE) A conhecida cortiça, de tão larga aplicação na fabricação de rolhas, é retirada de árvores que apresentam abundância do tecido denominado:

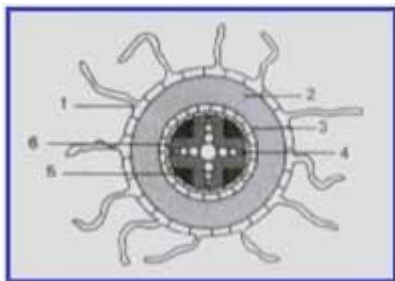
- a) súber
- b) lenho
- c) colênquima
- d) esclerênquima
- e) líber

7)-(UF SÃO CARLOS) Os tecidos de sustentação nos vegetais são o colênquima e o esclerênquima. Eles se caracterizam, respectivamente, por:

celulose, e células mortas, com parede celular espessada com lignina;

- b) células mortas, com parede celular espessada com celulose, e células vivas, com parede celular espessada com lignina;
- c) células vivas, com parede celular sem espessamento, e células mortas, com espessamento de celulose na parede celular;
- d) células mortas, com parede celular com espessamento de celulose e lignina e células vivas sem espessamento;
- e) ambos serem tecidos vivos, distinguindo-se pela localização na planta: o colênquima, na casca e o esclerênquima, no lenho.

8-) Na estrutura primária da raiz, representada no esquema, os números 1, 2, 3, 4, 5, 6 indicam, nessa ordem:



- a) epiderme, córtex, endoderma, xilema, floema, câmbio;
- b) epiderme, córtex, endoderma, xilema, floema, periciclo;
- c) periderme, câmbio, raio parenquimático, xilema, floema, periciclo;
- d) periderme, córtex, endoderma, xilema, floema, câmbio;
- e) córtex, epiderme, periderme, floema, xilema, periciclo

9) A zona de crescimento da raiz fica situada:

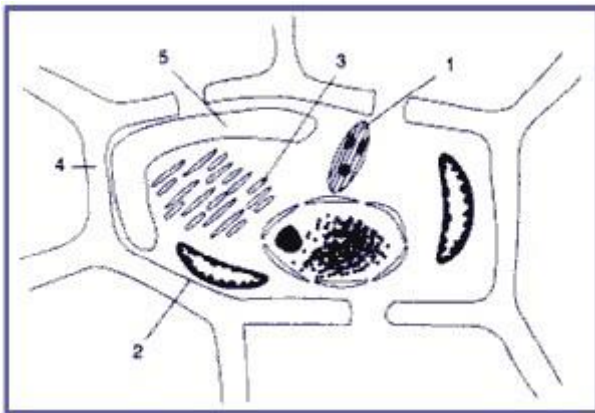
- a) entre a zona pilífera e a zona de ramificação;
- b) entre a coifa e a zona pilífera;
- c) entre a coifa e a zona de ramificação;
- d) entre a zona de ramificação e a zona pilífera;
- e) distribuída ao longo de toda a extensão do órgão.

10) Nas raízes, é comum observar-se:

- I. Floema e xilema formando feixes separados e alternados;
- II. Endoderma sempre com estria de Caspary.
- III. Epiderme produzindo pêlos absorventes.

Responda:

- a) São corretas as afirmações I e II;
- b) São corretas as afirmações I e III;
- c) São corretas as afirmações II e III;
- d) Todas as afirmativas são corretas;
- e) Todas as afirmativas são erradas.



11)

A célula acima tem organelas cujas funções são **importantes** no metabolismo da vida. A organela responsável pela equação  $6 \text{CO}_2 + 12 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{H}_2\text{O} + 6 \text{O}_2$  é a de número:

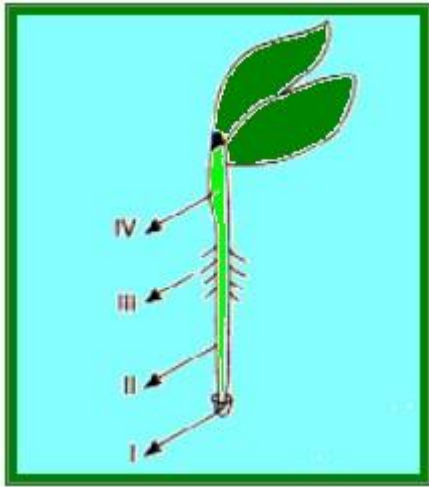
- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

12)(PUCC) Sabe-se que a membrana externa das células vegetais tem a celulose como componente principal. Eis a razão ou razões prováveis:

- a) a extrema resistência **química** da celulose, que se decompõe com dificuldade;
- b) poucos seres são capazes de digeri-la;
- c) a capacidade de suportar grande tensão e tração;
- d) as alternativas a, b e c são corretas;

e) permitir a grande elasticidade.

13-)A figura abaixo representa uma plântula germinando:



As regiões de multiplicação celular e distensão celular estão representadas, respectivamente, em:

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

14-)Qual das alternativas completa corretamente o período abaixo:

“Com relação à anatomia vegetal, podemos afirmar que a função do periciclo é \_\_\_\_\_ enquanto a do câmbio \_\_\_\_\_”.

- a) formar raízes secundárias – formar vasos liberianos para fora e lenhosos para dentro;
- b) formar a epiderme da casca – permitir o crescimento secundário do caule e da raiz;
- c) formar a endoderme na raiz – formar o feloderma do caule e da raiz;
- d) formar a casca do caule – permitir o crescimento secundário do caule;
- e) proteger o interior do caule – formar vasos lenhosos para fora e vasos liberianos para dentro.

15-)Um casal de namorados, numa prática condenável, gravou os seus nomes a um metro do solo, em uma árvore de dois metros de altura. Anos depois, voltando ao local, verificaram que a mesma árvore media agora quatro metros de altura. É válido procurar a antiga inscrição:

- a) a 1 metro do solo;
- b) a 2 metros do solo;
- c) a 3 metros do solo;
- d) a qualquer altura, pois nada se pode prever;
- e) acima de 1 metro do solo.

16-)(FUVEST) A ramificação de caule origina-se de gemas axilares, cuja natureza histológica é:

- a) parênquima
- b) xilema
- c) colênquima
- d) meristema
- e) esclerênquima

### Discursivas

1-) (UNESP) Analisando-se ao microscópio óptico uma lâmina contendo um corte transversal de uma estrutura vegetal, chegou-se a conclusão de que se tratava de um caule de Monocotiledônea típico.

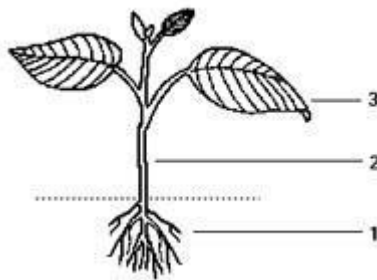
Quais foram às evidências anatômicas presentes que permitiram reconhecer a estrutura como:

- caule?
- como seria o caule de dicotiledônea?

2-)(UDESC) O caule é um dos órgãos presentes nos vegetais superiores. Com relação a esse órgão, responda:

- Quais as funções principais?
- Qual o tipo habitual de caule do pinheiro do paraná?
- O colmo é um tipo de caule presente na cana-de-açúcar e no bambu. Como se caracteriza esse tipo de caule?

3-) (UNILAVRAS) A figura representa uma planta e seus órgãos vegetativos 1, 2 e 3.



#### I - Citar:

- Uma função do órgão vegetativo um.
- Um tecido característico deste mesmo órgão.

#### II - Citar:

- Uma função do órgão vegetativo dois.
- Um tecido característico deste mesmo órgão.

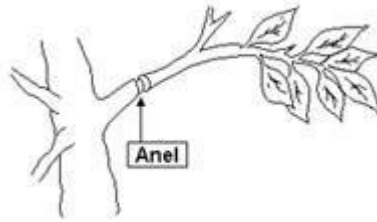
4-)(UFAL) Cactos são plantas adaptadas a climas secos. Eles têm uma aparência bem característica devido ao caule verde e grande quantidade de espinhos.

- Por que a transformação de folhas em espinhos é uma adaptação a ambientes secos?
- Por que o caule do cacto é verde?

5-)(UFLAVRAS) Considere uma árvore de cinco metros de altura, que cresce um metro por ano.

- Se ocorrer uma lesão que deixe uma marca em seu tronco, a 1,5 m do solo, a que altura ela estará aos cinco anos? Explique.
- Se for retirado um anel da casca do caule, logo acima do nível do solo, provavelmente a árvore morrerá. Por que isso pode acontecer?

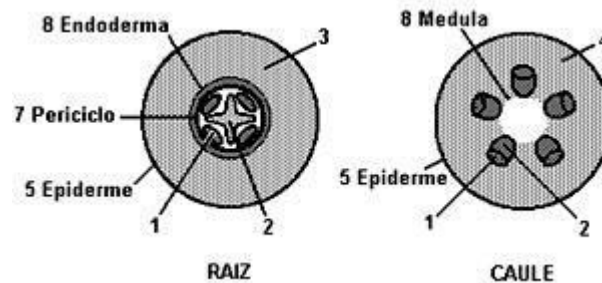
6-)(UFSCAR) O desenvolvimento de um fruto depende das substâncias produzidas na fotossíntese, que chegam até ele transportadas pelo floema, De um ramo de pessegueiro, retirou-se um anel da casca (anel de Malpighi), conforme mostra o esquema.



**Responda.**

a) O que deve acontecer com os pêssegos situados no galho, acima do anel de Malpighi, em relação ao tamanho das frutas e ao teor de açúcar? b) Justifique sua resposta.

7-)(FUVEST) Os esquemas representam cortes transversais de regiões jovens de uma raiz e de um caule de uma planta angiosperma. Alguns tecidos estão identificados por um número e pelo nome, enquanto outros estão indicados apenas por números.



Com base nesses esquemas, indique o número correspondente ao tecido:

- responsável pela condução da seiva bruta.
- responsável pela condução da seiva elaborada.
- constituído principalmente por células mortas, das quais restaram apenas as paredes celulares.
- responsável pela formação dos pêlos absorventes da raiz.

**Gabarito Morfologia e Anatomia Vegetal**

1-B 2-C 3-B 4-A 5-C 6-A 7-A 8-B 9-B 10-B 11-A 12-E 13-A 14-A 15-A 16-D

**Discursivas**

1- a) Uma das mais evidentes características dos caules de monocotiledôneas é a presença de feixes liberolenhosos (feixes de xilema e floema) dispostos de forma desorganizada no seu interior.

b) Nos caules de dicotiledôneas os feixes condutores de seiva estão dispostos de forma organizada, no cilindro central. Sendo que cada feixe contém o floema voltado para o lado externo enquanto que o xilema para o lado interno do caule.

2- a) Sustentação de folhas, flores e frutos e condução de seiva.

b) O pinheiro do paraná é uma gimnosperma, seu caule é do tipo tronco.

c) Colmo é um tipo de caule aéreo, não ramificado, dividido em gomos.

**3- I - Citar:**

a) Órgão 1 - Trata-se da raiz do vegetal, responsável pela sustentação da planta no meio terrestre e absorção de água e sais minerais do solo.

b) Neste órgão vegetal observa-se a presença de tecido de revestimento denominado epiderme, sem cutícula e com pêlos absorventes, especializado na absorção de água e sais minerais.

**II - Citar:**

a) Órgão 2 - Trata-se do caule, responsável pela sustentação das partes aéreas da planta e pela condução das seivas mineral (bruta) e orgânica (elaborada).

b) Possui tecido de revestimento externo para proteção epiderme ou súber. A epiderme do caule tem cutícula e não apresenta pêlos absorventes.

4- a) A diminuição da área foliar significa menos transpiração e, portanto, economia de água.

b) Trata-se de uma adaptação devido ao fato de suas folhas terem sido transformadas em espinhos. O caule clorofilado passa a realizar a fotossíntese.

5- a) Continuará 1,5m do solo, pois o crescimento do caule se dá apenas pelas pontas, tanto do caule principal como pelos galhos. Pois são apenas nas pontas dos caules que estão as gemas ou brotos, regiões de crescimento (tecido meristemáticos).

b) Sendo a planta uma árvore, deduzimos que uma dicotiledônea, e nessas plantas os feixes condutores de seiva estão organizados no interior da planta. Sendo que o xilema está para o lado de fora. A retirada do anel da casca, provoca a destruição dos vasos liberianos do floema, assim a planta morre, pois a seiva elaborada não chega até as raízes.

6- a) Os pêssegos ficarão maiores e mais doces devido ao acúmulo da seiva elaborada.

b) A retirada do floema interrompe a passagem de seiva elaborada produzida no ramo para o resto do vegetal. Consequentemente, o açúcar ficará acumulado nos frutos localizados acima do anel.

7- a) Número dois, que indica o xilema ou lenho. Pois no caule os feixes condutores estão organizados, sendo que o floema fica para o lado de fora e o xilema para o lado de dentro.

b) Número um, que indica o floema ou líber.

Obs.: Nas raízes o xilema (2) é mais interno e o floema (1) é mais externo.

Nos caules é ao contrário, o floema (1) é mais externo e o xilema (2) é mais interno.

c) O número dois (xilema ou lenho), cujas células dos vasos lenhosos são mortas e lignificadas.

d) O número cinco, ou seja, a epiderme da raiz.

## Capítulo 3

### Os Hormônios Vegetais

Uma planta precisa de diversos fatores, internos e externos, para crescer e se desenvolver, e isto inclui diferenciar-se e adquirir formas, originando uma variedade de células, tecidos e órgãos.

Como exemplos de fatores externos que afetam o crescimento e desenvolvimento de vegetais, podemos citar **luz** (energia solar), **dióxido de carbono**, **água** e **minerais**, incluindo o nitrogênio atmosférico (fixado por bactérias fixadoras e cianofíceas), **temperatura**, **comprimento do dia** e **gravidade**.

Os fatores internos são basicamente químicos e serão discutidos neste texto. Os principais fatores internos são os chamados **hormônios vegetais** ou **fitormônios**, substâncias químicas que atuam sobre a divisão, alongação e diferenciação celular.

Hormônios vegetais são substâncias orgânicas que desempenham uma importante função na regulação do crescimento. No geral, são substâncias que atuam ou não diretamente sobre os tecidos e órgãos que os produzem (existem hormônios que são transportados para outros locais, não atuando em seus locais de síntese), ativos em quantidades muito pequenas, produzindo respostas fisiológicas específicas (floração, crescimento, amadurecimento de frutos etc.).

**A palavra hormônio vem a partir do termo grego *horman*, que significa "excitar". Entretanto, existem hormônios inibitórios. Sendo assim, é mais conveniente considerá-los como sendo reguladores químicos.**

A atuação dos reguladores químicos depende não apenas de suas composições químicas, mas também de como eles são "percebidos" pelos respectivos tecidos-alvos, de forma que um mesmo hormônio vegetal pode causar diferentes efeitos dependendo do local no qual estiver atuando (diferentes tecidos e órgãos), da concentração destes hormônios e da época de desenvolvimento de um mesmo tecido.

#### Os grupos de fitormônios conhecidos atualmente

Cinco grupos ou classes de hormônios vegetais (ou fitormônios) são reconhecidos:

Auxinas

Citocininas

Giberelinas

Acido abscísico

Etileno

#### As Auxinas

Os hormônios vegetais mais conhecidos são as **auxinas**, substâncias relacionadas à regulação do crescimento. Das auxinas, a mais conhecida é o **AIA – ácido indolilacético**.

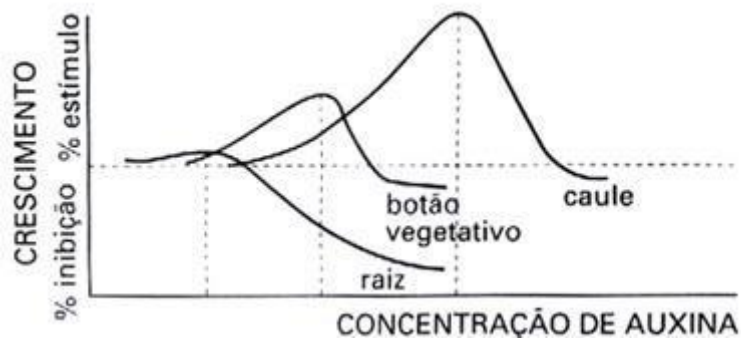
O AIA nos vegetais não é produzido apenas em coleótilos (Dá-se o nome de coleótilo a primeira porção de planta que aparece à superfície do solo. Este se desenvolve segundo a luz. Se a sua intensidade for constante, a planta irá se desenvolver na vertical, se for iluminada lateralmente os coleótilos irão crescer na direção da luz, curvando-se). Sua produção também ocorre em embriões nas sementes, em tubos

polínicos, e até pelas células da parede de ovários em desenvolvimento. Na planta adulta, é produzindo nas gemas apicais, principalmente as caulinares.

O transporte do AIA é polar, isto é, ocorre apenas nos locais de produção para os locais de ação por meio de células parenquimáticas especiais. O AIA age em pequeníssima quantidade, na ordem de milionésimos de microgramas, estimulando o crescimento.

#### Uma dose ótima para estimular o crescimento do caule pode inibir o crescimento da raiz.

- A raiz e o caule de uma mesma planta reagem diferentemente ao mesmo hormônio:  
A dose ótima para o crescimento da raiz é inferior à dose ótima para o crescimento do caule. A raiz, então, é mais sensível ao AIA do que caule;
- A dose ótima para o crescimento do caule é inibitória para o crescimento da raiz e também inibe o crescimento das gemas laterais.



#### Efeito das auxinas

##### Na dominância apical

As auxinas atuam nos genes das células vegetais, estimulando a síntese de enzimas que promovem o amolecimento da parede celular, possibilitando a distensão das células. A forma do corpo de muitas plantas, principalmente as do grupo perene é definida pela ação hormonal. A gema apical, que atua no crescimento longitudinal do caule, produz auxina na superfície para inibe as gemas laterais, deixando-as dormentes. Eliminando-se a gema apical, o crescimento passará a ser promovido pelas gemas laterais ativadas pela ausência de auxina. O vegetal apresentará, então, forma copada: pouca altura e mais galhos.

##### No crescimento sob a luz

Coleóptilos submetidos à iluminação unilateral apresentaram um crescimento em direção oposta à da luz. O **AIA** desloca-se do lado iluminado para o não iluminado, exercendo aí o seu efeito. A curvatura do coleóptilo será tanto maior quanto maior for o tempo de iluminação, já que mais AIA acaba atingindo o lado oposto. Se um coleóptilo for iluminado uniformemente, ele crescerá em linha reta, o mesmo acontecendo se ele for deixado no escuro.

#### Geotropismo

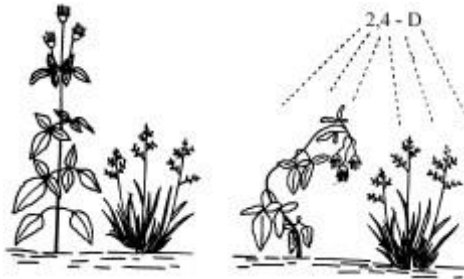
O geotropismo é um resposta dos órgãos vegetais à força da gravidade. Esta resposta resulta no crescimento da parte aérea da planta na direção oposta à força da gravidade (geotropismo negativo) e no crescimento das raízes na direção da força gravitacional (geotropismo positivo). O geotropismo no caule parece estar de acordo com a teoria de Cholodny-Went.

Quando a planta é colocada em posição horizontal, o acúmulo de auxinas na parte inferior do caule provoca um maior crescimento dessa parte, ocorrendo curvatura em uma direção oposta à força da gravidade, fazendo com que o caule se dirija para cima. Na raiz em posição horizontal ocorre um maior alongamento na parte superior comparada à inferior, provocando curvatura da raiz na direção da força

gravitacional. Há pouca evidência de que ocorra uma distribuição assimétrica de AIA natural em raízes colocadas em posição horizontal.

### Outros efeitos das auxinas

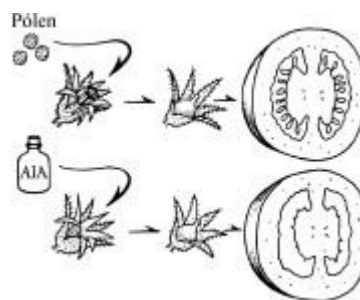
- A aplicação de auxinas sobre a superfície do caule promove a formação de **raízes adventícias**, o que é útil na propagação vegetativa por meio de estacas.
- O nível de auxinas nos **tecidos do ovário** sobe sensivelmente por ocasião da fecundação, promovendo o desenvolvimento do fruto.
- A **auxina sintética** 2,4-D (ácido 2,4-diclofenoxiacético) é utilizada como herbicida e atua somente em plantas eudicotiledôneas.



### Partenocarpia

Na natureza, é comum o desenvolvimento de ovários sem que tenha havido a formação das sementes. É o caso da banana. A auxina existe na parede do ovário e também nos tubos polínicos é que garante o crescimento do fruto.

Artificialmente, é possível **produzir frutos partenocárpicos** por meio da aplicação de auxinas diretamente nos ovários, retirando-se previamente os estames para evitar polinização. Isso é feito para se obter uvas, melancias, e tomates sem sementes.



### Ácido Abscísico - Abscisão Foliar

A queda das folhas de uma planta decídua pode ocorrer em resposta a sinais do meio ambiente, tais como curtos ou baixas temperaturas no outono, ou devido a condições adversas ao desenvolvimento vegetal. A folha jovem tem a capacidade de sintetizar níveis de auxinas relativamente altos; durante a senescência, **a síntese de auxinas no limbo foliar diminui consideravelmente, o que promove o rompimento do pecíolo na camada de abscisão.**



Durante a senescência, ao mesmo tempo em que diminui o fluxo de auxinas no pecíolo, ocorre um aumento na produção de **etileno** na região de abscisão. A queda no nível de auxinas aparentemente torna as células da região de abscisão mais sensíveis à ação do etileno. O etileno também inibe o transporte de auxinas no pecíolo e provoca a síntese e o transporte de enzimas que atuam na parede celular (celulases) e na lamela média (pectinases). A dissolução parcial ou total da parede celular e da lamela média torna a região de abscisão enfraquecida, do ponto de vista mecânico. Basta neste momento um vento moderado para causar a quebra do feixe vascular e completar a separação da folha do restante da planta.

A abscisão de frutos é muito semelhante à abscisão foliar, somente que nos frutos e em algumas folhas ocorre, antes da abscisão, um aumento no nível de **ácido abscísico**. Este hormônio vegetal poderia promover a síntese de etileno e, possivelmente, a síntese das enzimas que atuam na parede celular e lamela média.

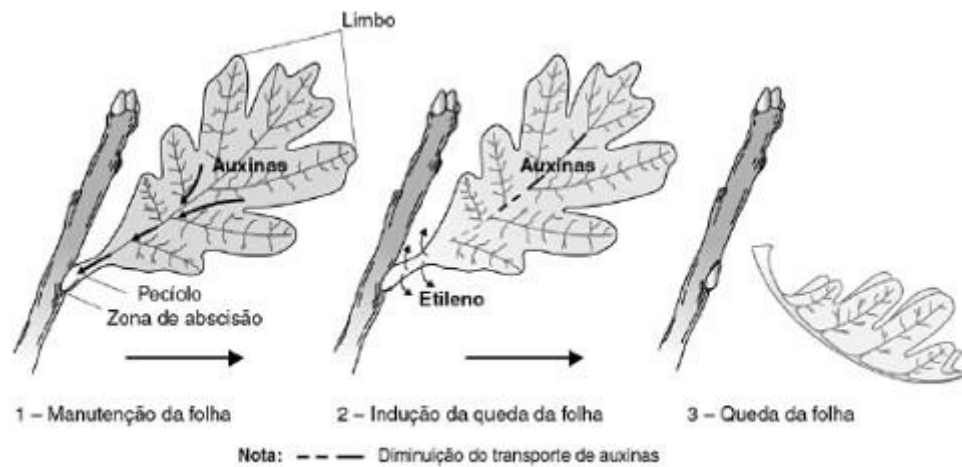


Figura 2

## Etileno

O etileno é um hidrocarboneto insaturado, de natureza gasosa, regulador do crescimento e que atua como hormônio. Sua produção em uma planta normal ocorre praticamente em todas as células e se torna mais abundante nas flores após a polinização e nos frutos em amadurecimento. Sua síntese também se verifica em células danificadas.

Uma banana madura, colocada junto a outras verdes, acelera o amadurecimento das outras por causa do etileno que ela desprende. Por isso, os floricultores costumam armazenar frutos em câmaras onde é evitado o acúmulo de etileno no ar, retardando, assim, o amadurecimento.

Outro modo de se evitar o amadurecimento dos frutos é enriquecer o ar do armazém com gás carbônico (já que esse gás antagoniza os efeitos do etileno) ou impedir a oxigenação dos frutos (o nível baixo de oxigênio reduz a taxa de síntese de etileno).

O etileno também está envolvido com a queda – abscisão – de folhas e frutos. Esse processo começa com a redução do teor de AIA da folha, seguido pela produção do etileno. Ele estimula a síntese de celulase, enzima que digere as paredes celulósicas, na região de abscisão do pecíolo. Nessa região surge um meristema de abscisão, em que as células derivadas organizam uma cicatriz que fechará a lacuna produzida com a queda da folha ou do fruto.

### O ETILENO

O mais simples dos alcenos é o **eteno**, trivialmente chamado de **etileno** (nome **não** reconhecido pela IUPAC para esse composto).

Ele é uma das substâncias orgânicas mais importantes para as indústrias químicas e é obtido do petróleo, principalmente como sub-produto do craqueamento catalítico e de outros procedimentos envolvendo o processamento petroquímico.

O etileno ocorre em pequena quantidade na natureza, sendo liberado por certas plantas e atuando como hormônio vegetal responsável, entre outras coisas, pelo amadurecimento de frutos.

Fruticultores se aproveitam dessa propriedade do etileno. Eles podem apanhar frutos ainda verdes, transportá-los sem que haja perda apreciável por apodrecimento e forçar a maturação submetendo-os a um ambiente contendo o gás.

Os dois tomates estavam igualmente verdes quando foram colocados nesses frascos. E a banana estava madura. O etileno desprendido pela banana acelerou não só o início do apodrecimento da própria banana, como também o amadurecimento do tomate que está no mesmo frasco.

EDUARDO CANTO  
SARA VERMAZONHO

THE NEXT

### As Giberelinas

A história inicial das giberelinas foi um produto exclusivo dos cientistas japoneses. Em 1926, E. Kurosawa estudava uma doença de arroz (*Oryza sativa*) denominada de doença das "plantinhas loucas", na qual a planta crescia rapidamente, era alta, com coloração pálida e adoentada, com tendência a cair. Kurosawa descobriu que a causa de tal doença era uma substância produzida por uma espécie de fungo, ***Gibberella fujikuroi***, o qual parasitava as plântulas.

A giberelina foi assim denominada e isolada em 1934. As giberelinas estão presentes possivelmente em todas as plantas, por todas as suas partes e em diferentes concentrações, sendo que as mais altas concentrações estão em sementes ainda imaturas. Mais de 78 giberelinas já foram isoladas e identificadas quimicamente. O grupo mais bem estudado é o GA3 (conhecido por ácido giberélico), que é também produzido pelo fungo *Gibberella fujikuroi*.

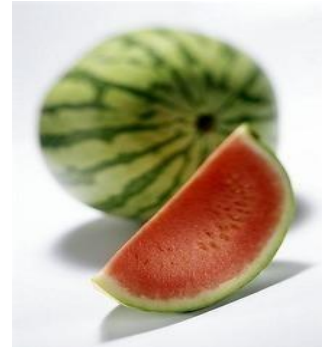
**As giberelinas têm efeitos drásticos no alongamento dos caules e folhas de plantas intactas, através da estimulação tanto da divisão celular como do alongamento celular.**

### Locais de produção das giberelinas no vegetal

As giberelinas são produzidas em tecidos jovens do sistema caulinar e sementes em desenvolvimento. É incerto se sua síntese ocorre também nas raízes. Após a síntese, as giberelinas são provavelmente transportadas pelo xilema e floema.

### **Giberelinas e os mutantes anões**

Aplicando giberelina em plantas anãs, verifica-se que elas se tornam indistinguíveis das plantas de altura normal (plantas não mutantes), indicando que as plantas anãs (mutantes) são incapazes de sintetizar giberelinas e que o crescimento dos tecidos requer este regulador.



### **Giberelinas e as sementes**

Em muitas espécies de plantas, incluindo o alface, o tabaco e a aveia selvagem, as giberelinas quebram a dormência das sementes, promovendo o crescimento do embrião e a emergência da plântula.

Especificamente, as giberelinas estimulam o alongamento celular, fazendo com que a radícula rompa o tegumento da semente.

### **Aplicações práticas das giberelinas**

1. Giberelinas podem ser usadas na quebra de dormência de sementes de várias espécies de vegetais, acelerando a germinação uniforme de plantações. Em sementes de cevada e outras gramíneas, a giberelina produzida pelo embrião acelera a digestão em reservas nutritivas contidas no endosperma (região rica em reservas), pois estimula a produção de enzimas hidrolíticas.
2. Giberelinas podem ser usadas para antecipar a produção de sementes em plantas bienais. Juntamente com as citocininas, desempenham importante papel no processo de germinação de sementes.
3. Giberelinas, assim como auxinas, podem causar o desenvolvimento de frutos partenocárpicos (sem sementes), incluindo maçã, abóbora, berinjela e groselha. A maior aplicação comercial das giberelinas é na produção de uvas para a mesa. O ácido giberélico promove a produção de frutos grandes, sem sementes, soltos entre si.
4. Giberelinas estimulam o florescimento de plantas de dia longo (PDL) e bienais.

### **Na agricultura**

1. Auxinas e giberelinas sintéticas: pulverizadas nas culturas, estas substâncias provocam a floração simultânea de plantações de abacaxi, evitam a queda prematura de laranjas e permitem a formação de uvas sem sementes. Aumentam ainda o tempo de armazenamento de batatas, impedindo o brotamento de suas gemas.
2. Experimentos para a produção de cultura de tecidos vegetais com auxinas e citocininas em soluções nutritivas contendo sais minerais, açúcar, vitaminas e aminoácidos. A partir disso, são produzidas grandes massas de tecidos (calos) de maçã, pera, cenoura, batata e outros. Com estes calos, podem ser obtidas novas plantas, selecionadas e isentas de parasitas. Experimentos clássicos realizados em 1950 foram feitos para obter clones (plantas geneticamente iguais, obtidas a partir de células somáticas de um único vegetal) de cenouras por cultura de tecidos.
3. Utilização de hormônios vegetais como herbicidas seletivos: alguns deles, como a 2,4 -D (ácido dicloro-fenoxiacético, uma auxina sintética) são inócuos para gramíneas como arroz, trigo, centeio, porém matam ervas daninhas de folhas largas como carrapichos, picões, dentes-de-leão.

### **Para outras finalidades**

4. Alguns hormônios sintéticos podem ser tóxicos para os animais e o homem; seu uso indiscriminado pode desencadear efeitos colaterais nocivos as comunidades e aos ecossistemas. E outra auxina sintética, a 2,4,5-T ( ácido tricloro-fenoxiacético), usado como agente desfolhante

na guerra do Vietnã. Foi demonstrado que esta substância é responsável por deformações nos embriões dos mamíferos. Os efeitos perigosos da substância decorrem de sua contaminação por traços de benzodioxina, substância que se forma durante a fabricação do hormônio. Pesquisas recentes mostram que apenas cinco partes por trilhão de dioxina podem aumentar significativamente a probabilidade de ocorrência de cânceres de vários tipos.

### Citocininas

Uma quarta classe de hormônios vegetais é a das citocininas, assim chamadas porque **estimula a divisão celular** (citocinese).

As citocininas são produzidas nas raízes e transportadas através do xilema para todas as partes da planta. Embriões e frutos também produzem as citocininas.

### Funções das citocininas

O papel das citocininas no desenvolvimento das plantas tem sido estudado em culturas de tecidos. Quando um fragmento de uma planta, um pedaço de parênquima, por exemplo, é colocado em um meio de cultura contendo todos os nutrientes essenciais à sua sobrevivência as células podem crescer mas não se dividem. Se adicionarmos apenas citocinina a esse meio, nada acontece, mas se adicionarmos também auxina, as células passam a se dividir e podem se diferenciar em diversos órgãos.

O tipo de órgão que surge em uma cultura de tecidos vegetais depende da relação entre as quantidades de citocina e auxina adicionadas ao meio. Quando as concentrações dos dois hormônios são iguais, as células se multiplicam mas não se diferenciam, formando uma massa de células denominada calo. Se a concentração de auxina for maior que a de citocina, o calo forma raízes. Se, por outro lado, a concentração de citocina for maior do que a de auxina, o calo forma brotos.

As citocinas também atuam em associação com as auxinas no **controle da dominância apical**. Nesse caso, os dois hormônios tem efeitos antagônicos. As auxinas que descem pelo caule inibem o desenvolvimento das gemas laterais, enquanto as citocinas que vêm das raízes estimulam as gemas a se desenvolverem. Quando a gema apical é removida, cessa a ação das auxinas e as citocinas induzem o desenvolvimento das gemas laterais. Uma vez iniciado o desenvolvimento das gemas laterais não mais pode ser inibido. O fato de as gemas mais baixas do caule saírem da dormência antes das mais altas tem a ver com o fato de elas estarem mais próximas das raízes, onde são produzidas as citocinas.

As citocinas também **retardam o envelhecimento** das plantas. Ramos e flores cortados e colocados em água envelhecem rapidamente pela falta desse hormônio. A adição de citocina na água dos vasos faz com que as flores cortadas durem bem mais tempo. É uma prática comum no comércio de plantas pulverizar citocina sobre as flores colhidas com a finalidade de retardar o seu envelhecimento.

### Senescência

A senescência consiste no conjunto de mudanças que provocam a deterioração e a morte da célula vegetal. Em plantas multicelulares, a senescência ocorre após a juvenilidade (crescimento vegetativo) e a maturidade (reprodução) e é rápida em plantas perenes, de acordo com o programa genético característico de cada tipo de planta. A senescência é também sensível à influência de fatores do meio ambiente tais como dias curtos, baixa luminosidade, baixas e altas temperaturas, baixos níveis de nutrientes essenciais e sais tóxicos no solo.



A senescência consiste no conjunto de mudanças que provocam a deterioração e a morte da célula vegetal. Em plantas multicelulares, a senescência ocorre após a juvenilidade (crescimento vegetativo) e a maturidade (reprodução) e é rápida em plantas perenes, de acordo com o programa genético característico de cada tipo de planta. A senescência é também sensível à influência de fatores do meio ambiente tais como dias curtos, baixa luminosidade, baixas e altas temperaturas, baixos níveis de nutrientes essenciais e sais tóxicos no solo.

A senescência consiste no conjunto de mudanças que provocam a deterioração e a morte da célula vegetal. Em plantas multicelulares, a senescência ocorre após a juvenilidade (crescimento vegetativo) e a maturidade (reprodução) e é rápida em plantas perenes, de acordo com o programa genético característico de cada tipo de planta. A senescência é também sensível à influência de fatores do meio ambiente tais como dias curtos, baixa luminosidade, baixas e altas temperaturas, baixos níveis de nutrientes essenciais e sais tóxicos no solo.

A senescência e a morte podem ocorrer aproximadamente ao mesmo tempo em toda a planta, no caso de plantas anuais (milho, soja) e algumas plantas perenes (agave, bambu), que florescem uma vez e morrem logo depois, ou podem ocorrer somente na parte aérea das plantas bianuais e herbáceas perenes, nas quais as partes subterrâneas se mantêm vivas e servem como reservas para o crescimento do ano seguinte e podem ocorrer somente nas folhas e frutos de plantas lenhosas perenes. Estas plantas florescem todo ano e sua senescência total e a morte levam muitos anos.

Em plantas com senescência total, ela se dá logo depois da floração e da frutificação. A retirada de flores e de frutos adia a senescência e provoca um retorno ao rápido crescimento vegetativo característico da fase anterior à floração. Nos cereais (milho, trigo) a senescência é facilmente observada, já que acontece quase simultaneamente em milhões de plantas.

A senescência não ocorre ao acaso e quando ela é total está mais relacionada a fatores internos da planta que a fatores do meio ambiente. As mudanças que se observam nessa fase são parte de um mecanismo de transferência de nutrientes de partes da planta como a folha, para outras partes como os frutos, as sementes e o caule. Frequentemente, a senescência das folhas e dos frutos é acompanhada de sua abscisão.

Uma causa possível da senescência da planta poderia ser a grande mobilização de nutrientes e citocininas na direção dos frutos e das sementes. A morte da parte vegetativa da planta seria a consequência dessa mobilização dirigida pela atividade das auxinas produzidas pelos frutos. A retirada de flores e de frutos atrasa e pode até evitar a senescência. Essa mobilização poderia também ser considerada como um efeito e não como uma causa da senescência. A teoria da mobilização não explica por que a presença de flores masculinas em plantas masculinas provoca o início da senescência enquanto a retirada dessas flores a retarda.

A aplicação de retardadores do crescimento tem como efeito a aceleração da iniciação floral e da floração de certas plantas. No abacaxizeiro, as aplicações de etileno, de compostos que liberam etileno em contato com a planta (ethephon) ou de auxinas que induzem a produção de etileno pela planta, provocam a iniciação floral e a floração. No repolho, entretanto, a floração está associada a um rápido crescimento vegetativo. Isto mostra que nem sempre a diminuição da taxa de crescimento está intimamente associada à iniciação floral, à floração e à frutificação. Na realidade, além do fato de que ela faz parte do programa genético da planta e que está sujeita, em certos casos, a fatores do meio ambiente, pouco se conhece sobre as causas profundas da senescência.

### **Fotoperiodismo**

Diversas etapas do desenvolvimento das plantas ocorrem em épocas determinadas do ano. A época da floração, por exemplo, é característica para cada espécie: é comum ouvirmos dizer que tal planta floresce em agosto, outra em setembro e assim por diante.

### **Como as plantas sabem a época em que devem florescer?**

O estímulo ambiental que as plantas utilizam com mais frequência é o foto período, isto é, a relação entre a duração dos dias (período iluminado) e das noites (período escuro). A resposta fisiológica a essa relação é chamada fotoperiodismo.

De acordo com a maneira como o fotoperiodismo afeta a floração, as plantas podem ser classificadas em três tipos principais: **plantas de dia curto**, **plantas de dia longo** e **plantas indiferentes**.

### Plantas de dia curto

Plantas de dia curto são aquelas que florescem quando a duração da noite (período escuro) é igual ou maior do que determinado valor, denominado fotoperíodo crítico. Plantas de dia curto florescem no fim do verão, no outono ou no inverno.



### Plantas de dia longo

Plantas de dia longo são as que florescem quando submetidas a períodos de escuridão inferiores ao fotoperíodo crítico. Plantas desse tipo das quais a alface é um exemplo, florescem no fim da primavera ou no verão. Para algumas plantas basta uma única exposição ao fotoperíodo indutor para florescer, enquanto outras precisam de vários dias sucessivos de fotoperíodos adequados.



Algumas plantas só respondem ao fotoperíodo depois de receber algum outro tipo de estimulação. O trigo de inverno, por exemplo, não florescerá ao menos que fique exposto por várias semanas à temperaturas inferiores a 10°C. Essa necessidade de frio para florescer ou uma semente germinar, é comum a muitas plantas de clima temperado, sendo chamada de vernalização. Se, após a vernalização, o trigo de inverno for submetidos a períodos indutores menores que o fotoperíodo crítico, ele florescerá.

## Plantas indiferentes

Existem plantas que florescem independente do fotoperíodo. Nesse caso, a floração ocorre em resposta a outros estímulos. O tomate e o feijão de corda são exemplos de plantas indiferentes.

## Fitocromos e a Percepção da Luz

O fato de as plantas responderem a estímulos luminosos significa que elas são capazes de perceber a luz. **O fotorreceptor envolvido no fotoperiodismo, bem como em muitos outros tipos de resposta à luz, é o fitocromo, uma proteína de cor azul-esverdeada.**

## Tipos de fitocromos

O fitocromo existe em duas formas interconvertíveis, uma inativa, chamada **fitocromo R**, e outra ativa, chamada **fitocromo F**. O fitocromo R (do inglês, *Red*, vermelho) se transforma em fitocromo F (do inglês, *far-red*, vermelho-longo) ao absorver luz vermelha de comprimento de onda na faixa dos 660 nanômetros. O fitocromo F, por sua vez, transforma-se em fitocromo R ao absorver luz vermelha de comprimento de onda na faixa dos 730 nanômetros (vermelho de onda mais longa).

A luz solar contém ambos os comprimentos de onda (vermelho e vermelho-longo). Por isso durante o dia as plantas apresentam as duas formas de fitocromos (R e F), com predominância do fitocromo F. À noite, o fitocromo F, mais instável, converte-se espontaneamente em fitocromo R. Dependendo da duração do período de escuridão, essa conversão pode ser total, de modo que a planta ao fim de um longo período de escuridão, pode apresentar apenas fitocromo R.

## Papel do fitocromo na floração

**Nas plantas de dia curto o fitocromo F é um inibidor da floração.** Plantas de dia curto florescem em estações do ano que as noites são longas, porque, durante o período prolongado de escuridão, o fitocromo F converte-se espontaneamente em fitocromo R, deixando de inibir a floração. Uma breve exposição de luz (cerca de 10 minutos) durante o período de escuridão é o suficiente para impedir a floração de plantas de dia curto, pois, nesse período o fitocromo R é convertido em fitocromo F.

**Nas plantas de dia longo o fitocromo F é um indutor de floração.** Assim, plantas de dia longo só florescem se o período de escuridão não forem muito prolongados, de modo que não haja conversão total de fitocromo F em R. Já em estações do ano que as noites são longas, as plantas de dia longo não florescem, porque todo o fitocromo F é convertido em fitocromo R, que não induz a floração.

## Fitocromos e germinação

Os fitocromos também estão envolvidos em outros processos fisiológicos das plantas, entre elas a germinação das sementes.

As sementes de diversas espécies de plantas precisam ser expostas à luz para germinar. Isso porque a germinação é induzida pelo fitocromo F, formado durante o período de exposição à luz.

## Movimentos Vegetais

Os movimentos dos vegetais respondem à ação de hormônios ou de fatores ambientais como substâncias químicas, luz solar ou choques mecânicos. Estes movimentos podem ser do tipo crescimento e curvatura e do tipo locomoção.

## Movimentos de Crescimento e Curvatura

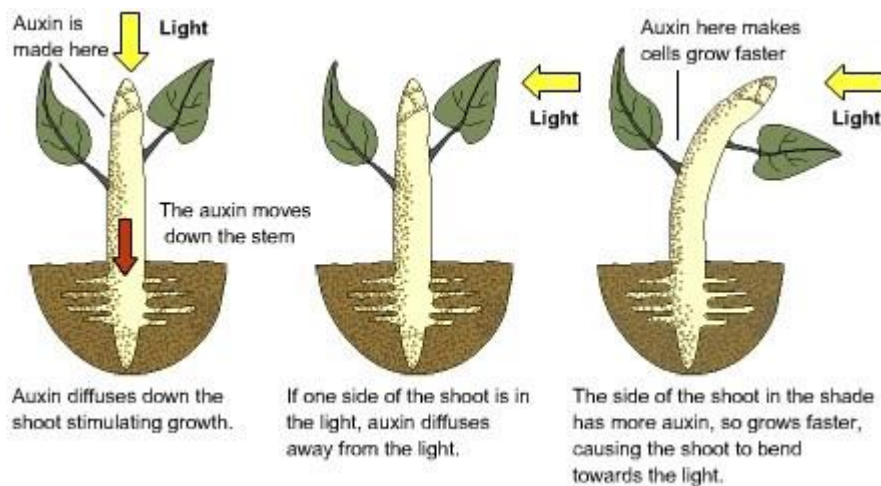
Estes movimentos podem ser do tipo **tropismos** e **nastismos**.

### Tropismos

Os tropismos são movimentos orientados em relação à fonte de estímulo. Estão relacionados com a ação das auxinas.

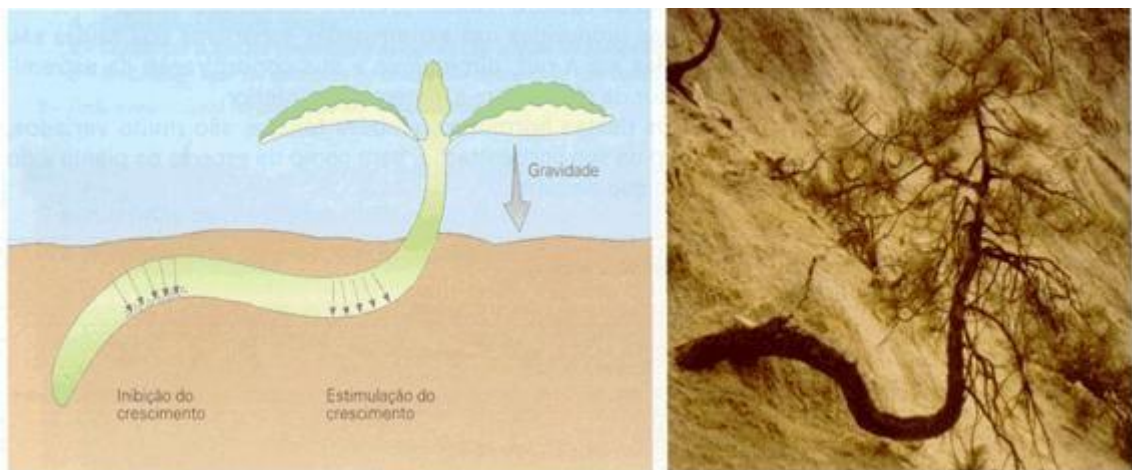
#### Fototropismo

Movimento orientado pela direção da luz. Existe uma curvatura do vegetal em relação à luz, podendo ser em direção ou contrária a ela, dependendo do órgão vegetal e da concentração do hormônio auxina. O caule apresenta um fototropismo positivo, enquanto que a raiz apresenta fototropismo negativo.



#### Geotropismo

Movimento orientado pela força da gravidade. O caule responde com geotropismo negativo e a raiz com geotropismo positivo, dependendo da concentração de auxina nestes órgãos.

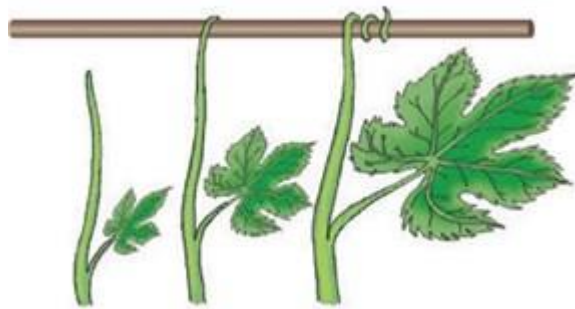


### Quimiotropismo

Movimento orientado em relação a substâncias químicas do meio.

### Tigmotropismo

Movimento orientado por um choque mecânico ou suporte mecânico, como acontece com as gavinhas de chuchu e maracujá que se enrolam quando entram em contato com algum suporte mecânico.



### Nastismos

Os nastismos são movimentos que não são orientados em relação à fonte de estímulo. Dependem da simetria interna do órgão, que devem ter disposição dorso - ventral como as folhas dos vegetais.

### Fotonastismo

Movimento das pétalas das flores que fazem movimento de curvatura para a base da corola. Este movimento não é orientado pela direção da luz, sendo sempre para a base da flor. Existem as flores que abrem durante o dia, fechando-se à noite como "onze horas" e aquelas que fazem o contrário como a "dama da noite".

### Tigmonastismo e Quimionastismo

Movimentos que ocorrem em plantas insetívoras ou mais comumente plantas carnívoras, que, em contato com um inseto, fecham suas folhas com tentáculos ou com pelos urticantes, e logo em seguida liberam secreções digestivas que atacam o inseto. Às vezes substâncias químicas liberadas pelo inseto é que provocam esta reação.



### **Seismonastia**

Movimento verificado nos folíolos das folhas de plantas do tipo sensitiva ou mimosa, que, ao sofrerem um abalo com a mão de uma pessoa ou com o vento, fecham seus folíolos. Este movimento é explicado pela diferença de turgescência entre as células de parênquima aquoso que estas folhas apresentam.

### **Movimentos de Locomoção ou Deslocamento**

Movimentos de deslocamento de células ou organismos que são orientados em relação à fonte de estímulo, podendo ser positivos ou negativos, sendo definidos como **tactismos**.

#### **Quimiotactismo**

Movimento orientado em relação a substâncias químicas como ocorre com o anterozoide em direção ao arqueônio.

#### **Aerotactismo**

Movimento orientado em relação à fonte de oxigênio, como ocorre de modo positivo com bactérias aeróbicas.

#### **Fototactismo**

Movimento orientado em relação à luz, como ocorre com os cloroplastos na célula vegetal.

## **SEÇÃO LEITURA**

### **Etileno e o amadurecimento de frutas**



Imagine só comer uma banana sem quem esta esteja com o grau de maturação completo, fica aquele aperto na boca característico das bases (todas as bases possuem sabor adstringente). As frutas produzidas em escala comercial precisam ter uma série de requisitos, devido à finalidade: o comércio, ou seja, ninguém iria comprar uma fruta amassada, com aparência degenerativa, e ainda por cima verde, e isto vale também para verduras.

Mas um composto químico é usado especialmente para solucionar este problema, é o Etileno, conheça agora esta substância orgânica e como ela age sobre as frutas:

O etileno é um gás responsável pela maturação de frutas, ele funciona como um hormônio, é produzido a partir das células e se faz presente em toda a estrutura do fruto, desde a casca até seu interior. Conheça as 3 reações que acontecem durante o processo de maturação de frutas:

**1. Oxidação de lipídios:** Essa reação é produzida pelo etileno e é responsável pelo rompimento nas fibras do fruto, tornando-o macio;

**2. Quebra das ligações de amido:** A doçura das frutas maduras aparece neste momento: durante a quebra das ligações do amido presente em sua composição;

**3. Quebra das moléculas de clorofila:** O etileno é responsável ainda por quebrar as moléculas de clorofila presente na casca do fruto, que lhe confere a cor verde. Após esta reação, dependendo do fruto, a coloração fica avermelhada ou amarelada.

DICA: Se quiser acelerar o amadurecimento do tomate e banana em sua própria casa, basta colocá-los em um recipiente fechado. Estes frutos exalam etileno quando estão maduros, abafando-os você evita que o etileno gasoso escape, fique retido no recipiente e acelere o processo de maturação das frutas verdes.

Em países com clima Tropical, como é o caso do Brasil, as frutas se deterioram com muita facilidade, e por isso os comerciantes precisam usar destes artifícios para obterem as espécies frutíferas com aspecto saudável, atraentes e, sobretudo, saborosas

## EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO CAP. 03

### Fisiologia Vegetal

1- (UNESP-SP) Um botânico tomou dois vasos, **A** e **B**, de uma determinada planta. O vaso **A** permaneceu como controle e no vaso **B** foi aplicado uma substância que induziu a planta a ficar com os estômatos permanentemente fechados. Após alguns dias, a planta do vaso **A** permaneceu igual e a do vaso **B** apresentou sinais de grande debilidade, embora ambas tenham ficado no mesmo local e com água em abundância. Foram levantadas três possibilidades para a debilidade da planta **B**:

I. A água que ia sendo absorvida pelas raízes não pôde ser perdida pela transpiração, acumulando-se em grande quantidade nos tecidos da planta.

II. A planta não pôde realizar fotossíntese, porque o fechamento dos estômatos impediu a entrada de luz para o parênquima clorofiliano das folhas.

III. A principal via de captação de CO<sub>2</sub> para o interior da planta foi fechada, comprometendo a fotossíntese.

A explicação correta corresponde a:

a) I.

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

2- (FUVEST-SP) Em determinada condição de luminosidade (ponto de compensação fótico), uma planta devolve para o ambiente, na forma de gás carbônico, a mesma quantidade de carbono que fixa, na forma de carboidrato, durante a fotossíntese. Se o ponto de compensação fótico é mantido por certo tempo, a planta.

- a) morre rapidamente, pois não consegue o suprimento energético de que necessita.
- b) continua crescendo, pois mantém a capacidade de retirar água e alimento do solo.
- c) continua crescendo, pois mantém a capacidade de armazenar o alimento que sintetiza.
- d) continua viva, mas não cresce, pois consome todo o alimento que produz.
- e) continua viva, mas não cresce, pois perde a capacidade de retirar do solo os nutrientes de que necessita.

3- ANULADA

4- (PUC-SP) Em uma planta, a coluna líquida dentro de vasos é arrastada para cima, o que se deve ao fato de as moléculas de água manter-se unidas por forças de coesão.

A descrição acima se refere à condução de

- a) seiva bruta pelos vasos xilemáticos.
- b) seiva bruta pelos vasos floemáticos.
- c) seiva elaborada pelos vasos xilemáticos.
- d) seiva elaborada pelos vasos floemáticos.
- e) seiva bruta pelas células companheiras, anexas aos vasos floemáticos.

5- (Unifesp) A mandioca (aipim, macaxeira) corresponde ao órgão de uma planta onde se acumulam substâncias de reserva energética que têm sua origem

- a) nas folhas, a partir da produção de hormônios vegetais.
- b) nas folhas, a partir da fotossíntese.
- c) nas raízes, absorvidas diretamente do solo.
- d) nas raízes, por relação simbiótica com bactérias.
- e) no caule, a partir da quebra da glicose.

6- (PUC-RS) O transporte de seiva bruta nos vegetais vasculares ocorre devido a diversos fenômenos fisiológicos, tais como: I – capilaridade;

II – transpiração foliar;

III – plasmólise celular; IV – maior pressão da raiz; V – menor pressão das folhas.

Estão corretas: a) todas.

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

- 7- (UFRN) Leia o fragmento que segue, extraído de *Asa Branca* (Luís Gonzaga e Humberto Teixeira):  
Que braseiro, que fornaia,  
Nem um pé de prantação, Por  
farta d'água, perdi meu gado,  
Morreu de sede meu alazão...  
As espécies vegetais típicas do contexto geográfico focalizado acima apresentam as seguintes adaptações:
- a) rápido mecanismo de abertura e fechamento de estômatos – folhas cerificadas.
  - b) presença de estruturas foliares modificadas em espinhos – raízes adventícias.
  - c) aumento significativo da superfície foliar – raízes com alto poder absoritivo.
  - d) capacidade de armazenamento de água – associação de micorrizas.
- 8- (UFJF-MG) Indique a alternativa que apresenta a associação **correta** entre a estrutura e o processo envolvidos com a eliminação de água, no estado líquido, pelas plantas:
- a) pêlos absorventes – absorção
  - b) hidatódios – gutação
  - c) haustórios – transpiração
  - d) gavinhas – evaporação
- 9- (MACK-SP)
- I – É produzido principalmente no meristema apical da raiz.
  - II – O seu principal efeito é promover o crescimento das raízes e caules.
  - III – Inibe o desenvolvimento das gemas laterais.
  - IV – Estimula o crescimento e amadurecimento dos frutos.
- Das afirmações acima, a respeito do hormônio vegetal **auxina**, são verdadeiras:
- a) I, II, III e IV.
  - b) apenas I, III e IV.
  - c) apenas III e IV.
  - d) apenas I, II e III.
  - e) apenas II, III e IV.
- 10- (FUVEST-SP) Para se obter a ramificação do caule de uma planta, como a azaléia por exemplo, deve-se:
- a) aplicar adubo com alto teor de fosfato na planta, de modo a estimular a síntese de clorofila e maior produção de ramos.
  - b) aplicar hormônio auxina nas gemas laterais, de modo a estimular o seu desenvolvimento e consequente produção de ramos.
  - c) manter a planta por algum tempo no escuro, de modo a estimular a produção de gás etileno, um indutor de crescimento caulinar.
  - d) cortar as pontas das raízes, de modo a evitar seu desenvolvimento e permitir maior crescimento das outras partes da planta.
  - e) cortar as pontas dos ramos, de modo a eliminar as gemas apicais que produzem hormônios inibidores do desenvolvimento das gemas laterais.
- 11- (UFMA) Observe as sentenças abaixo sobre hormônios vegetais:
- I – O etileno é um fitormônio encontrado em todas as partes do vegetal, principalmente na base do ovário. Inibe a multiplicação e o crescimento das células, estimula a dormência de gemas e sementes e promove a abscisão de folhas, flores e frutos.
  - II – As citocininas são hormônios responsáveis pela multiplicação celular e, em alguns casos, pelo desenvolvimento de gemas laterais.

III – As giberelinas são hormônios presentes em quase todo vegetal, sendo mais abundantes nas sementes jovens. São responsáveis pelo alongamento do caule, crescimento das folhas, floração, desenvolvimento dos frutos e interrupção da dormência.

IV – O ácido abscísico é responsável pelo amadurecimento e pela abscisão dos frutos, além de promover a floração e a abscisão de folhas e flores.

Indique a opção que contém somente as sentenças corretas.

a) II e III

b) I, III e IV

c) I, II e III

d) I e IV

e) II e IV

12- (Umesp) Ao se fazer uma cerca viva podam-se os ápices das plantas. Essa técnica, desenvolvida pelos agricultores muito antes de se conhecer os hormônios vegetais, consiste em: a) estimular a dominância apical.

b) estimular a dormência das gemas laterais.

c) estimular a produção de auxina para manter a dominância apical.

d) impedir a quebra da dormência das gemas laterais.

e) impedir a produção de auxinas pelas gemas apicais, que inibem as gemas laterais.

13- (UFES) Dentre os fitormônios conhecidos, o etileno é um dos principais responsáveis pelo amadurecimento dos frutos. Para evitar que os frutos amadureçam durante o transporte, um produtor que queira exportar mamões para outro Estado deve:

a) utilizar carros frigoríficos com baixas temperaturas e altas taxas de  $\text{CO}_2$ .

b) armazenar os frutos em temperaturas elevadas e com altas taxas de  $\text{O}_2$ .

c) diminuir a concentração de  $\text{CO}_2$  no interior dos carros frigoríficos.

d) manter os veículos de transporte em temperatura ambiente.

e) colocar alguns frutos já maduros entre os outros ainda verdes.

14- Escrevendo-se que durante a etapa fotoquímica da fotossíntese houve:

I. fotólise da água

II. redução do NADP a NADPH

III. fotofosforilação do ATP que passa a ADP

IV. desprendimento de oxigênio

Foi cometido erro:

a) na I e na II

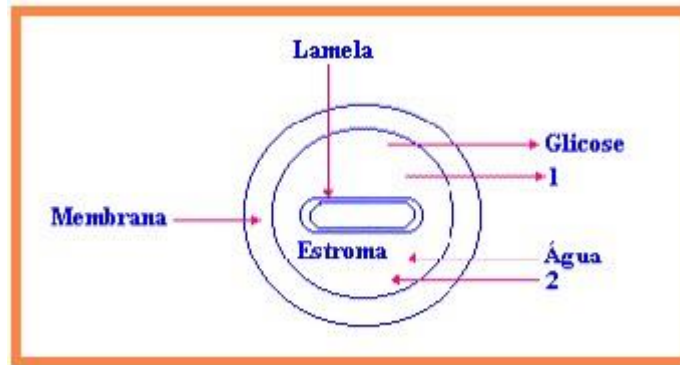
b) na III apenas

c) na II e na III

d) na II, na III e na IV

e) na II apenas

15- (CESGRANRIO) O esquema representa um cloroplasto. A propósito desse esquema são feitas três afirmações:



I. É nas lamelas que se processa a fase luminosa da fotossíntese. II. É no estroma que se processa a síntese final da glicose. III. A seta 1 indica gás carbônico e a seta 2, oxigênio.

Assinale:

- a) se somente I for verdadeira
- b) se somente I e II forem verdadeiras
- c) se somente II e III forem verdadeiras
- d) se somente I e III forem verdadeiras
- e) se I, II e III forem verdadeiras

16- A fotossíntese libera para a atmosfera:

- a) o oxigênio oriundo da água;
- b) o oxigênio proveniente do gás carbônico;
- c) o gás carbônico proveniente da respiração;
- d) o vapor d'água absorvido pela luz;
- e) o gás carbônico e o oxigênio proveniente da respiração.

17-(FUND. CARLOS CHAGAS) Considere as seguintes etapas da fotossíntese:

- I. redução do NADP
- II. fotólise da água
- III. síntese de glicose
- IV. participação do CO<sub>2</sub> na fase puramente química.

A ordem em que ocorrem essas etapas é:

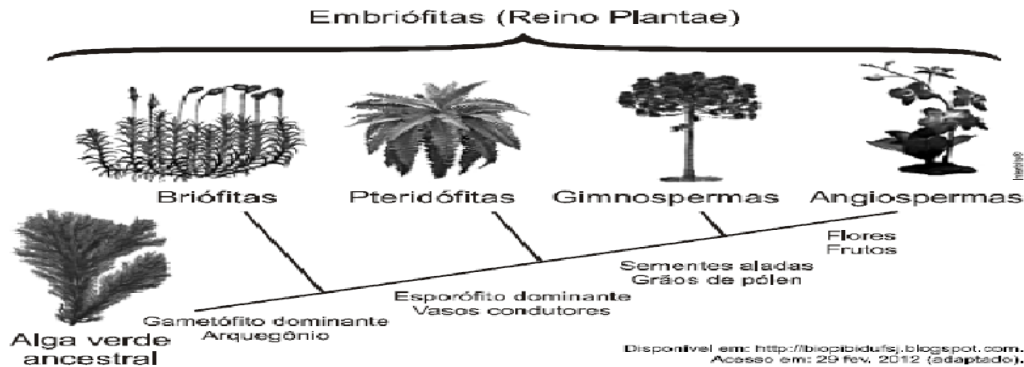
- a) I – II – III – IV
- b) II – I – IV – III
- c) II – IV – I – III
- d) II – I – III – IV
- e) IV – III – II – I

**Gabarito exercício fixação cap. 03**

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

## PINTOU NO ENEM

- 2) (ENEM 2012) A imagem representa o processo de evolução das plantas e algumas de suas estruturas. Para o sucesso desse processo, a partir de um ancestral simples, os diferentes grupos vegetais desenvolveram estruturas adaptativas que lhes permitiram sobreviver em diferentes ambientes.



Qual das estruturas adaptativas apresentadas contribuiu para uma maior diversidade genética?

- (A) As sementes aladas, que favorecem a dispersão aérea.
- (B) Os arquegônios, que protegem o embrião multicelular.
- (C) Os grãos de pólen, que garantem a polinização cruzada.
- (D) Os frutos, que promovem uma maior eficiência reprodutiva.
- (E) Os vasos condutores, que possibilitam o transporte da seiva bruta.

2) (ENEM) Os frutos são exclusivos das angiospermas, e a dispersão das sementes dessas plantas é muito importante para garantir seu sucesso reprodutivo, pois permite a conquista de novos territórios. A dispersão é favorecida por certas características dos frutos (ex.: cores fortes e vibrantes, gosto e odor agradáveis, polpa suculenta) e das sementes (ex.: presença de ganchos e outras estruturas fixadoras que se aderem às penas e pelos de animais, tamanho reduzido, leveza e presença de expansões semelhantes a asas). Nas matas brasileiras, os animais da fauna silvestre têm uma importante contribuição na dispersão de sementes e, portanto, na manutenção da diversidade da flora.

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

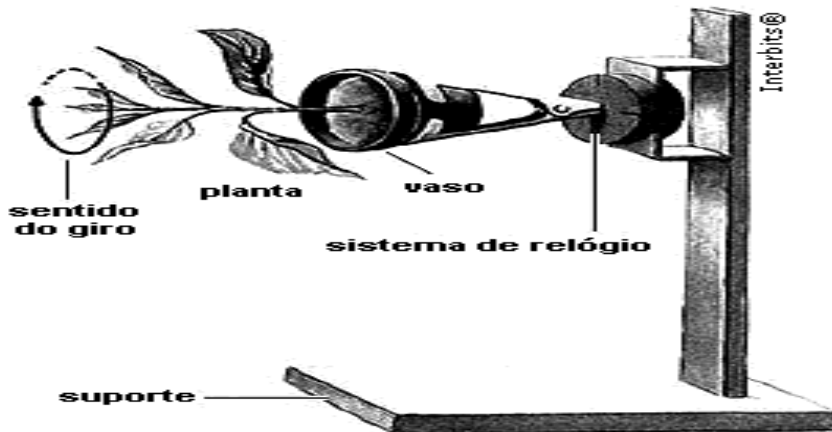
Das características de frutos e sementes apresentadas, quais estão diretamente associadas a um mecanismo de atração de aves e mamíferos?

- (A) Ganchos que permitem a adesão aos pelos e penas.
- (B) Expansões semelhantes a asas que favorecem a flutuação.
- (C) Estruturas fixadoras que se aderem às asas das aves.
- (D) Frutos com polpa suculenta que fornecem energia aos dispersores.
- (E) Leveza e tamanho reduzido das sementes, que favorecem a flutuação.

3) (ENEM 2005) Caso os cientistas descobrissem alguma substância que impedisse a reprodução de todos os insetos, certamente nos livraríamos de várias doenças em que esses animais são vetores. Em compensação teríamos grandes problemas como a diminuição drástica de plantas que dependem dos insetos para polinização, que é o caso das

- (A) algas.
- (B) briófitas como os musgos.
- (C) pteridófitas como as samambaias.
- (D) gimnospermas como os pinheiros.
- (E) angiospermas como as árvores frutíferas.

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



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

- (A) distribua uniformemente nas faces do caule, estimulando o crescimento de todas elas de forma igual.
- (B) acumule na face inferior do caule e, por isso, determine um crescimento maior dessa parte.
- (C) concentre na extremidade do caule e, por isso, iniba o crescimento nessa parte.
- (D) distribua uniformemente nas faces do caule e, por isso, iniba o crescimento de todas elas.
- (E) concentre na face inferior do caule e, por isso, iniba a atividade das gemas laterais.

5) (ENEM 2006) Na transpiração, as plantas perdem água na forma de vapor através dos estômatos. Quando os estômatos estão fechados, a transpiração torna-se desprezível. Por essa razão, a abertura dos estômatos pode funcionar como indicador do tipo de ecossistema e da estação do ano em que as plantas estão sendo observadas. A tabela a seguir mostra como se comportam os estômatos de uma planta da caatinga em diferentes condições climáticas e horas do dia. Considerando a mesma legenda dessa tabela, assinale a opção que melhor representa o comportamento dos estômatos de uma planta típica da Mata Atlântica.

Condição climática	Horas do dia					
	8h	10h	12h	14h	16h	17h
tempo chuvoso	2	2	2	0	2	2
seca	1	1	0	0	0	0
seca intensa	0	0	0	0	0	0

Legenda:

- 0 = estômatos completamente fechados;
- 1 = estômatos parcialmente abertos;
- 2 = estômatos completamente abertos.

(A)

Condição climática	Horas do dia					
	8h	10h	12h	14h	16h	17h
tempo chuvoso	2	2	2	0	2	2
Seca	1	1	0	0	1	1
seca intensa	1	1	0	0	0	0

(B)

Condição climática	Horas do dia					
	8h	10h	12h	14h	16h	17h
tempo chuvoso	1	1	1	1	1	1
seca	1	1	0	0	1	1
seca intensa	0	0	0	0	0	0

(D)

Condição climática	Horas do dia					
	8h	10h	12h	14h	16h	17h
seca	1	1	0	0	0	0
seca intensa	0	0	0	0	0	0

(C)

Condição climática	Horas do dia					
	8h	10h	12h	14h	16h	17h
tempo chuvoso	1	1	0	0	0	0
seca	1	1	0	0	0	0

(E)

Condição climática	Horas do dia					
	8h	10h	12h	14h	16h	17h
tempo chuvoso	2	2	2	0	2	2
seca	2	2	2	0	2	2

**6) (ENEM 1998)** Alunos de uma escola no Rio de Janeiro são convidados a participar de uma excursão ao Parque Nacional de Jurubatiba. Antes do passeio, eles leem o trecho de uma reportagem publicada em uma revista:

"Jurubatiba será o primeiro parque nacional em área de restinga, num braço de areia com 31 quilômetros de extensão, formado entre o mar e dezoito lagoas. Numa área de 14.000 hectares, ali vivem jacarés, capivaras, lontras, tamanduás-mirins, além de milhares de aves e de peixes de água doce e salgada. Os peixes de água salgada, na época das cheias, passam para as lagoas, onde encontram abrigo, voltando ao mar na cheia seguinte. Nos terrenos mais baixos, próximos aos lençóis freáticos, as plantas têm água suficiente para aguentar longas secas. Já nas áreas planas, os cactos são um dos poucos vegetais que proliferam, pintando o areal com um verde pálido."

Depois de ler o texto, os alunos podem supor que, em Jurubatiba, os vegetais que sobrevivem nas áreas planas têm características tais como:

- (A) quantidade considerável de folhas, para aumentar a área de contato com a umidade do ar nos dias chuvosos.  
 (B) redução na velocidade da fotossíntese e realização ininterrupta desse processo, durante as 24 horas.  
 (C) caules e folhas cobertos por espessas cutículas que impedem o ressecamento e a consequente perda de água.  
 (D) redução do calibre dos vasos que conduzem a água e os sais minerais da raiz aos centros produtores do vegetal, para evitar perdas.  
 (E) crescimento sob a copa de árvores frondosas, que impede o ressecamento e consequente perda de água.

## GABARITO

1	2	3	4	5	6
C	D	E	A	E	C

## INTRODUÇÃO A ECOLOGIA

O termo ecologia foi empregado pela primeira vez pelo biólogo alemão E. Haeckel em 1866. Ecologia é originada de duas palavras gregas: Oikós que quer dizer casa, e logos que significa estudo. Ecologia significa a Ciência do Habitat. É a ciência que estuda as condições de existência dos seres vivos e as interações de qualquer natureza, existentes entre esses seres vivos e seu meio.



### CONCEITOS FUNDAMENTAIS:

**ESPÉCIE**- é o conjunto de indivíduos semelhantes (estruturalmente, funcionalmente e bioquimicamente) que se reproduzem naturalmente, originando descendentes férteis. Ex.: *Homo sapiens*

**POPULAÇÃO**- é o conjunto de indivíduos de mesma espécie que vivem numa mesma área em um determinado período. Ex.: Conjunto de indivíduos encontrados na mata da UFJF. Anfíbios encontrados em uma lagoa.

**COMUNIDADE OU BIOCENOSE**- é o conjunto de populações de diversas espécies que habitam uma mesma região num determinado período. Ex.: seres de uma floresta, de um rio, de um lago de um brejo, dos campos, dos oceanos, obs. Os fatores abióticos não são levados em consideração.

**ECOSSISTEMA OU SISTEMA ECOLÓGICO**- é o conjunto formado pelo meio ambiente físico, ou seja, o BIÓTOPO (formado por fatores abióticos como: solo, água, ar) mais a comunidade (formada por componentes bióticos - seres vivos) que com o meio se relaciona. Ex. Aquário, Tronco de árvore caído. Obs. Não confundir Biótopo com biótico.

**HABITAT**- é o lugar específico onde uma espécie pode ser encontrada, isto é, o seu "ENDEREÇO" dentro do ecossistema. Exemplo: Uma planta pode ser o habitat de um inseto, o leão pode ser encontrado nas savanas africanas, etc.

**BIÓTOPO**- Área física na qual determinada comunidade vive. Por exemplo, o habitat das piranhas é a água doce, como, por exemplo, a do rio Amazonas ou dos rios do complexo do Pantanal o **biótopo** rio Amazonas é o local onde vivem todas as populações de organismos vivos desse rio, dentre elas, a de piranhas.

**NICHO ECOLÓGICO**- é o papel que o organismo desempenha, isto é, a "PROFISSÃO" do organismo no ecossistema. O nicho informa às custas de que se alimenta, a quem serve de alimento, como se reproduz, etc. Exemplo: O Gavião atua como predador de algumas espécies de serpentes.

**ECÓTONO**- é a região de transição entre duas comunidades ou entre dois ecossistemas. Na área de transição (ecótono) vamos encontrar grande número de espécies e, por conseguinte, grande número de nichos ecológicos.

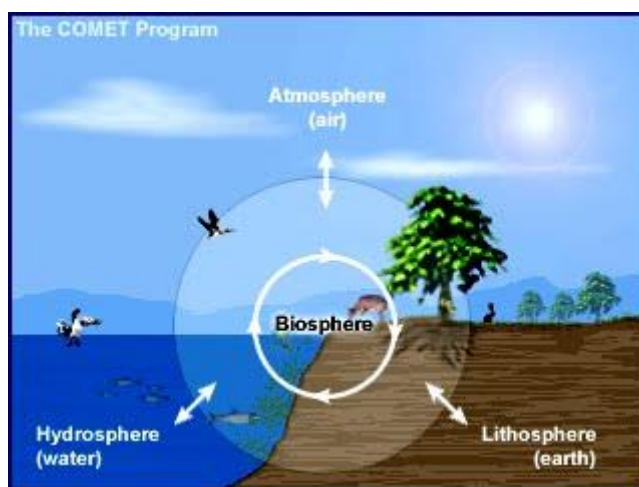
**BIOSFERA**- toda vida, seja ela animal ou vegetal, ocorre numa faixa denominada biosfera, que inclui a superfície da Terra, os rios, os lagos, mares e oceanos e parte da atmosfera. E a vida é só possível nessa faixa porque aí se encontram os gases necessários para as espécies terrestre e aquáticas: oxigênio e nitrogênio. Não confundir a imagem do planeta terra vista do espaço como sendo biosfera, a qual é a região do planeta, indo desde os oceanos, continentes e atmosfera na qual a vida poderá ser encontrada e mantida.

### Biosfera

A biosfera refere-se a região do planeta ocupada pelos seres vivos. É possível encontrar vida em todas as regiões do planeta, por mais quente ou frio que elas sejam.

O conceito de biosfera foi criado por analogia a outros conceitos empregados para designar parte de nosso planeta.

**De modo qual, podemos dizer que os limites da biosfera se estendem desde às altas montanhas até as profundezas das fossas abissais marinhas.**



## Ecossistemas

Conjunto formado por uma biocenose ou **comunidade biótica** e **fatores abióticos** que interagem, originando uma troca de matéria entre as partes vivas e não vivas. Em termos funcionais, **é a unidade básica da Ecologia**, incluindo comunidades bióticas e meio abiótico influenciando-se mutuamente, de modo a atingir um equilíbrio.

Obs. Indivíduos da mesma espécie reunidos em um espaço e tempo formam uma **população**

Obs. População de espécie X reunida com População de espécie Y forma **Comunidade**.

Obs. Comunidade mais algum fator Abiótico, (temperatura, solo, etc) forma **Ecossistema**

## Constituintes e Funcionamento dos Ecossistemas

Os principais ecossistemas podem ser Divididos em Terrestres e Aquáticos.

Em qualquer dos casos, são quatro os seus constituintes básicos:

**Fatores abióticos** - compostos não vivos do meio ambiente;

**Fatores bióticos** - formados pelos organismos vivos. Estes podem ser classificados em:

- **Produtores** - seres autotróficos, na maior parte dos casos plantas verdes, capazes de fabricar a seu próprio alimento a partir de substâncias inorgânicas simples; São considerados a base da cadeia alimentar,
- **Consumidos** - organismos heterotróficos, quase sempre animais, que se alimentam de outros seres ou de partículas de matéria orgânica;
- **Decompositores** - seres heterotróficos, na sua maioria bactérias e fungos que decompõe as complexas substâncias dos organismos, libertando substâncias simples que, lançadas no ambiente podem ser assimiladas pelos produtores.

## Os fatores limitantes do ecossistema

Considera-se fatores limitantes todos aqueles que impedem o crescimento ilimitado dos indivíduos de um ecossistema, ou seja, atingem o equilíbrio.

### Fatores Abióticos

Influenciam o crescimento, atividade e as características que os seres apresentam, assim como a sua distribuição por diferentes locais.

### Luz

A luz é uma manifestação de energia, cuja principal fonte é o Sol. É indispensável ao desenvolvimento das plantas. De fato, os vegetais produzem a matéria de que o seu organismo é formado através de um processo - a fotossíntese - realizado a partir da captação da energia luminosa. Praticamente todos os animais necessitam de luz para sobreviver. São exceção algumas espécies que vivem em cavernas - espécies cavernícolas - e as espécies que vivem no meio aquático a grande profundidade - espécies abissais.

## A Luz e os Comportamentos dos Seres Vivos

Os animais apresentam **fototatismo**, ou seja, sensibilidade em relação à luz, pelo que se orientam para ela ou se afastam dela. Tal como os animais, as plantas também se orientam em relação à luz, ou seja, apresentam **fototropismo**. Os animais e as plantas apresentam **fotoperiodismo**, isto é, capacidade de reagir à duração da luminosidade diária a que estão submetidos - fotoperíodo. Muitas plantas com flor reagem de diferentes modos ao fotoperíodo, tendo, por isso, diferentes épocas de floração. Também os animais reagem de diversos modos ao fotoperíodo, pelo que apresentam o seu período de atividade em diferentes momentos do dia.

### Temperatura

Cada espécie só consegue sobreviver entre certos limites de temperatura, o que confere a este fator uma grande importância. Cada ser sobrevive entre certos limites de temperatura - amplitude térmica - não existindo nem acima nem abaixo de um determinado valor. Cada espécie possui uma temperatura ótima para a realização das suas atividades vitais. Alguns seres têm grande amplitude térmica de existência - **seres euritérmicos** - enquanto outros só sobrevivem entre limites estreitos de temperatura - **seres estenotérmicos**.

### A Temperatura e o Comportamento dos Animais

Alguns animais, nas épocas do ano em que as temperaturas se afastam do valor ótimo para o desenvolvimento das suas atividades, adquirem comportamentos que lhes permitem sobreviver durante esse período:

- animais que não têm facilidade em realizar grandes deslocações como, por exemplo, lagartixas, reduzem as suas atividades vitais para valores mínimos, ficando num estado de vida latente;
- animais que podem deslocar com facilidade como, por exemplo, as andorinhas, migram, ou seja, partem em determinada época do ano para outras regiões com temperaturas favoráveis.

Ao longo do ano, certas plantas sofrem alterações no seu aspecto, provocados pelas variações de temperatura. Os animais também apresentam características próprias de adaptação aos diferentes valores de temperatura. Por exemplo, os que vivem em regiões muito frias apresentam, geralmente, pelagem longa e uma camada de gordura sob a pele.

### Água

É fator limitante de extrema importância para a sobrevivência de uma comunidade. Além de seu envolvimento nas atividades celulares, não podemos nos esquecer da sua importância na fisiologia vegetal (transpiração e condução das seivas). É dos solos que as raízes retiram a água necessária para a sobrevivência dos vegetais.

### Disponibilidade de nutrientes

É outro fator limitante que merece ser considerado, notadamente em ambientes marinhos.

### Fatores bióticos

Conjunto de todos seres vivos e que interagem uma certa região e que poderão ser chamados de **biocenose**, **comunidade** ou de **biota**.

Obs. Cuidado com esses sinônimos, frequentemente são abordados nas provas.

Como vimos, de acordo com o modo de obtenção de alimento, a comunidade (conjunto de populações distintas em que o fator abiótico não é considerado) de um ecossistema (comunidade na qual o fator abiótico agora é considerado), de maneira geral, é constituída por três tipos de seres:

- **Produtores:** os seres autótrofos quimiossintetizantes (bactérias) e fotossintetizantes (bactérias, algas e vegetais). Esses últimos transformam a energia solar em energia química nos alimentos produzidos.
- **Consumidores primários:** os seres herbívoros, isto é, que se alimentam dos produtores (algas, plantas etc.) os carnívoros que se alimentam de consumidores primários (os herbívoros).
- Poderá ainda haver **consumidores terciários** ou **quaternários**, que se alimentam, respectivamente, de consumidores secundários e terciários.
- **Decompositores:** as bactérias e os fungos que se alimentam dos restos alimentares dos demais seres vivos. Esses organismos (muitos microscópicos) têm o importante papel de devolver ao ambiente nutrientes minerais que existiam nesses restos alimentares e que poderão, assim, ser reutilizados pelos produtores.

### Cadeias alimentares

Nos ecossistemas, existe um fluxo de energia e de nutrientes como elos interligados de uma cadeia, uma cadeia alimentar. Nela, os “elos” são chamados de **níveis tróficos** e incluem os produtores, os consumidores (primários, secundários, terciários etc.) e os decompositores.

Em um ecossistema aquático, como uma lagoa por exemplo, poderíamos estabelecer a seguinte sequencia:

#### Ecossistema aquático:

<b>FLORA</b>	<b>PRODUTORES</b>	Composto pelas plantas da margem e do fundo da lagoa e por algas microscópicas, as quais são as maiores responsáveis pela oxigenação do ambiente aquático e terrestre; à esta categoria formada pelas algas microscópicas chamamos fitoplâncton.
<b>FAUNA</b>	<b>CONSUMIDORES PRIMÁRIOS</b>	Composto por pequenos animais flutuantes (chamados Zooplâncton), caramujos e peixes herbívoros, todos se alimentado diretamente dos vegetais.
	<b>CONSUMIDORES SECUNDÁRIOS</b>	São aqueles que se alimentam do nível anterior, ou seja, alimentam-se dos consumidores primários.
	<b>CONSUMIDORES TERCIÁRIOS</b>	As aves aquáticas são o principal componente desta categoria, alimentando-se dos consumidores secundários.
	<b>DECOMPOSITORES</b>	Esta categoria não pertence nem a fauna e nem a flora, alimentando-se no entanto dos restos destes, e sendo composta por fungos e bactérias.

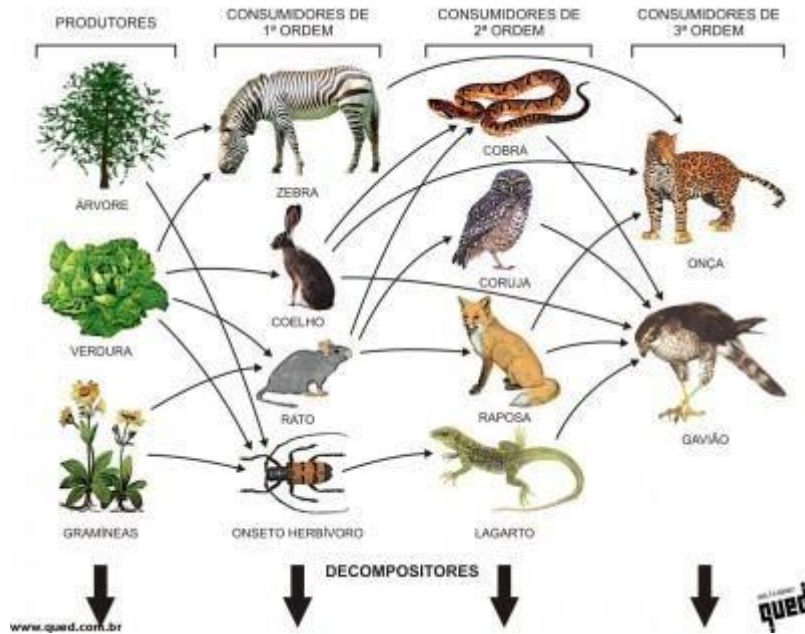
**Ecosistema terrestre:**

<b>FLORA</b>	<b>Produtores</b>	Formado por todos os componentes fotossintetizantes, os quais produzem seu próprio alimento (autótrofos) tais como gramíneas, ervas rasteiras, líquens, arbustos, trepadeiras e árvores;
<b>FAUNA</b>	<b>Consumidores primários</b>	São todos os herbívoros, que no caso dos ecossistemas terrestres tratam-se de insetos, roedores, aves e ruminantes; Obs. Todos que se alimentam de produtores
	<b>Consumidores Secundários</b>	Alimentam-se diretamente dos consumidores primários (herbívoros). São formados principalmente por carnívoros de pequeno porte;
	<b>Consumidores terciários</b>	Tratam-se de consumidores de porte maior que se alimentam dos consumidores secundários;
	<b>decompositores</b>	Aqui também como no caso dos ecossistemas aquáticos, esta categoria não pertence nem a fauna e nem a flora e sendo composta por fungos e bactérias.

**Teias alimentares**

Podemos observar que a cadeia alimentar não mostra o quão complexas são as relações tróficas em um ecossistema. Para isso utiliza-se o conceito de **teia alimentar**, o qual representa uma verdadeira situação encontrada em um ecossistema, ou seja, várias cadeias interligadas ocorrendo simultaneamente.

Os esquemas abaixo exemplificam melhor este conceito de teias alimentares:



**Cadeia de detritívoros**

Nos ecossistemas, a especialização de alguns seres é tão grande, que a tendência atual entre os ecologistas é criar uma nova categoria de consumidores: os **comedores de detritos**, também conhecido como detritívoros. Nesse caso, são formadas cadeias alimentares separadas daquelas cadeias das quais participam os consumidores habituais.

A minhoca, por exemplo, pode alimentar-se de detritos vegetais. Nesse caso, ela atua como detritívora consumidora primária. Uma galinha, ao se alimentar de minhocas, será consumidora secundária. Uma pessoa que se alimenta da carne da galinha ocupará o nível trófico dos consumidores terciários. Os restos liberados pelo tubo digestório da minhoca, assim como os restos dos demais consumidores, servirão de alimento para decompositores, bactérias e fungos.



Certos **besouros comedores de estrume de vaca** podem também ser considerados detritívoros consumidores primários. Uma rã, ao comer esses besouros, atuará no nível dos consumidores secundários. A jararaca, ao se alimentar da rã, estará atuando no nível dos consumidores terciários, e a seriema, ao comer a cobra, será consumidora de quarta ordem.

Obs. O primeiro passo para análise da cadeia é verificar quem é o produtor, em seguida, quem come o que e quem come quem.

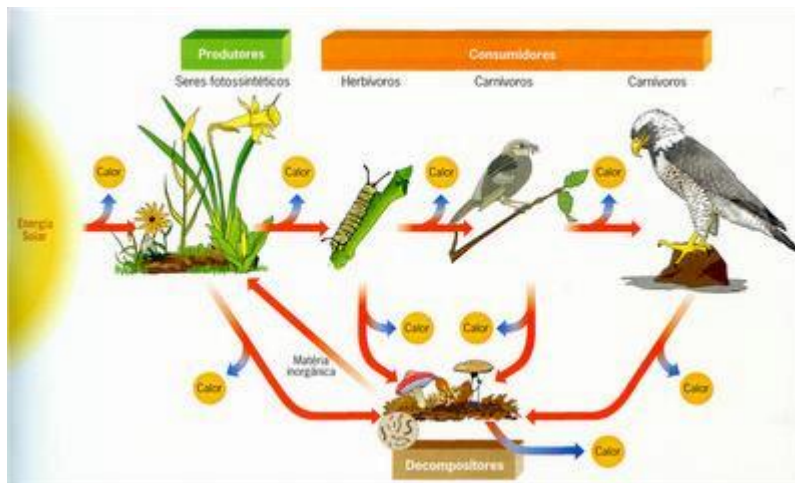
**Fluxo de energia nos ecossistemas**

A luz solar representa a fonte de energia externa sem a qual os ecossistemas não conseguem manter-se. A transformação (conversão) da energia luminosa para energia química, que é a única modalidade de energia utilizável pelas células de todos os componentes de um ecossistema, sejam eles produtores, consumidores ou decompositores, é feita através de um processo denominado **fotossíntese**. Portanto, a fotossíntese - seja realizada por vegetais ou por microorganismos - é o único processo de entrada de energia em um ecossistema.

Muitas vezes temos a impressão que a Terra recebe uma quantidade diária de luz, maior do que a que realmente precisa. De certa forma isto é verdade, uma vez que por maior que seja a eficiência nos ecossistemas, os mesmos conseguem aproveitar apenas uma pequena parte da energia radiante. Existem estimativas de que cerca de 34% da luz solar seja refletida por nuvens e poeiras; 19% seria absorvida por nuvens, ozônio e vapor de água. Do restante, ou seja 47%, que chega a superfície da terra boa parte ainda é refletida ou absorvida e transformada em calor, que pode ser responsável pela evaporação da água, no aquecimento do solo, condicionando desta forma os processos atmosféricos. **A fotossíntese utiliza apenas uma pequena parcela (1 a 2%) da energia total que alcança a superfície da Terra.** É importante salientar, que os valores citados acima são valores médios e não específicos de alguma localidade. Assim, as proporções podem - embora não muito - variar de acordo com as diferentes regiões do País ou mesmo do Planeta.

Um aspecto importante para entendermos a transferência de energia dentro de um ecossistema é a compreensão da primeira lei fundamental da termodinâmica que diz: **“A energia não pode ser criada nem destruída e sim transformada”**. Como exemplo ilustrativo desta condição, pode-se citar a luz solar, a qual como fonte de energia, pode ser transformada em trabalho, calor ou alimento em função da atividade fotossintética; porém de forma alguma pode ser destruída ou criada.

Outro aspecto importante é o fato de que a quantidade de energia disponível diminui à medida que é transferida de um nível trófico para outro. Assim, nos exemplos dados anteriormente de cadeias alimentares, o gafanhoto obtém, ao comer as folhas da árvore, energia química; porém, esta energia é muito menor que a energia solar recebida pela planta. Esta perda nas transferências ocorrem sucessivamente até se chegar aos decompositores.



E por que isso ocorre? A explicação para este decréscimo energético de um nível trófico para outro, é o fato de cada organismo; necessitar grande parte da energia absorvida para a manutenção das suas atividades vitais, tais como divisão celular, movimento, reprodução, etc.

O texto sobre **pirâmides**, a seguir, mostrará as proporções em biomassa, de um nível trófico para outro. Podemos notar que a medida que se passa de um nível trófico para o seguinte, diminuem o número de organismos e aumenta-se o tamanho de cada um (biomassa).

#### **Pirâmides ecológicas: Quantificando os Ecossistemas**

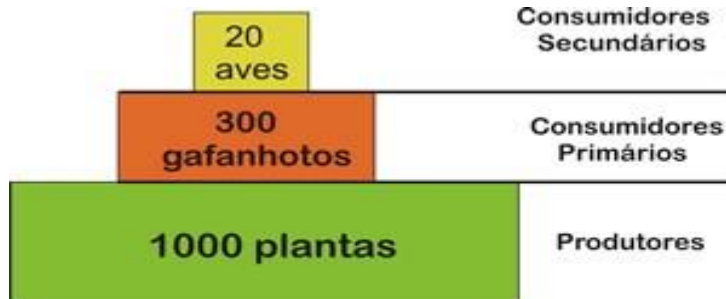
Atenção: Assunto muito recorrente em provas!

Pirâmides ecológicas representam, graficamente, o fluxo de energia e matéria entre os níveis tróficos no decorrer da cadeia alimentar. Para tal, cada retângulo representa, de forma proporcional, o parâmetro a ser analisado.

Esta representação gráfica por ser:

### Pirâmide de números

Representa a quantidade de indivíduos em cada nível trófico da cadeia alimentar proporcionalmente à quantidade necessária para a dieta de cada um desses.



[www.sobiologia.com.br](http://www.sobiologia.com.br)

Em alguns casos, quando o produtor é uma planta de grande porte, o gráfico de números passa a ter uma conformação diferente da usual, sendo denominado “pirâmide invertida”.



[www.sobiologia.com.br](http://www.sobiologia.com.br)

Outro exemplo de pirâmide invertida é dada quando a pirâmide envolve **parasitas**, sendo assim os últimos níveis tróficos mais numerosos.

### Pirâmide de biomassa

Pode-se também pensar em pirâmide de biomassa, em que é computada a massa corpórea (biomassa) e não o número de cada nível trófico da cadeia alimentar. O resultado será similar ao encontrado na pirâmide de números: os produtores terão a maior biomassa e constituem a base da pirâmide, decrescendo a biomassa nos níveis superiores.



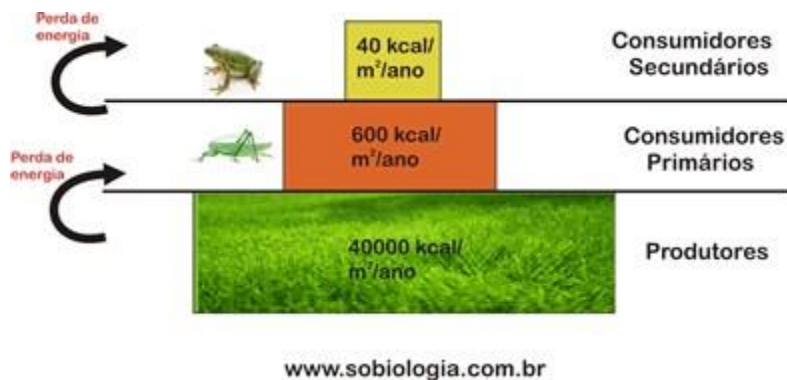
Tal como no exemplo anterior, em alguns casos pode ser caracterizada como uma pirâmide invertida, já que há a possibilidade de haver, por exemplo, a redução da biomassa de algum nível trófico, alterando tais proporções.

### Pirâmide de energia

O nível energético mais elevado, nos ecossistemas terrestres, é constituído pelas plantas clorofiladas (produtores). O resto do ecossistema fica inteiramente dependente da energia captada por eles, depois de transferido e armazenada em compostos orgânicos. O nível imediato é constituído pelos herbívoros. Um herbívoro obterá, portanto, menos energia das plantas clorofiladas do que estas recebem do Sol. O nível seguinte corresponde ao dos carnívoros. **Apenas parte da energia contida nos herbívoros transitará para os carnívoros e assim sucessivamente.**

Foi adaptado um processo de representação gráfica desta transferência de energia nos ecossistemas, denominado pirâmide de energia, em que a área representativa de cada nível trófico é proporcional à quantidade de energia disponível. Assim, o retângulo que representa a quantidade de energia que transita dos produtores para os consumidores de primeira ordem é maior do que aquele que representa a energia que transita destes para os consumidores de segunda ordem e assim sucessivamente.

**As cadeias alimentares estão geralmente limitadas a 4 ou 5 níveis tróficos, porque há perdas de energia muito significativas nas transferências entre os diferentes níveis.** Consequentemente, a quantidade de energia que chega aos níveis mais elevados já não é suficiente para suportar ainda outro nível trófico.



Quanto mais curta for uma cadeia alimentar, maior será, portanto, o aproveitamento da energia. Em países com falta de alimentos, o Homem deve optar por obtê-los através de cadeias curtas.

Para cálculo da eficiência nas transferências de energia de um nível para o outro, há necessidade de avaliar a quantidade de matéria orgânica ou de energia existente em cada nível trófico, ou seja, é necessário conhecer a produtividade ao longo de todo o ecossistema. **A produtividade do Ecossistema**

A atividade de um ecossistema pode ser avaliada pela **produtividade primária bruta (PPB)**, que corresponde ao total de matéria orgânica produzida em gramas, durante certo tempo, em uma certa área ambiental:

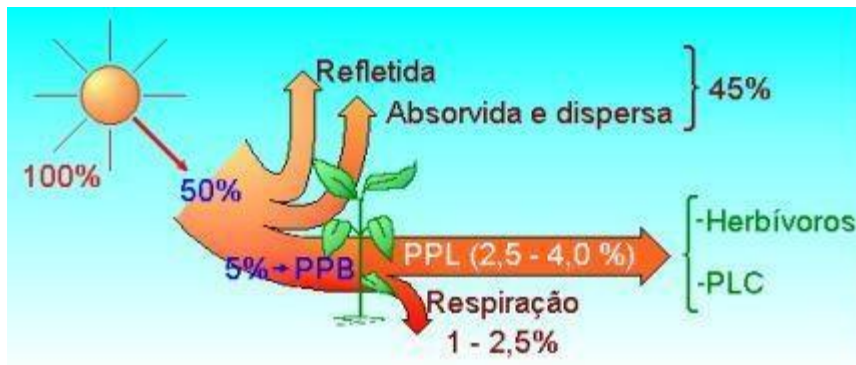
$$\text{PPB} = \text{massa de matéria orgânica produzida/tempo/área}$$

Descontando desse total a quantidade de matéria orgânica consumida pela comunidade, durante esse período, na **respiração (R)**, temos a **produtividade primária líquida (PPL)**, que pode ser representada pela equação:

$$\text{PPL} = \text{PPB} - \text{R}$$

A produtividade de um ecossistema depende de diversos fatores, dentre os quais os mais importantes são a luz, a água, o gás carbônico e a disponibilidade de nutrientes.

**Em ecossistemas estáveis, com frequência a produção de (P) iguala o consumo de (R).  
Nesse caso, vale a relação  $P/R = 1$ .**



**Produtividade Primária Bruta (PPB) = Taxa fotossintética total**  
**Produtividade Primária Líquida (PPL) = PPB - Respiração dos autótrofos**  
**Produtividade Líquida da comunidade (PLC) = PPL - Consumo por herbívoros**

#### Eficiência Ecológica

Eficiência ecológica é a porcentagem de energia transferida de um nível trófico para o outro, em uma cadeia alimentar. De modo geral, essa eficiência é, aproximadamente, de **apenas 10%**, ou seja, cerca de 90% da energia total disponível em um determinado nível trófico não são transferidos para a seguinte, sendo consumidos na atividade metabólica dos organismos do próprio nível ou perdidos como restos. Em certas comunidades, porém a eficiência pode chegar a 20%.



### A grande diversidade de ecossistemas

**Ecossistemas naturais** - bosques, florestas, desertos, prados, rios, oceanos, etc.

**Ecossistemas artificiais** - construídos pelo Homem: açudes, aquários, plantações, etc.

Atendendo ao meio físico, há a considerar:

- **Ecossistemas terrestres**
- **Ecossistemas aquáticos**

### BIOSFERA + ZONA SUPERFICIAL DA TERRA = ECOSFERA

### Os principais biomas do ambiente terrestre

#### Tundra

Localiza-se no Círculo Polar Ártico. Compreende Norte do Alasca e do Canadá, Groelândia, Noruega, Suécia, Finlândia, Sibéria.

Recebe pouca energia solar e pouca precipitação, esta ocorre geralmente sob forma de neve e o solo permanece a maior parte do ano gelado. Durante a curta estação quente (2 meses) ocorre o degelo da parte superior, rica em matéria orgânica, permitindo o crescimento dos vegetais. O subsolo fica permanentemente congelado.

A Tundra caracteriza-se por apresentar poucas espécies capazes de suportar as condições desfavoráveis. Os produtores são responsáveis por capim rasteiro e com extensas áreas cobertas por camadas baixas de líquens e musgos. Existem raras plantas lenhosas como os salgueiros, mas são excessivamente baixas (rasteiras).



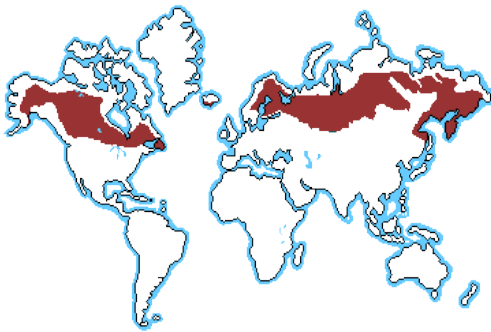
As plantas completam o ciclo de vida num espaço de tempo muito curto: germinam as sementes, crescem, produzem grandes flores (comparadas com o tamanho das plantas), são fecundadas e frutificam, dispersando rapidamente as suas sementes.

No verão a Tundra fica mais cheia de animais: aves marinhas, roedores, lobos, raposas, doninhas, renas, caribus, além de enxames de moscas e mosquitos.

### Taiga

Também chamada de floresta de coníferas ou floresta boreal. Localiza-se no norte do Alasca, Canadá, sul da Groelândia, parte da Noruega, Suécia, Finlândia e Sibéria.

Partindo-se da Tundra, à medida que se desloca para o sul a estação favorável torna-se mais longa e o clima mais ameno. Em consequência disso a vegetação é mais rica, surgindo a Taiga.



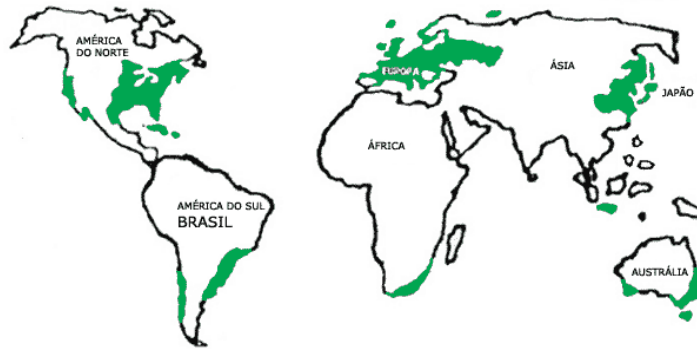
Na Taiga os abetos e os pinheiros formam uma densa cobertura, impedindo o solo de receber luz intensa. A vegetação rasteira é pouco representada. O período de crescimento dura 3 meses e as chuvas são poucas.

Os animais são representados por aves, alces, lobos, martas, lince, roedores etc.

### Floresta Caducifolia ou Floresta Decídua Temperada

Predomina no hemisfério norte, leste dos Estados Unidos, oeste da Europa, leste da Ásia, Coreia, Japão e partes da China.

A quantidade de energia radiante é maior e a pluviosidade atinge de 750 a 1.000 mm, distribuída durante todo o ano. **Nítidas estações do ano.** Neste Bioma, a maioria dos arbustos e árvores perde as suas folhas no outono e os animais migram, hibernam ou apresentam adaptações especiais para suportar o frio intenso.

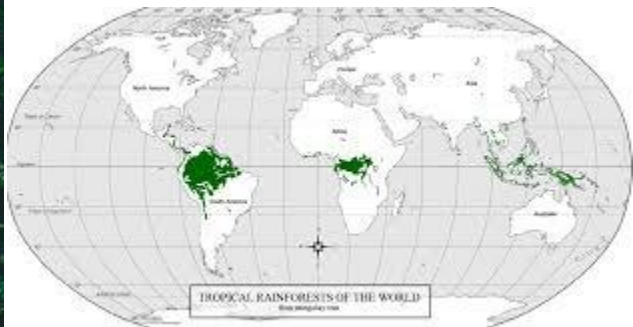


As plantas são representadas por árvores como noqueiras, carvalhos, faias. Os animais são representados por esquilos, veados, muitos insetos, aves insetívoras, ursos, lobos etc.

### Floresta Tropical ou Floresta Pluvial ou Floresta Latifoliada

A floresta tropical situa-se na região intertropical. A maior área é a Amazônia, a segunda nas Índias Orientais e a menor na Bacia do Congo (África).

O suprimento de energia é abundante e as chuvas são regulares e abundantes, podendo ultrapassar 3.000 mm anuais. A principal característica da floresta tropical é a sua estratificação. A parte superior é formada por árvores que atingem 40 m de altura, formando um dossel espesso de ramos e folhas. No topo a temperatura é alta e seca.



Debaixo desta cobertura ocorre outra camada de árvores, que chegam a 20 m de altura, outras a 10 m e 5 m de altura.

Este estrato médio é quente, mais escuro e mais úmido, apresentando pequena vegetação. O estrato médio caracteriza-se pela presença de cipós e epífitas. A diversificação de espécies vegetais e animais é muito grande.

### Campos

É um Bioma que se caracteriza por apresentar um único estrato de vegetação. O número de espécies é muito grande, mas representado por pequeno número de indivíduos de cada espécie.

A localização dos campos é muito variada: centro-oeste dos Estados Unidos, centro-leste da Eurásia, parte da América do Sul (Brasil, Argentina) e Austrália.

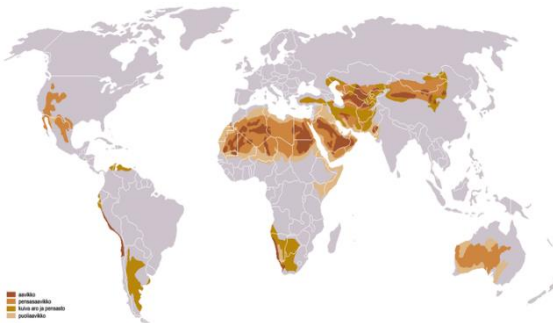


Durante o dia a temperatura é alta, porém a noite a temperatura é muito baixa. Muita luz e vento, pouca umidade. Predominam as gramíneas. Os animais, dependendo da região, podem ser: antílopes americanos e bisões, roedores, muitos insetos, gaviões, corujas etc.

### Deserto

Os desertos apresentam localização muito variada e se caracterizam por apresentar vegetação muito esparsa.

O solo é muito árido e a pluviosidade baixa e irregular, abaixo de 250 mm de água anuais. Durante o dia a temperatura é alta, mas à noite ocorre perda rápida de calor, que se irradia para a atmosfera e a temperatura torna-se excessivamente baixa. As plantas que se adaptam ao deserto geralmente apresentam um ciclo de vida curto. Durante o período favorável (chuvoso) germinam as sementes, crescem, florescem, frutificam, dispersam as sementes e morrem.



As plantas perenes como os cactos apresentam sistemas radiculares superficiais que cobrem grandes áreas. Estas raízes estão adaptadas para absorver as águas das chuvas passageiras. O armazenamento de água é muito grande (parênquimas aquíferos). As folhas são transformadas em espinhos e o caule passa a realizar fotossíntese.

Os consumidores são predominantemente roedores, obtendo água do próprio alimento que ingerem ou do orvalho. No hemisfério norte é muito comum encontrar-se, nos desertos, arbustos distribuídos uniformemente, como se tivessem sido plantados em espaços regulares. Este fato explica-se como um caso de amensalismo, isto é, os vegetais produzem substâncias que eliminam outros indivíduos que crescem ao seu redor.

### Savanas

Savana é nome dado a um tipo de cobertura vegetal constituída, em geral, por gramíneas e árvores esparsas. A topografia geralmente é plana com clima tropical, apresentando duas estações bem definidas, sendo uma chuvosa e uma seca. As Savanas ocorrem, principalmente, na zona intertropical do planeta, por esse motivo recebe uma enorme quantidade de luz solar.

A espécie de savana mais conhecida é a africana, no entanto, há outras: savanas tropicais (africana), savanas subtropicais, savanas temperadas, savanas mediterrâneas, savanas pantanosas e savanas montanhosas.

As savanas do tipo tropical e subtropical são encontradas em todos os continentes, apresentando duas estações bem definidas (uma quente e outra chuvosa). Os solos dessas áreas são relativamente férteis, neles se fixam gramíneas, geralmente desprovidas de árvores. A África possui savanas com esses aspectos, com destaque para as do Serengeti.

Savanas temperadas são identificadas em médias latitudes e em todos os continentes, são influenciadas pelo clima temperado, cujo verão é relativamente úmido e o inverno seco. A vegetação é constituída por gramíneas.



Savanas mediterrâneas são vegetações que ocorrem em regiões de clima mediterrâneo. Nessas áreas o solo é pobre, germinando sobre a superfície arbustos e árvores de pequeno porte, essa composição corre sério risco de extinguir diante da constante intervenção humana, principalmente pela extração de lenha, criação de animais, agricultura, urbanização e etc.

Savanas pantanosas são composições vegetativas que ocorrem tanto em regiões de clima tropical como subtropical dos cinco continentes. Esse tipo de savana sofre inundações periódicas.

Savanas montanhosas é um tipo de vegetação que ocorre fundamentalmente em zonas alpinas e subalpinas em distintos lugares do globo, em razão do isolamento geográfico, abriga espécies endêmicas.

## Os Biomas Brasileiros

Em outras palavras, um bioma é formado por todos os seres vivos de uma determinada região, cuja vegetação tem bastante similaridade e continuidade, com um clima mais ou menos uniforme, tendo uma história comum em sua formação. Por isso tudo sua diversidade biológica também é muito parecida.

O Brasil possui enorme extensão territorial e apresenta climas e solos muito variados. Em função dessas características, há uma evidente diversidade de biomas, definidos sobretudo pelo tipo de cobertura vegetal.

Biomas Continentais Brasileiros	Área Aproximada (km <sup>2</sup> )	Área / Total Brasil
<b>Bioma AMAZÔNIA</b>	4.196.943	49,29%
<b>Bioma CERRADO</b>	2.036.448	23,92%
<b>Bioma MATA ATLÂNTICA</b>	1.110.182	13,04%
<b>Bioma CAATINGA</b>	844.453	9,92%
<b>Bioma PAMPA</b>	176.496	2,07%
<b>Bioma PANTANAL</b>	150.355	1,76%
<b>Área Total Brasil</b>	8.514.877	100%

Fonte: <http://www.ibge.com.br/home/presidencia>



### Caatinga

Há aproximadamente 260 milhões de anos, toda região onde hoje está o semiárido foi fundo de mar, mas o bioma caatinga é muito recente. Há apenas dez mil anos atrás era uma imensa floresta tropical, como a Amazônia. Para conhecer bem esse bioma do semiárido brasileiro, basta fazer uma visita ao Sítio Arqueológico da Serra da Capivara, no sul do Piauí. Ali estão os painéis rupestres, com desenhos de preguiças enormes, aves gigantescas, tigres-dente-desabre, cavalos selvagens e tantos outros. No Museu do Homem Americano estão muitos de seus fósseis. Com o fim da era glacial, há dez mil anos atrás, também acabou a floresta tropical. Ficou o que é hoje a nossa Caatinga.

A Caatinga ocupa oficialmente 844.453 Km<sup>2</sup> do território brasileiro. Hoje se fala em mais de um milhão de Km<sup>2</sup>. Estende-se pela totalidade do estado do Ceará (100%) e mais de metade da Bahia (54%), da Paraíba (92%), de Pernambuco (83%), do Piauí (63%) e do Rio Grande do Norte (95%), quase metade de Alagoas (48%) e Sergipe (49%), além de pequenas porções de Minas Gerais (2%) e do Maranhão (1%).



A Caatinga é muito rica em biodiversidade, tanto vegetal quanto animal, sobretudo de insetos. É por isso que o sul do Piauí, por exemplo, é muito favorável à criação de abelhas.

Nos períodos sem chuva, cerca de 8 meses por ano, ela “adormece” e suas folhas caem. Depois, com a primeira chuva, ela como que ressuscita. É a essa lógica que seus habitantes têm que se adaptar. Portanto, aqueles que ainda acham essa região inviável, ou a têm como um deserto, demonstram um profundo desconhecimento da realidade brasileira.

Cerca de 28 milhões de brasileiros habitam esse bioma, sendo que aproximadamente 38% vivem no meio rural. Essa população tem um dos piores IDHs de todo o planeta.

### **Amazônia**

Uma das últimas regiões do planeta que ainda seduzem pela exuberância de uma natureza primitiva, hoje absolutamente ameaçada por sua devastação.

A Amazônia guarda a maior diversidade biológica do planeta – região mega-diversa - e escoia 20% de toda água doce da face da Terra. Seu início se deu

há 12 milhões de anos atrás, quando os Andes se elevaram e fecharam a saída das águas para o Pacífico. Formou-se um fantástico Pantanal, quase um mar de água doce, coberto só por águas. Depois, com tantos sedimentos, a crosta terrestre tornou emergir e, aos poucos, formou-se o que é hoje a Amazônia.



A Amazônia ocupa 4.196.943 km<sup>2</sup>, cerca de 49,29% do território brasileiro. Ocupa a totalidade de cinco unidades da federação (Acre, Amapá, Amazonas, Pará e Roraima), grande parte de Rondônia (98,8%), mais da metade de Mato Grosso (54%), além de parte de Maranhão (34%) e Tocantins (9%). A área desmatada da Amazônia já atinge 16,3% de sua totalidade.

Hoje cerca de 17 milhões de brasileiros vivem no bioma Amazônia, sendo que cerca de 70% no meio urbano.

Obs. O bioma da floresta amazônica não é o pulmão do mundo como dito por leigos, todo o oxigênio produzido é consumido pelos habitantes da floresta, constituindo uma comunidade clímax, ou seja, em equilíbrio. O pulmão do mundo é constituído pelo fitoplâncton nos oceanos.

### **Mata Atlântica**

Já foi a grande floresta costeira brasileira. Ia do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul. Em alguns lugares adentrava o continente, como no Paraná, onde ocupava 98% do território Paranaense.

Era também o mais rico bioma brasileiro em biodiversidade. Ainda é em termos de Km<sup>2</sup>. Hoje é o mais devastado de nossos biomas. Restam aproximadamente 7% de sua cobertura vegetal. São manchas isoladas, muitas vezes sem comunicação entre si. Há quem fale em apenas 5%.



A Mata Atlântica é o exemplo mais contundente do modelo desenvolvimento predatório desse país. Foi ao longo dele que se saqueou o pau Brasil e depois se instalaram os canaviais, tantas outras monoculturas, além do complexo industrial. Quem vive onde já foi esse bioma muitas vezes nem conhece seus vestígios, tamanha sua devastação.

O **Bioma Mata Atlântica** ocupa 1.110.182 km<sup>2</sup>, ou seja, 13,04% do território nacional. Cobre inteiramente três estados - Espírito Santo, Rio de Janeiro e Santa Catarina - e 98% do Paraná, além de porções de outras 11 unidades da federação.

Aproximadamente 70% da população brasileira vivem na área desse bioma, perto de 120 milhões de pessoas. Por mais precarizado que esteja, é desse bioma que essa população depende para beber água e ter um clima ainda ameno. **Cerrado**

O Cerrado é o mais antigo bioma brasileiro. Fala-se que sua idade é de aproximadamente 65 milhões de anos. É tão velho que 70% de sua biomassa está dentro da terra. Por isso, se diz que é uma “floresta de cabeça prá baixo”. Por isso, para alguns especialistas, o Cerrado não permite qualquer revitalização. Uma vez devastado, devastado para sempre. Por isso, se diz que é uma “floresta de cabeça prá baixo”. Por isso, para alguns especialistas, o Cerrado não permite qualquer revitalização.



Uma vez devastado, devastado para sempre.

O Cerrado é ainda a grande caixa d'água brasileira. É do Planalto Central que se alimentam bacias hidrográficas que correm para o sul, para o norte, para o oeste e para o leste.

O Cerrado guarda ainda uma fantástica biodiversidade, porém, 57% do Cerrado já foram totalmente devastados e a metade do que resta já está muito danificada. Sua devastação é muito veloz, chegando a três milhões de hectares por ano. Nesse ritmo, estima-se que em 30 anos

O **Bioma Cerrado** ocupa 2.036.448 Km<sup>2</sup>, ou seja, 23,92% do território brasileiro. Ocupa a totalidade do Distrito Federal, mais da metade dos estados de Goiás (97%), Maranhão (65%), Mato Grosso do Sul (61%), Minas Gerais (57%) e Tocantins (91%), além de porções de outros seis estados.

### Pantanal

O Pantanal sugere animais, rios, peixes, matas e qualquer coisa ainda parecida com o Paraíso. É um bioma geologicamente novo. O leito do rio Paraguai ainda está em formação. “O Pantanal é a maior planície inundável do mundo e apresenta uma das maiores concentrações de vida silvestre da Terra. Situado no coração da América do Sul, o Pantanal se estende pelo Brasil, Bolívia e Paraguai com uma área

total de 210,000 km<sup>2</sup>. Aproximadamente 70% de sua extensão encontra-se em território brasileiro, nos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul". ([www.conservation.org.br/onde/pantanal/](http://www.conservation.org.br/onde/pantanal/))

No Brasil o Pantanal ocupa 150.355 Km<sup>2</sup>, ou seja, 1,76% do nosso território. Há opinião que 80% do Pantanal encontra-se bem conservado. Entretanto, as queimadas, a derrubada das árvores, o assoreamento dos rios ameaçam sua existência. As últimas reportagens de TVs falam da intensa evaporação de suas águas e o risco de tornar-se um deserto. O que mais ameaça e agride esse bioma são as pastagens, queimadas e as entradas do agronegócio. Foi para impedir projeto de cana no Pantanal que Anselmo deu sua vida. A forma como a criação de gado teria se adaptado ao ambiente seria uma das responsáveis. Entretanto, para outros, os problemas ambientais do Pantanal passa também pela criação de gado. O desafio é manter suas características e também manter sua população em condições dignas de vida. O caminho do turismo é uma possibilidade real e também um perigo. A pesca esportiva predatória é um exemplo. *"Pelo seu estado de conservação, sua rica biodiversidade e as particularidades de seu ecossistema, o Pantanal é considerado uma das 37 últimas Grandes Regiões Naturais da Terra"*. (Idem)



### Pampa

O Pampa gaúcho é bastante diferente dos demais biomas brasileiros. Dominado por gramíneas, com poucas árvores, sempre foi considerado mais apropriado para a criação do gado. Entretanto, em 2004 foi reconhecido pelo Ministério do Meio Ambiente como um bioma. Na verdade, sua biodiversidade havia sido ignorada por quase trezentos anos. Foi a porta de entrada para o gado através da região sul. A outra foi pelo vale do São Francisco, através dos currais de gado.



O único estado brasileiro com esse bioma é o Rio Grande do Sul. Ocupa 63% do território do Rio Grande. Ele também se estende pelo Uruguai e Argentina.

Agora o Pampa sofre uma ameaça muito mais grave: a introdução do monocultivo e Pinus e Eucaliptos. Mais uma vez portanto, se propõe um tipo de desenvolvimento econômico inadequado às características de um bioma.

### Dinâmica das populações

As populações possuem diversas características próprias, mensuráveis. Cada membro de uma população pode nascer, crescer e morrer, mas somente uma população como um todo possui taxas de natalidade e de crescimento específicas, além de possuir um padrão de dispersão no tempo e no espaço.

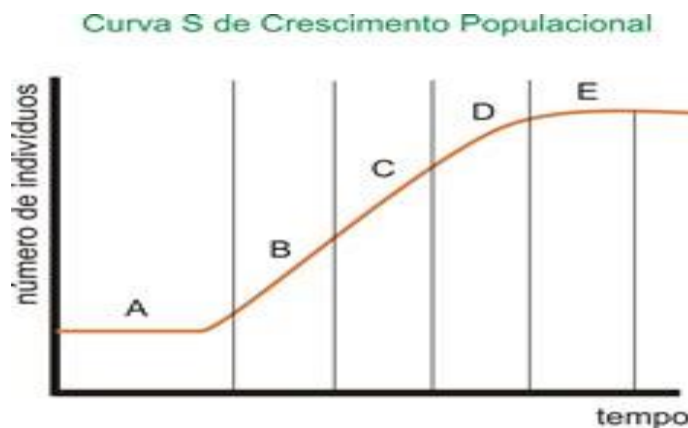
### O tamanho de uma população pode ser avaliada pela sua densidade

A densidade populacional pode sofrer alterações. Mantendo-se fixa a área de distribuição, a população pode aumentar devido a **nascimentos e imigrações**. A diminuição da densidade pode ocorrer como consequência de **mortes** ou de **emigrações**.

### Curvas de crescimento

A **curva S** é a de crescimento populacional padrão, a esperada para a maioria das populações existentes na natureza. Ela é caracterizada por uma fase inicial de crescimento lento, em que ocorre o ajuste dos organismos ao meio de vida. A seguir, ocorre um rápido crescimento, do tipo exponencial, que culmina com uma fase de estabilização, na qual a população não mais apresenta crescimento. Pequenas oscilações em torno de um valor numérico máximo acontecem, e a população, então permanece em estado de equilíbrio.

Observe o gráfico abaixo para entender melhor:



Fase **A**: crescimento lento, fase de adaptação da população ao ambiente, também chamada de fase lag.

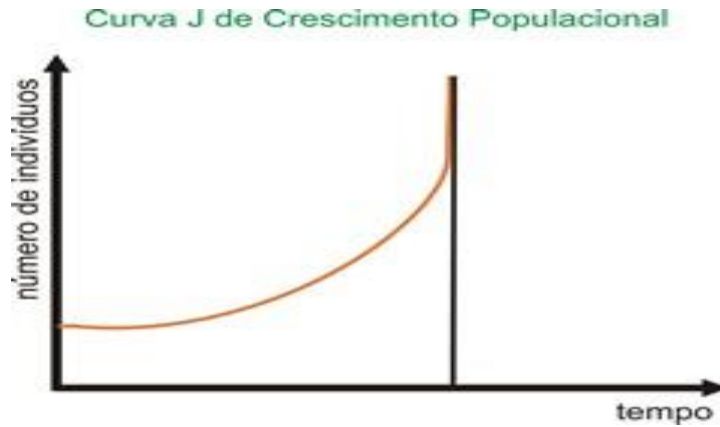
Fase **B**: crescimento acelerado ou exponencial, também chamada de fase log.

Fase **C**: a população está sujeita aos limites impostos pelo ambiente, a resistência ambiental é maior sobre a população.

Fase **D**: estabilização do tamanho populacional, onde ocorre oscilações do tamanho populacional em torno de uma média.

Fase **E**: é a curva teórica de crescimento populacional sem a interferência dos fatores de resistência ambiental.

A **curva J** é típica de populações de algas, por exemplo, na qual há um crescimento explosivo, geométrico, em função do aumento das disponibilidades de nutrientes do meio. Esse crescimento explosivo é seguido de queda brusca do número de indivíduos, pois, em decorrência do esgotamento dos recursos do meio, a taxa de mortalidade é alta, podendo, inclusive, acarretar a extinção da população do local.

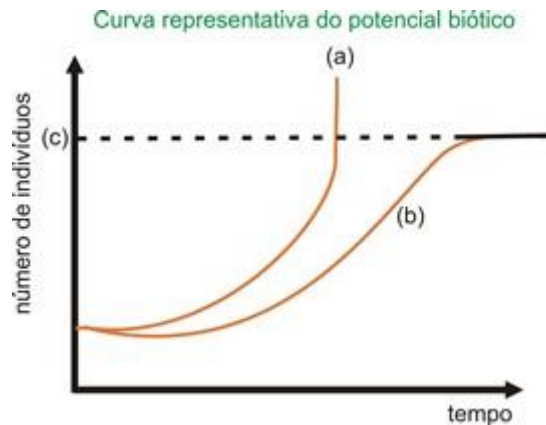


### Fatores que regulam o crescimento populacional

A fase geométrica do crescimento tende a ser ilimitada em função do potencial biótico da espécie, ou seja, da capacidade que possuem os indivíduos de se reproduzir e gerar descendentes em quantidade ilimitada.

Há porém, **barreiras naturais** a esse crescimento sem fim. A disponibilidade de espaço e alimentos, o clima e a existência de predatismo e parasitismo e competição são fatores de resistência ambiental (ou, do meio que regulam o crescimento populacional).

O tamanho populacional acaba atingindo um valor numérico máximo permitido pelo ambiente, a chamada **capacidade limite**, também denominada capacidade de carga.



A **curva (a)** representa o potencial biótico da espécie; a **curva (b)** representa o crescimento populacional padrão; **(c)** é a capacidade limite do meio. A área entre (a) e (b) representa a resistência ambiental.

### Fatores dependentes da densidade

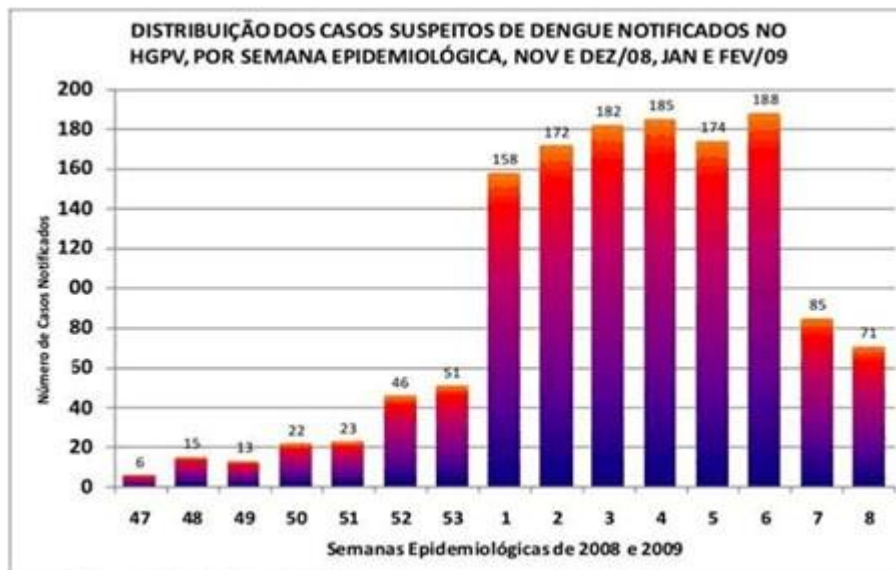
Os chamados fatores dependentes da densidade são aqueles que impedem o crescimento populacional excessivo, devido ao grande número de indivíduos existentes em uma dada população: as disputas por espaço, alimento, parceiro sexual, acabam levando à diminuição da taxa reprodutiva e ao aumento da taxa de mortalidade. O **predatismo** e o **parasitismo** são dois outros fatores dependentes da densidade, na medida em que os predadores e parasitas encontram mais facilidade de se espalhar entre os indivíduos de uma população numerosa.

## Curvas Representativas de Epidemia e Endemia

Epidemia é a situação em que ocorre aumento exagerado no número de casos de uma doença, em uma certa população, em uma determinada época. De modo geral, é causada por vírus ou bactérias, que provocam surtos da doença em uma determinada região. Gripe, dengue e cólera são doenças que costumam ter caráter epidêmico.

**Endemia é a situação em que uma doença acomete um número constante de indivíduos de uma população ao longo do tempo.** É característica de doenças provocadas por vermes (esquistossomose, teníase, ascaridíase) e protozoários (doenças de Chagas, malária etc.). Dependendo da doença, da população afetada e da área considerada, uma epidemia para determinado país pode ter um caráter epidêmico para, por exemplo, um determinado município desse país.

Pandemia é uma situação em que uma epidemia ocorre simultaneamente em vários locais do planeta. É o caso da AIDS, por exemplo.



Fonte: Núcleo Hospitalar de Epidemiologia/Serviço de Classificação de Risco - HGPV

## SEÇÃO LEITURA

### AMAZÔNIA - 25 CURIOSIDADES SOBRE A MAIOR FLORESTA DO MUNDO

Antes de ser batizado de Rio Amazonas, o maior rio brasileiro era chamado pelos indígenas de Rio Icamiabas. O detalhe é que Icamiabas designava as mulheres que viviam sem homens, como as míticas amazonas.

O Rio Amazonas despeja no Oceano Atlântico num único dia mais água do que o Rio Tâmisa em um ano. Um dos afluentes do Amazonas, o Rio Negro possui mais água do que toda a água doce da Europa.

Só para se ter uma ideia quantidade de água doce despejada no Atlântico pelo Amazonas: a salinidade do mar é mais baixa do que o normal até 150 Km mar adentro.

Imagens de satélites mostram o crescimento do litoral da Guiana Francesa e do estado do Amapá, no Brasil. A explicação está na quantidade de sedimentos despejados no Oceano Atlântico pelo Rio Amazonas.

Os rios escuros como o Rio Negro são mais bonitos, mas possuem uma água mais ácida e pobre em nutrientes. Por isso, apenas 5% dos peixes comercializados em Manaus vêm do Rio Negro.

Nas cheias, o Rio Amazonas podem medir 50 Km de uma margem a outra.

Ao contrário do que se propaga por aí, o Rio Amazonas é o mais extenso do mundo, não o Nilo. O Amazonas supera o Nilo em 140 Km.

Entre os afluentes do Amazonas estão alguns rios bem conhecidos dos brasileiros, entre os quais o Negro, o Purus, o Madeira, o Tapajós, o Xingu, o Javari, o Solimões e o Jari.

A primeira expedição que subiu o Rio Amazona foi empreendida pelo português Pedro Teixeira, um dos fundadores de Belém do Pará.

É possível encontrar tubarões e outros peixes do mar no Rio Amazonas. Tubarões já foram vistos 400 Km rio acima.

A Ilha de Marajó não é uma ilha, mas um arquipélago com cerca de 2 mil ilhas. A área de Marajó é maior do que a Suíça.

O maior arquipélago fluvial do mundo é de Mamirauá, no leito do Rio Negro. Acredite se quiser, mas Mamirauá é formado por mais de 700 ilhas.

O segundo arquipélago de água doce do mundo fica no Amazonas e se chama Anavilhanas. Localizado no estado do Amazonas, o Arquipélago de Anavilhanas é formado por cerca de 400 ilhas.

O maior peixe de água doce do mundo é o Pirarucu, uma espécie típica do Amazonas. Um pirarucu é capaz de atingir até 2,5 metros de comprimento e pesar 250 quilos.

Embora possua 60% de sua cobertura em terras brasileiras, a floresta Amazônica se estende por vários países sul-americanos: Bolívia, Peru, Colômbia, Venezuela, Suriname, Guiana, Guiana Francesa e Equador.

Das 483 espécies de mamíferos brasileiros, 324 vivem na Amazônica. Para se ter uma ideia, das 141 espécies de morcegos, 125 voam na região. A Amazônica também possui um terço dos insetos da Terra.

Com cerca de 1.622 espécies, a Amazônica abriga metade das aves conhecidas do mundo.

Existem na Amazônica 468 espécies de répteis e 517 de anfíbios.

A maior parte dos animais da Amazônica pertencem a espécies que habitam a copa das árvores.

O menor primata do mundo, o sagui-leãozinho, é nativo da Amazônica. Ele tem 15 cm e pesa apenas 130 gramas.

Dois em cada três índios brasileiros vivem nas reservas indígenas da região amazônica.

Ainda existem tribos indígenas isoladas na região amazônica. Embora cada vez mais raras, algumas nunca tiveram contato com o homem branco.

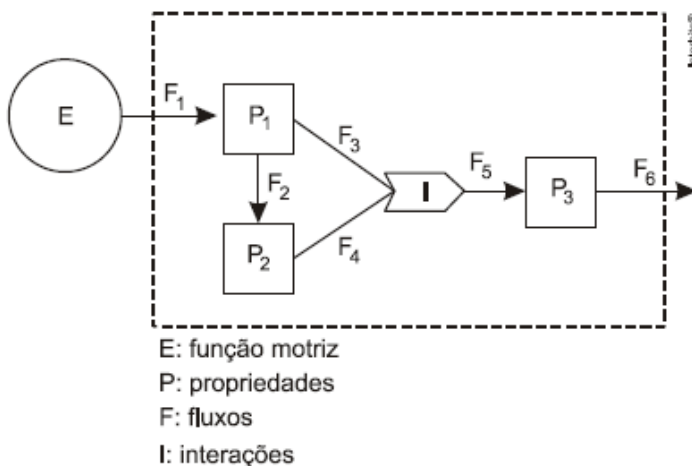
Criado em 1986, o Parque Nacional do Jaú é o terceiro maior parque de floresta tropical do planeta. Só para se ter uma ideia das suas dimensões, o Jaú ocupa uma área maior do que a do estado de Sergipe (22.720 Km<sup>2</sup>).

A cidade de Manaus, capital do estado do Amazonas, recebeu esse nome em homenagem à nação indígena dos Manaós.

Belém é conhecida como a cidade das mangueiras. A quantidade de mangueiras impressiona quem vem de fora. Interessante é que a maior parte dos automóveis da capital do Pará tem ou teve a lataria amassada por alguma manga que despencou da sua árvore.

## PINTOU NO ENEM

1 (Enem 2012) A figura representa um dos modelos de um sistema de interações entre seres vivos. Ela apresenta duas propriedades,  $P_1$  e  $P_2$ , que interagem em  $I$ , para afetar uma terceira propriedade,  $P_3$ , quando o sistema é alimentado por uma fonte de energia,  $E$ . Essa figura pode simular um sistema de campo em que  $P_1$  representa as plantas verdes;  $P_2$  um animal herbívoro e  $P_3$ , um animal onívoro.



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

A função interativa  $I$  representa a proporção de

- herbivoria entre  $P_1$  e  $P_2$ .
- polinização entre  $P_1$  e  $P_2$ .
- $P_3$  utilizada na alimentação de  $P_1$  e  $P_2$ .
- $P_1$  ou  $P_2$  utilizada na alimentação de  $P_3$ .
- energia de  $P_1$  e de  $P_2$  que saem do sistema.

2. (Enem 2012) Não é de hoje que o homem cria, artificialmente, variedades de peixes por meio da hibridação. Esta é uma técnica muito usada pelos cientistas e pelos piscicultores porque os híbridos resultantes, em geral, apresentam maior valor comercial do que a média de ambas as espécies parentais, além de reduzir a sobrepesca no ambiente natural.

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

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

- originar uma nova espécie poliploide.

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

3. (Enem 2012) Muitas espécies de plantas lenhosas são encontradas no cerrado brasileiro. Para a sobrevivência nas condições de longos períodos de seca e queimadas periódicas, próprias desse ecossistema, essas plantas desenvolveram estruturas muito peculiares.

As estruturas adaptativas mais apropriadas para a sobrevivência desse grupo de plantas nas condições ambientais de referido ecossistema são:

- a) Cascas finas e sem sulcos ou fendas.
- b) Caules estreitos e retilíneos.
- c) Folhas estreitas e membranosas.
- d) Gemas apicais com densa pilosidade.
- e) Raízes superficiais, em geral, aéreas.

4. (Enem 2012) Pesticidas são contaminantes ambientais altamente tóxicos aos seres vivos e, geralmente, com grande persistência ambiental. A busca por novas formas de eliminação dos pesticidas tem aumentado nos últimos anos, uma vez que as técnicas atuais são economicamente dispendiosas e paliativas. A biorremediação de pesticidas utilizando micro-organismos tem se mostrado uma técnica muito promissora para essa finalidade, por apresentar vantagens econômicas e ambientais.

Para ser utilizado nesta técnica promissora, um microrganismo deve ser capaz de

- a) transferir o contaminante do solo para a água.
- b) absorver o contaminante sem alterá-lo quimicamente.
- c) apresentar alta taxa de mutação ao longo das gerações.
- d) estimular o sistema imunológico do homem contra o contaminante.
- e) metabolizar o contaminante, liberando subprodutos menos tóxicos ou atóxicos.

5. (Enem 2012) Para diminuir o acúmulo de lixo e o desperdício de materiais de valor econômico e, assim, reduzir a exploração de recursos naturais, adotou-se, em escala internacional, a política dos três erres: Redução, Reutilização e Reciclagem.

Um exemplo de reciclagem é a utilização de

- 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.

## CAPITULO 05

### Dinâmica das comunidades

Atenção especial para esse assunto frequentemente abordado nas provas.

Em um ecossistema, há muitos tipos de interações entre os componentes das diversas espécies. Podemos classificar as relações entre seres vivos inicialmente em dois grupos:

as **intraespecíficas, que ocorrem entre seres da mesma espécie**, e as **interespecíficas, entre seres de espécies distintas**. É comum diferenciar-se as relações em harmônicas ou positivas e desarmônicas ou negativas.

Antes de tratarmos de cada tipo de relação entre os seres vivos, iremos esclarecer o significado de dois termos: **habitat** e **nicho ecológico**.

#### Noções sobre habitat e nicho ecológico

É clássica a analogia que compara o habitat ao endereço de uma espécie, e o nicho ecológico à sua profissão. Se você quer encontrar indivíduos de uma certa espécie no ambiente natural, deve procurá-los em seu habitat. As observações que você fizer sobre a "maneira como eles vivem", serão indicações do nicho ecológico.

O pescador experiente sabe onde encontrar um certo tipo de peixe, que isca deve usar, se deve afundá-la mais ou menos, em que época do ano e em qual período do dia ou da noite ele terá maior chance de sucesso. Ele deve saber muito, portanto, do habitat e nicho ecológico dos peixes que mais aprecia.

#### RELAÇÕES INTRA-ESPECÍFICAS HARMÔNICAS

Relações que ocorrem em indivíduos da **mesma espécie**, não existindo desvantagem nem benefício para nenhuma das espécies consideradas. Compreendem as colônias e as sociedades.

##### Colônias



Agrupamento de indivíduos da mesma espécie que revelam profundo grau de interdependência e se mostram ligados uns aos outros, **sendo-lhes impossível a vida quando isolados do conjuntos**, podendo ou não ocorrer divisão do trabalho.

As **cracas**, os corais e as esponjas vivem sempre em colônias. Há colônias com divisão de trabalho. É o que podemos observar com colônias de medusas de cnidários (caravelas) e com colônias de Volvox globator

(protista): há alguns indivíduos especializados na reprodução e outros no deslocamento da colônia (que é esférica) na água.

## Sociedades

As sociedades são agrupamentos de indivíduos da mesma espécie que têm plena capacidade de vida isolada mas preferem viver na coletividade. Os indivíduos de uma sociedade têm independência física uns dos outros. Pode ocorrer, entretanto, um certo grau de diferenciação de formas entre eles e de divisão de trabalho, como sucede com as formigas, as abelhas e os térmitas ou cupins.

Nos diversos insetos sociais a comunicação entre os diferentes indivíduos é feita através dos feromônios - substâncias químicas que servem para a comunicação. Os feromônios são usados na demarcação de territórios, atração sexual, transmissão de alarme, localização de alimento e organização social.



## COMPETIÇÃO INTRA-ESPECÍFICAS

É a relação intraespecífica desarmônica, entre os **indivíduos da mesma espécie**, quando concorrem pelos mesmos fatores ambientais, principalmente espaço e alimento. Essa relação determina a densidade das populações envolvidas.

## Canibalismo

**Canibal é o indivíduo que mata e come outro da mesma espécie.** Ocorre com escorpiões, aranhas, peixes, planárias, roedores, etc. Na espécie humana, quando existe, recebe o nome de antropofagia (do grego *anthropos*, homem; *phagein*, comer).



## RELAÇÕES INTERESPECÍFICAS HARMÔNICAS

Ocorrem entre organismos de espécies diferentes. Compreendem a protocooperação, o mutualismo, o comensalismo e inquilinismo.

### Comensalismo

É uma associação em que uma das espécies — a comensal — é beneficiada, sem causar benefício ou prejuízo ao outro. O termo



comensal tem interpretação mais literal: "**comensal é aquele que come à mesa de outro**".

A rêmora é um peixe dotado de ventosa com a qual se prende ao ventre dos tubarões. Juntamente com o peixe-piloto, que nada em cardumes ao redor do tubarão, ela aproveita os restos alimentares que caem na boca do seu grande "anfitrião".

A *Entamoeba coli* é um protozoário comensal que vive no intestino humano, onde se nutre dos restos da digestão.

### Inquilinismo

É a associação em que apenas uma espécie (inquilino) se beneficia, procurando abrigo ou suporte no corpo de outra espécie (hospedeiro), sem prejudicá-lo.



Trata-se de uma associação semelhante ao comensalismo, não envolvendo alimento. Exemplos:

- **Peixe-agulha e holotúria** - O peixe-agulha apresenta um corpo fino e alongado e se protege contra a ação de predadores abrigando-se no interior das holotúrias (pepinos do mar), sem prejudicá-los.
- **Epifitismo** - Epífitas (epi, em cima) são plantas que crescem sobre os troncos maiores sem parasitá-las. São epífitas as orquídeas e as bromélias que, vivendo sobre árvores, obtêm maior suprimento de luz solar.

### Mutualismo

Associação na qual duas espécies envolvidas são beneficiadas, porém, **cada espécie só consegue viver na presença da outra**. Entre exemplos destacaremos.

- **Líquens** - Os líquens constituem associações entre algas unicelulares e fungos. As algas sintetizam matéria orgânica e fornecem aos fungos parte do alimento produzido. Esses, por sua vez, retiram água e sais minerais do substrato, fornecendo-os às algas. Além disso, os fungos envolvem com suas hifas o grupo de algas, protegendo-as contra desidratação.



- **Cupins e protozoários** - Ao comerem madeira, os cupins obtêm grandes quantidades de celulose, mas não conseguem produzir a celulase, enzima capaz de digerir a celulose. Em seu intestino existem protozoários flagelados capazes de realizar essa digestão. Assim, os protozoários se valem

em parte do alimento do inseto e este, por sua vez, se beneficia da ação dos protozoários. Nenhum deles, todavia, poderia viver isoladamente.

- **Ruminates e microorganismos** - Na pança ou rúmen dos ruminantes também se encontram bactérias que promovem a digestão da celulose ingerida com a folhagem. É um caso idêntico ao anterior.
- **Bactérias e raízes de leguminosas** - No ciclo do nitrogênio, bactérias do gênero *Rhizobium* produzem compostos nitrogenados que são assimilados pelas leguminosas, por sua vez, fornecem a essas bactérias a matéria orgânica necessária ao desempenho de suas funções vitais.
- **Micorrizas** - São associações entre fungos e raízes de certas plantas, como orquídeas, morangueiros, tomateiros, pinheiros, etc. O fungo, que é um decompositor, fornece ao vegetal nitrogênio e outros nutrientes minerais; em troca, recebe matéria orgânica fotossintetizada.

### Protocooperação

Trata-se de uma associação bilateral, entre espécies diferentes, na qual ambas se beneficiam; contudo, **tal associação não é obrigatória, podendo cada espécie viver isoladamente.**

A atuação dos pássaros que promovem a dispersão das plantas comendo-lhes os frutos e evacuando as suas sementes em local distante, bem como a ação de insetos que procuram o néctar das flores e contribuem involuntariamente para a polinização das plantas são consideradas exemplos de protocooperação.



Como exemplo citaremos:

- **Caramujo paguro e actínias** - Também conhecido como Bernardo eremita, trata-se de um crustáceo marinho que apresenta o abdômen longo e mole, desprotegido de exoesqueleto. A fim de proteger o abdômen, o Bernardo vive no interior de conchas vazias de caramujos. Sobre a concha aparecem actínias ou anêmonas do mar (celenterados), animais portadores de tentáculos urticantes. Ao paguro, a actínia não causa qualquer dano, pois se beneficia, sendo levada por ele aos locais onde há alimento. Ele, por sua vez, também se beneficia com a eficiente "proteção" que ela lhe dá.
- **Pássaro-palito e crocodilo** - O pássaro-palito penetra na boca dos crocodilos, nas margens do Nilo, alimentando-se de restos alimentares e de vermes existentes na boca do réptil. A vantagem é mútua, porque, em troca do alimento, o pássaro livra os crocodilos dos parasitas.  
Obs.: A associação ecológica verificada entre o pássaro-palito e o crocodilo africano é um exemplo de mutualismo, quando se considera que o pássaro retira parasitas da boca do réptil. Mas pode ser também descrita como exemplo de comensalismo; nesse caso o pássaro atua reirando apenas restos alimentares que ficam situados entre os dentes do crocodilo.
- **Anu e gado** - O anu é uma ave que se alimenta de carrapatos existentes na pele do gado, capturando-os diretamente. Em troca, o gado livra-se dos indesejáveis parasitas.

### Esclavismo ou sinfilia

É uma associação em que uma das espécies se beneficia com as atividades de outra espécie. Lineu descreveu essa associação com certa graça, afirmando: *Aphis formicarum vacca* (o pulgão, do gênero *Aphis*, é a "vaca" das formigas).

Por um lado, o esclavagismo tem características de hostilidade, já que os pulgões são mantidos cativos dentro do formigueiro. Não obstante, pode-se considerar uma relação harmônica, pois os pulgões também são beneficiados pela facilidade de encontrar alimentos e até mesmo pelos bons tratamentos a eles dispensados pelas formigas (transporte, proteção, etc). Essa associação é considerada harmônica e um caso especial de protocooperação por muitos autores, pois a união não é obrigatória à sobrevivência.



### COMPETIÇÃO INTERESPECÍFICA

Relações interespecíficas desarmônicas entre espécies diferentes, em uma mesma comunidade, apresentam nichos ecológicos iguais ou muito semelhantes, desencadeando um mecanismo de disputa pelo mesmo recurso do meio, quando este não é suficiente para as duas populações.

Esse mecanismo pode determinar controle da densidade das duas populações que estão interagindo, extinção de uma delas ou, ainda, especialização do nicho ecológico.

### Amensalismo ou Antibiose

Relação no qual uma espécie bloqueia o crescimento ou a reprodução de outra espécie, denominada **amensal**, através da liberação de substâncias tóxicas. Exemplos:

- Os fungos *Penicillium notatum* eliminam a penicilina, antibiótico que impede que as bactérias se reproduzam.

### Parasitismo

O parasitismo é uma forma de relação desarmônica mais comum do que a antibiose. Ele caracteriza a espécie que se instala no corpo de outra, dela retirando matéria para a sua nutrição e causando-lhe, em

consequência, danos cuja gravidade pode ser muito variável, desde pequenos distúrbios até a própria morte do indivíduo parasitado. Dá-se o nome de hospedeiro ao organismo que abriga o parasita. De um modo geral, a morte do hospedeiro não é conveniente ao parasita. Mas, a despeito disso, muitas vezes ela ocorre.



### Predatismo

Predador é o indivíduo que caça e devora outro, chamado presa, pertencente a espécie diferente. Os predadores são geralmente maiores e menos numerosos que suas presas, sendo exemplificadas pelos animais carnívoros.

As duas populações - de predadores e presas - geralmente não se extinguem e nem entram em superpopulação, permanecendo em equilíbrio no ecossistema. Para a espécie humana, o predatismo, como fator limitante do crescimento populacional, tem efeito praticamente nulo. **Formas especiais de adaptações ao Predatismo**

**Mimetismo** - Mimetismo é uma forma de adaptação revelada por muitas espécies que se assemelham bastante a outras, disso obtendo algumas vantagens.

A cobra falso-coral é confundida com a coral-verdadeira, muito temida, e, graças a isso, não é importunada pela maioria das outras espécies. Há mariposas que se assemelham a vespas, e mariposas cujo colorido lembra a feição de uma coruja com olhos grandes e brilhantes.

- **Camuflagem** - Camuflagem é uma forma de adaptação morfológica pela qual uma espécie procura confundir suas vítimas ou seus agressores revelando cor(es) e/ou forma(s) semelhante(s) a coisas do ambiente. O padrão de cor dos gatos silvestres, como o gato maracajá e a onça, é harmônico com seu ambiente, com manchas camuflando o sombreado do fundo da floresta. O mesmo se passa com lagartos (por exemplo, camaleão), que varia da cor verde das folhas à cor marrom do substrato onde ficam. Os animais polares costumam ser brancos, confundindo-se com o gelo. O louva-a-deus, que é um poderoso predador, se assemelha a folhas ou galhos.

- **Aposematismo** - Aposematismo é o mesmo que coloração de advertência. Trata-se de uma forma de adaptação pela qual uma espécie revela cores vivas e marcantes para advertir seus possíveis predadores, que já a reconhecem pelo gosto desagradável ou pelos venenos que possui.

Muitas borboletas exibem os chamados anéis miméticos, com cores de alerta, que desestimulam o ataque dos predadores. Uma espécie de coloração de advertência bem conspicua é *Dendrobates leucomelas*, da Amazônia, um pequeno sapo colorido com listras pretas e amarelas e venenoso.

TABELA DE REPRESENTAÇÃO DAS RELAÇÕES INTERESPECÍFICAS

TIPOS DE RELAÇÕES	Espécies reunidas		Espécies separadas	
	A	B	A	B
Inquilinismo	+	0	0	0
Comensalismo ○ Inquilinismo ○ Epifitismo	+	0	0	0
Mutualismo	+	+	-	-
Protocooperação	+	+	0	0
Amensalismo ○ Antibiose	0	-	0	0
Predatismo ○ Herbivorismo	+	-	-	0
Competição	-	-	0	0
Parasitismo ○ Esclavagismo	+	-	-	0

**0:** espécies cujo desenvolvimento não é afetado

**+:** espécie beneficiada cujo desenvolvimento torna-se possível ou é melhorado **-:** espécie prejudicada que tem seu desenvolvimento reduzido.

### Sucessão Ecológica

Processo ordenado da instalação e desenvolvimento de uma comunidade. Ocorre com o tempo e termina quando se estabelece na área uma comunidade estável. **As etapas da sucessão**

Vamos tomar como exemplo uma região completamente desabitada, como uma rocha nua. O conjunto de condições para que plantas e animais sobrevivam ou se instalem nesse ambiente são muito desfavoráveis:

**Iluminação direta causa altas temperaturas; A ausência de solo dificulta a fixação de vegetais; A água das chuvas não se fixa e rapidamente evapora.**

Seres vivos capazes de se instalar em tal ambiente devem ser bem adaptados e pouco exigentes. Estes são os líquens (associação de cianobactérias com fungos), que conseguem sobreviver apenas com água, luz e pouca quantidade de sais minerais. Isso caracteriza a formação de uma comunidade pioneira. Os líquens por serem os primeiros seres a se instalarem são chamados de "organismos pioneiros". A atividade metabólica dos líquens vai lentamente modificando as condições iniciais da região. Os líquens produzem ácidos orgânicos que corroem gradativamente a rocha, formando através da erosão as primeiras camadas de solo.

Camada sobre camada de **líquen**, vão formando um tapete orgânico, que enriquece o solo, deixando o mesmo úmido e rico em sais minerais. A partir de então as condições, já não tão desfavoráveis, permitem o aparecimento de plantas de pequeno porte, como briófitas (musgos), que necessitam de pequena quantidade de nutrientes para se desenvolverem e atingirem o estágio de reprodução. Novas e constantes modificações se sucedem permitindo o aparecimento de plantas de maior porte como samambaias e arbustos. Também começam a aparecer os pequenos animais como insetos e moluscos.

Dessa forma etapa após etapa a comunidade pioneira evolui, até que a velocidade do processo começa a diminuir gradativamente, chegando a um ponto de equilíbrio, no qual a sucessão ecológica atinge seu desenvolvimento máximo compatível com as condições físicas do local (solo, clima, etc.). Essa comunidade é a etapa final do processo de sucessão, conhecida como comunidade clímax. Cada etapa intermediária entre a comunidade pioneira e o clímax é chamada de sere.



### Fogo e a Sucessão Ecológica

Assim como em todas as savanas tropicais, o fogo tem sido um importante fator ambiental nos cerrados brasileiros desde há muitos milênios e tem, portanto, atuado na evolução dos seres vivos desses ecossistemas, selecionando plantas e animais com características que os protejam das rápidas queimadas que lá ocorrem. Nas plantas, uma dessas características que talvez mais nos chame a atenção é a **cortiça** grossa das árvores e arbustos (lenhosas), que age como isolante térmico durante a passagem do fogo. Entretanto, um observador mais atento irá notar diversas outras respostas da vegetação ao fogo, como a floração intensa do estrato herbáceo e a rápida rebrota das plantas, dias após a queima, a abertura sincronizada de frutos e intensa dispersão de suas sementes, a germinação das sementes de espécies que são estimuladas pelo fogo. Ainda, o fogo promove todo um processo de **reciclagem da matéria orgânica** que, ao ser queimada, transforma-se em cinzas, que se depositam sobre o solo e, com as chuvas, têm seus elementos químicos solubilizados e disponibilizados como nutrientes às raízes das plantas.



Sendo assim, ao contrário do que muitos pensam, o **fogo de intensidade baixa ou moderada não mata a grande maioria das plantas do Cerrado**, que são adaptadas a esse fator ecológico. Pelo contrário, para muitas espécies, principalmente as herbáceas, o fogo é benéfico e estimula ou facilita diversas etapas de seu ciclo de vida, como mencionamos acima. Também os animais do Cerrado estão adaptados para enfrentar as queimadas: dentre os vertebrados, muitos se refugiam em tocas ou buracos e ficam protegidos das altas temperaturas, pois, a poucos centímetros de profundidade, o solo nem chega a esquentar, devido à rapidez com que o fogo percorre os cerrados.

#### **Mas por que as savanas – e dentre elas, também os cerrados – pegam fogo?**

A distribuição esparsa das árvores e dos elementos lenhosos, que caracteriza as savanas, permite a chegada de insolação no nível do solo e promove o desenvolvimento de farto estrato herbáceo, formando um “tapete” graminoso.

estação chuvosa na região dos cerrados. É quando ocorrem chuvas fortes, com muitos raios, e também quando a biomassa herbácea está no auge do dessecamento, tendo suas folhas e ramos se transformado em material facilmente inflamável.



Devido ao seu ciclo de vida, essas gramíneas têm suas folhas e partes florais dessecadas na **época seca** – que, na região dos cerrados, geralmente vai de maio a setembro. Esse material fino e seco passa a constituir um combustível altamente inflamável. Raios e também chamas e faíscas provenientes de ações do homem

(queima de restos agrícolas, fogueiras, etc) podem iniciar a combustão da vegetação e, a partir de então, o fogo se propaga rapidamente. As queimadas causadas por **raios**, ditas “naturais”, geralmente ocorrem em setembro, sendo esse o mês que marca o início da

As queimadas causadas pelo homem (antropogênicas) geralmente são acidentais, mas também podem ser intencionais.

Em comparação com as queimadas naturais, as antropogênicas costumam ser antecipadas para julho ou agosto, pois é quando a maior parte dos agricultores queima os restos da colheita e prepara suas terras para novos plantios, causando o “escape” do fogo, ou quando os pecuaristas deliberadamente queimam o pasto nativo para promover o rebrotamento das gramíneas dessecadas e, assim, fornecer folhas frescas ao gado nessa época de escassez.

## SEÇÃO LEITURA

### A vida das formigas



Existem mais de 10.000 espécies de formigas.

Todas as espécies se agrupam em uma única família: a das formicidae.

Os ancestrais das formigas surgiram há mais de 100 milhões de anos, no período Cretáceo.

As formigas estão distribuídas por todas as regiões do planeta, com exceção dos pólos.

Tal como a sociedade das abelhas, a das formigas é organizada por tarefas: a de obreira, de soldado, de operário e de rainha.

A reprodução fica à cargo da rainha, que vive dentro do formigueiro e é maior do que as demais formigas.

Os machos morrem após se acasalarem com a rainha.

As operárias são todas fêmeas e tem os cuidados com a rainha entre as suas tarefas.

Uma operária vive sete anos e uma rainha, em média, 14 anos.

A maior formiga do mundo é a africana, com 5 cm. Entre as espécies pré-históricas, existiu uma com 6,5 cm.

Cientistas calculam em 10.000.000.000.000.000 o número de formigas na Terra.

Uma colônia de formigas (ou formigueiro) pode ter até 100.000 membros.

O Brasil é um dos países com maior número de espécies de formiga: 2.000.

Uma das espécies que convivem com o homem é a formiga fantasma. Ela vive em residências, normalmente em buracos nas paredes, atrás de azulejos e em rodapés.

Outra espécie comum em nosso meio é a formiga carpinteira. As operárias apresentam diversos tamanhos. A formiga carpinteira vive em árvores, telhados, portas e janelas, daí o seu nome.

Outra formiga bastante conhecida dos brasileiros é a saúva. Elas cortam pedaços de folhas e levam-nas para o formigueiro, onde esperam que cultivem um determinado tipo de fungo que lhe serve de alimento.

A içá (também conhecida como tanajura) é bastante consumida no interior de São Paulo e de outros estados, normalmente torradas e servidas com farinha de mandioca.

Em algumas cidades, o povo usa uma infusão de saúva com cachaça para tratar reumatismos.

As formigas se comunicam com as outras através de feromônios. Ao encontrar um alimento, a formiga deixa um rastro dessa substância até o formigueiro, indicando às companheiras onde ele está.

As curiosas formigas pote de mel abrigam alimento no seu abdômen, que serve de refeição para as demais formigas do grupo.

A formiga mais perigosa do mundo é a formiga de fogo. Sua picada pode causar fortes reações alérgicas na pessoa, podendo levá-la à morte.

Graças ao seu tamanho e à estrutura do seu corpo, uma formiga pode cair de qualquer altura sem se machucar.

Em média, um tamanduá come de 458 a 938 formigas por dia.

Formigas são capazes de escravizar as formigas de outros formigueiros. Elas roubam as larvas do formigueiro e forçam os filhotes a fazerem trabalhos forçados.

Os formigueiros de algumas espécies podem ter túneis de até 12 m de profundidade.

## Os Ciclos Biogeoquímicos

O trajeto das substâncias do ambiente abiótico para o mundo dos seres vivos e o seu retorno ao mundo abiótico completam o que chamamos de ciclo biogeoquímico. O termo é derivado do fato de que há um movimento cíclico de elementos que formam os organismos vivos ("bio") e o ambiente geológico ("geo"), onde intervêm mudanças químicas. Em qualquer ecossistema existem tais ciclos.

**Em qualquer ciclo biogeoquímico existe a retirada do elemento ou substância de sua fonte, sua utilização por seres vivos e posterior devolução para a sua fonte. Ciclo da Água**

A água apresenta dois ciclos:

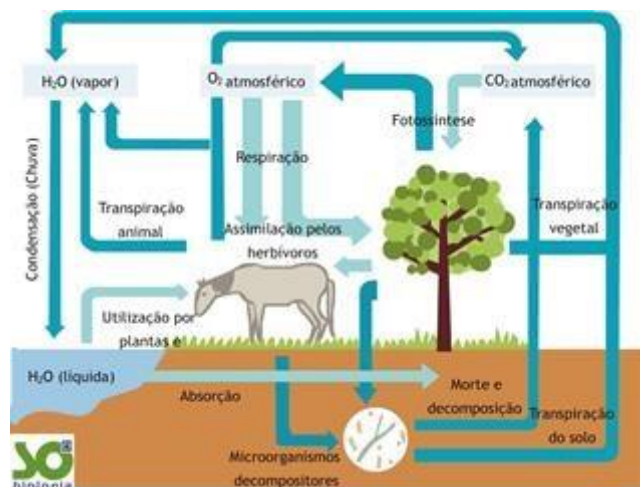
**Ciclo curto ou pequeno:** é aquele que ocorre pela lenta evaporação da água dos mares, rios, lagos e lagos, formando nuvens. Estas se condensam, voltando a superfície na forma de chuva ou neve;

**Ciclo longo:** É aquele em que a água passa pelo corpo dos seres vivos antes de voltar ao ambiente. A água é retirada do solo através das raízes das plantas sendo utilizada para a fotossíntese ou passada para outros animais através da cadeia alimentar. A água volta a atmosfera através da respiração, transpiração, fezes e urina.



### Ciclo do Oxigênio

O ciclo do oxigênio se encontra intimamente ligado com o ciclo do carbono, uma vez que o fluxo de ambos está associado aos mesmos fenômenos: **fotossíntese** e respiração. Os processos de fotossíntese liberam oxigênio para a atmosfera, enquanto os processos de **respiração** e **combustão** o consomem. Parte do  $O_2$  da estratosfera é transformado pela ação de raios ultravioletas em ozônio ( $O_3$ ). Este forma uma camada que funciona como um filtro, evitando a penetração de 80% dos raios ultravioletas. A liberação constante de clorofluorcarbonos (CFC) leva a destruição da camada de ozônio.

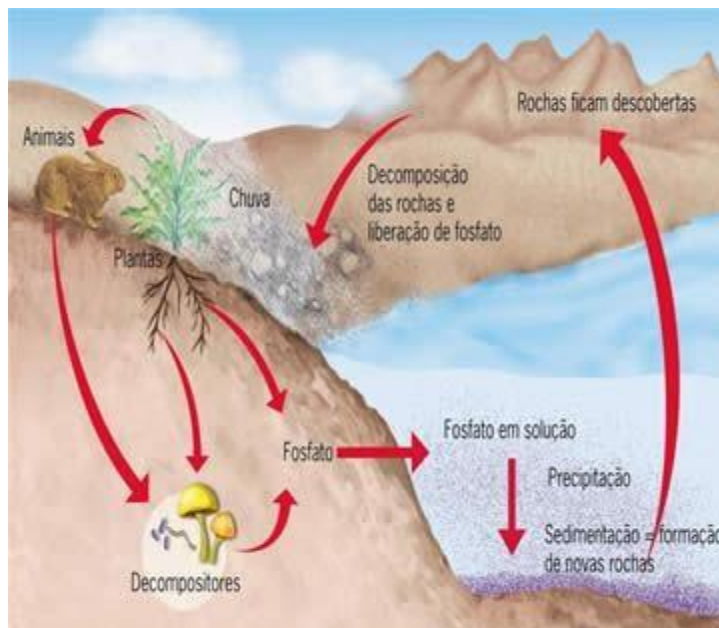


### Ciclo do Fósforo

Além da água, do carbono, do nitrogênio e do oxigênio, o fósforo também é importante para os seres vivos. Esse elemento faz parte, por exemplo, do **material hereditário** e das **moléculas energéticas de ATP**.

Em certos aspectos, o ciclo do fósforo é mais simples do que os ciclos do carbono e do nitrogênio, pois não existem muitos compostos gasosos de fósforo e, portanto, não há passagem pela atmosfera. Outra razão para a simplicidade do ciclo do fósforo é a existência de apenas um composto de fósforo realmente importante para os seres vivos: o íon fosfato.

As plantas obtêm fósforo do ambiente absorvendo os fosfatos dissolvidos na água e no solo. Os animais obtêm fosfatos na água e no alimento.



A decomposição devolve o fósforo que fazia parte da matéria orgânica ao solo ou à água. Daí, parte dele é arrastada pelas chuvas para os lagos e mares, onde acaba se incorporando às rochas. Nesse caso, o fósforo só retornará aos ecossistemas bem mais tarde, quando essas rochas se elevarem em consequência de processos geológicos e, na superfície, forem decompostas e transformadas em solo.

Assim, existem dois ciclos do fósforo que acontecem em escalas de tempo bem diferentes. Uma parte do elemento recicla-se localmente entre o solo, as plantas, consumidores e decompositores, em uma escala de tempo relativamente curta, que podemos chamar “**ciclo de tempo ecológico**”. Outra parte do fósforo ambiental sedimenta-se e é incorporada às rochas; seu ciclo envolve uma escala de tempo muito mais longa, que pode ser chamada “**ciclo de tempo geológico**”.

### Ciclo do Cálcio

O cálcio é um elemento que participa de diversas estruturas dos seres vivos, ossos, conchas, paredes celulares das células vegetais, cascas calcárias de ovos, além de atuar em alguns processos fisiológicos, como a concentração muscular e a **coagulação do sangue** nos vertebrados. As principais fontes desse elemento são as rochas calcárias, que, desgastando-se com o tempo, liberam-no para o meio. No solo, é absorvido pelos vegetais e, por meio das cadeias alimentares, passa para os animais. Toneladas de calcária são utilizadas com frequência para a correção da acidez do solo, notadamente nos cerrados brasileiros, procedimento que, ao mesmo tempo, libera o cálcio para o uso pela vegetação e pelos animais.



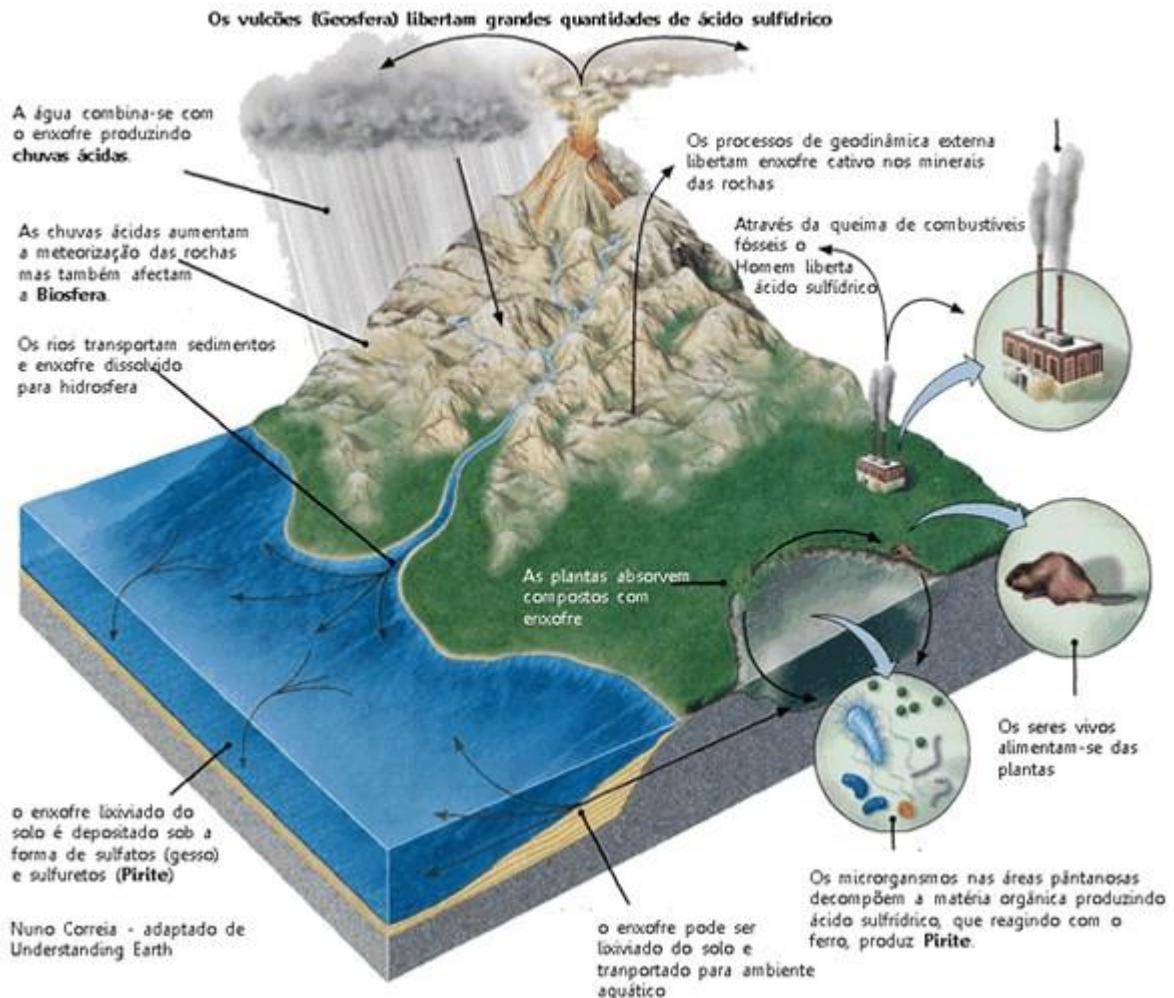
Nos oceanos o cálcio obtido pelos animais pode servir para a construção de suas coberturas calcárias. Com a morte desses seres, ocorre a decomposição das estruturas contendo **calcário – conchas de moluscos, revestimentos de foraminíferos** – no fundo dos oceanos, processo que contribui para a formação dos terrenos e rochas contendo calcário. Movimentos da crosta terrestre favorecem o afloramento desses terrenos, tornando o cálcio novamente disponível para o uso pelos seres vivos.

### Ciclo do Enxofre

Enxofre é uma substância amarela encontrada no solo, que queima com facilidade. Ele entra na produção de ácido sulfúrico, uma substância muito utilizada para fertilizantes, corantes e explosivos (pólvora, palitos de fósforo, etc). O enxofre é encontrado nas rochas sedimentares, (formadas por depósitos que se acumularam pela ação da natureza) nas rochas vulcânicas, no carvão, no gás natural etc.

O enxofre é essencial para a vida, faz parte da moléculas de proteína, vitais para o nosso corpo. Cerca de 140g de enxofre estão presentes no ser humano. A natureza recicla enxofre sempre que um animal ou planta morre. Quando apodrecem, as substâncias chamadas de “sulfatos”, combinados com a água são absorvidos pelas raízes das plantas. Os animais o obtêm comendo vegetais ou comendo outros animais.

Quando o ciclo é alterado, animais e plantas sofrem, isso vem acontecendo através da constante queima de carvão, petróleo e gás. Esses combustíveis são chamados de “fósseis”, pois se formaram há milhões de anos, a partir da morte de imensas florestas tropicais ou da morte de microscópicas criaturas denominadas “plânctons”.



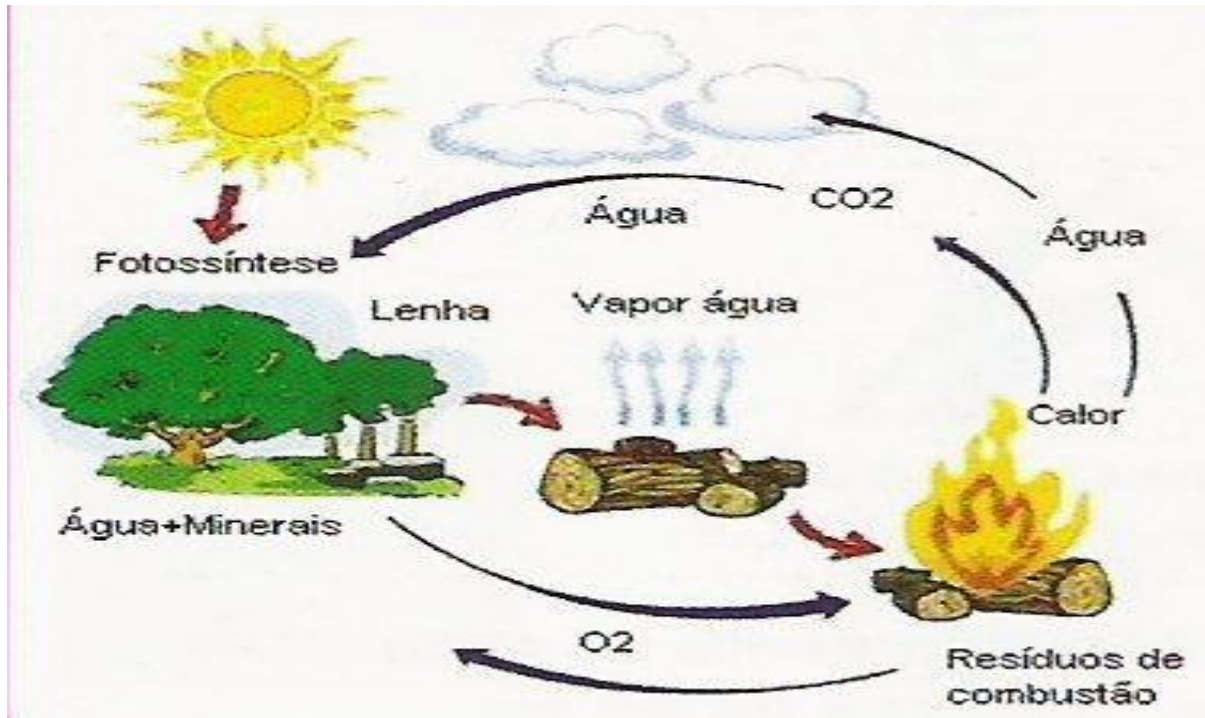
## Chuva Ácida

Ao queimar combustíveis fósseis para acionar as usinas, fábricas e veículos, é lançado enxofre no ar. Esse enxofre sobe para a atmosfera na forma de gás chamado "dióxido de enxofre", um grande poluente do ar. Quando o dióxido de enxofre se junta à umidade da atmosfera, forma o ácido sulfúrico, um dos principais componentes das chuvas ácidas.

O **dióxido de enxofre** é produzido também nos pântanos e vulcões, mas em quantidades que o meio ambiente consegue assimilar. Atualmente existem enormes quantidades de fontes poluidoras, tornando as chuvas mais carregadas de ácido, dificultando ao meio ambiente anular seus efeitos. A chuva causa danos às folhas de espécies vegetais comprometendo a produção agrícola. Torna-se mais grave próxima às grandes concentrações industriais, atinge as florestas, os peixes e corroe edificações de pedra e concreto, inclusive metais expostos ao tempo que enferrujam mais rápido, como as pontes e edificações de aço.

### Ciclo do Carbono

As plantas realizam fotossíntese retirando o carbono do  $\text{CO}_2$  do ambiente para formação de matéria orgânica. Esta última é oxidada pelo processo de respiração celular, que resulta em liberação de  $\text{CO}_2$  para o ambiente. A **decomposição e queima de combustíveis fósseis** (carvão e petróleo) também libera  $\text{CO}_2$  no ambiente. Além disso, o aumento no teor de  $\text{CO}_2$  atmosférico causa o agravamento do "efeito estufa" que pode acarretar o descongelamento de geleiras e das calotas polares com consequente aumento do nível do mar e inundação das cidades litorâneas.

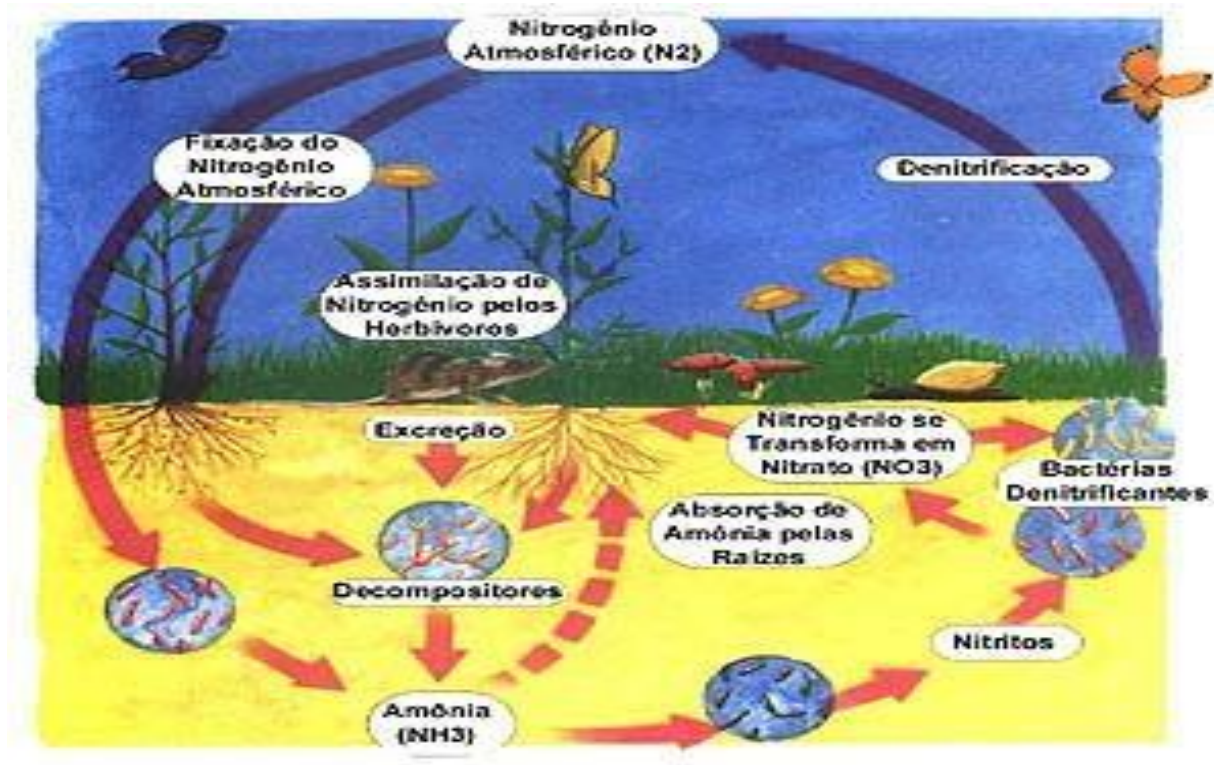


### Ciclo do Nitrogênio

O nitrogênio se mostra como um dos elementos de caráter fundamental na composição dos sistemas vivos. Ele está envolvido com a coordenação e controle das atividades metabólicas. Entretanto, apesar de 78% da atmosfera ser constituída de nitrogênio, a grande maioria dos organismos é incapaz de utilizá-lo, pois este se encontra na forma gasosa ( $N_2$ ) que é muito estável possuindo pouca tendência a reagir com outros elementos.

Os consumidores conseguem o nitrogênio de forma direta ou indireta através dos produtores. Eles aproveitam o nitrogênio que se encontra na forma de aminoácidos. Produtores introduzem nitrogênio na cadeia alimentar, através do aproveitamento de formas inorgânicas encontradas no meio, principalmente nitratos ( $NO_3^-$ ) e amônia ( $NH_3^+$ ). O ciclo do nitrogênio pode ser dividido em algumas etapas:

- **Fixação:** Consiste na transformação do nitrogênio gasoso em substâncias aproveitáveis pelos seres vivos (amônia e nitrato). Os organismos responsáveis pela fixação são bactérias, retiram o nitrogênio do ar fazendo com que este reaja com o hidrogênio para formar amônia.
- **Amonificação:** Parte da amônia presente no solo, é originada pelo processo de fixação. A outra é proveniente do processo de decomposição das proteínas e outros resíduos nitrogenados, contidos na matéria orgânica morta e nas excretas. Decomposição ou amonificação é realizada por bactérias e fungos.
- **Nitrificação:** É o nome dado ao processo de conversão da amônia em nitratos.
- **Desnitrificação:** As bactérias desnitrificantes (como, por exemplo, a *Pseudomonas denitrificans*), são capazes de converter os nitratos em nitrogênios molecular, que volta a atmosfera fechando o ciclo.



## SEÇÃO LEITURA

### Biocombustíveis

#### O que é biocombustível?

É um combustível proveniente da biomassa, ou seja, a partir de recursos naturais vegetais ou animais.

#### Quais os principais biocombustíveis utilizados hoje?

Existem dois biocombustíveis sendo utilizados: etanol (álcool) e biodiesel. O etanol é produzido a partir da fermentação da cana-de-açúcar (no Brasil) ou de milho (nos EUA). E o biodiesel é produzido através reações químicas entre óleos vegetais/animais e álcool (etanol ou metanol).

#### Quais as vantagens do uso de biocombustíveis?

- Fácil adaptação para frota existente;
- Reduz a dependência ao petróleo;
- A queima emite menos gases do efeito estufa do que a queima do petróleo;
- Combustível renovável.

### Quais as desvantagens?

- As culturas para a produção dos biocombustíveis competem com a produção de alimentos;
- Desmatamento e queimadas de grandes áreas para o cultivo da matéria-prima utilizada na produção do biocombustível;
- Consome grande quantidade de energia para a produção;
- Devastação de áreas florestais (grandes consumidoras de CO<sub>2</sub>) para plantio das culturas envolvidas na produção dos biocombustíveis.

### Quais as tendências para o futuro?

#### Diesel de cana-de-açúcar

O processo de produção de diesel de cana-de-açúcar é muito parecido com o da produção do álcool combustível, que utiliza leveduras - um tipo de fungo microscópico - para fermentar os açúcares presentes na cana e secretar etanol. A diferença crucial está no DNA da levedura, que foi geneticamente modificado para secretar diesel no lugar de álcool.

O diesel de petróleo é o mais poluente dos combustíveis fósseis. Já o diesel de cana-de-açúcar, além de ser livre de enxofre - o que reduz o impacto sobre a poluição urbana - é renovável em relação ao carbono que emite para a atmosfera. Isto reduz o impacto sobre o aquecimento global.

#### Etanol celulósico

Também conhecido como etanol de lignocelulose, é a denominação dada ao álcool etílico (etanol) obtido a partir da quebra das cadeias da celulose, hemicelulose e pectina, polímeros que constituem a estrutura fibrosa dos vegetais, através de reações químicas ou bioquímicas.

Uma das principais matérias-primas usada para produção do etanol celulósico é a biomassa composta pelos rejeitos e resíduos das colheitas e do processamento de vegetais, que não é reaproveitada para alimentação humana e animal ou para outras finalidades.

A primeira usina brasileira de etanol celulósico deve iniciar produção até dezembro de 2013.

### Gás Natural

#### O que é Gás Natural?

É o gás proveniente da decomposição de matéria orgânica, encontrado em reservas naturais ou a partir de biodigestores. Pode ser armazenado na forma natural (gás) ou comprimido (líquida).

O gás natural, obtido de fontes não renováveis, é um gás fóssil proveniente de jazidas naturais, localizadas em reservas que muitas vezes estão associadas às de petróleo, mas não necessariamente. O gás também pode ser obtido de fontes renováveis, a partir da digestão anaeróbica de biomassa vegetal e/ou animal, sendo nesse caso denominado biogás.

O biogás é menos rico em metano e contém quantidades significativas de dióxido de carbono. Dentre as principais vantagens do uso do biogás destacam-se a sua origem renovável e o fato de contribuir para mitigar o efeito estufa. O processo de obtenção de energia do biogás encontra-se em fase de desenvolvimento. Ainda que tecnicamente viável, poucas experiências têm sido feitas visando o uso de biogás comercialmente no setor de transportes.

#### **Quais as vantagens?**

- Possibilidade de aumento de eficiência energética dos motores;
- Fácil adaptação à frota existente;
- Reduz a dependência ao petróleo;
- Queima mais limpa;
- Menor emissão de material particulado, de óxidos de enxofre e de hidrocarbonetos tóxicos.

#### **Quais as desvantagens?**

- Aumento dos custos dos veículos (manutenção, tecnologia);
- Aumento do peso dos veículos (maior peso do tanque de armazenagem);
- Combustível não renovável;
- Maior emissão de metano, que apesar de ser um gás considerado de baixa toxicidade em termos de qualidade ambiental, trata-se de um dos principais gases do efeito estufa.

### **Hidrogênio**

#### **O que é Hidrogênio?**

É um elemento químico abundante na natureza, mas o hidrogênio é um vetor energético e não uma fonte primária em si. Antes de ser usado, ele precisa ser produzido usando-se energia obtida de fontes primárias. Ele pode ser produzido a partir de vários recursos renováveis ou não, porém, apesar de todas as vantagens ambientais e de segurança quanto à garantia de suprimento, ainda existem muitos desafios a serem vencidos até que a sua utilização se torne uma realidade.

O hidrogênio pode ser utilizado tanto em motores de combustão interna como em pilhas a combustível. Porém, o uso de hidrogênio em veículos equipados com pilhas combustível é mais eficiente do que nos motores de combustão interna. As células de combustível em desenvolvimento poderão ser capazes de oferecer uma alternativa limpa e econômica aos motores de combustão interna.

### Quais as vantagens?

- Não emite gases do efeito estufa;
- Alta eficiência energética;
- Pode ser obtido a partir de diversas fontes;
- Potencial de melhorias nos projetos de novos veículos (tamanho de motor, redução de ruídos e designs modernos).

### Quais as desvantagens?

- Necessidade de captura do CO<sub>2</sub> para sua produção, caso a fonte de energia utilizada para sua produção emita CO<sub>2</sub>;
- Alto custo do combustível e do veículo;
- Significativas barreiras tecnológicas ainda precisam ser vencidas para utilização em alta escala.

### Quais as tendências para o futuro?

- Se o hidrogênio for capturado através de métodos que utilizem energia solar ou eólica, pode se tornar um combustível alternativo com emissão zero (de gases do efeito estufa) do início ao fim do processo;
- Área promissora devido a grandes esforços em pesquisa sobre células de hidrogênio;
- Desenvolvimento de tecnologias para motores com injeção direta de hidrogênio.

## Energia elétrica

### E a energia elétrica?

A utilização de energia elétrica para propulsão de veículos pode acontecer através do armazenamento da energia em baterias ou super-capacitores, ou aquisição da energia através de fontes externas de veículos, geralmente cabos ao longo da via.

### Quais são as vantagens?

- Emissão zero de gases do efeito estufa pelo veículo;
- Reaproveitamento da energia cinética do veículo para geração de energia elétrica.

### Quais as desvantagens?

- Atualmente a autonomia dos veículos com armazenamento interno é limitada;
- A eficiência das baterias (peso e capacidade) ainda é uma barreira tecnológica;
- A fonte da energia elétrica pode ser uma fonte ecologicamente prejudicial (termo-elétrica);
- As baterias são resíduos altamente tóxicos e de difícil reciclagem.

Fonte: Livro "*Novos combustíveis*", de Suzana Kahn Ribeiro e Márcia Valle Real.

### Exercícios

1) Numere de 1 a 5, em ordem crescente de sua produtividade primária bruta (Kcal/m<sup>2</sup>/ano), os seguintes tipos de ecossistemas.

- ( ) tundra
- ( ) floresta tropical
- ( ) taiga
- ( ) floresta temperada decídua
- ( ) campo

A sequência correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é a) 2 - 4 - 3 - 1 - 5.

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

2-) Que quantidade de energia está disponível para os consumidores primários de uma comunidade?

- a) Toda energia incorporada na fotossíntese durante a vida do vegetal.
- b) Toda energia luminosa que é absorvida pelas plantas.
- c) A porção de energia incorporada nas substâncias químicas existentes na planta.
- d) A porção de energia transformada em calor durante as reações químicas das células.
- e) A porção de energia utilizada pela respiração celular do vegetal.

3) Qual o tipo de relação entre, as bactérias do gênero *Rhizobium* e as plantas leguminosas. Esse tipo de relação interespecífica é conhecido como:

- A) Predatismo
- B) Comensalismo
- C) Parasitismo
- D) Amensalismo

## E) Mutualismo

4) Considere as seguintes frases:

- I. O uacari-vermelho, 'Cacajao calvus', é um macaco da Amazônia ameaçado de extinção, assim como o uacari-preto, 'Cacajao melanocephalus'.
- II. Os guarás da espécie 'Chrysocyon brachyurus' vivem nos campos brasileiros encontrando representantes da mesma espécie também em campos argentinos.
- III. Dentre os botos marinhos, os mais conhecidos são os da baía do Rio de Janeiro pertencentes à espécie 'Sotalia brasiliensis' e com habitat restrito a essa área.

Menção a uma única população é feita na frase a) I, apenas

- b) II, apenas
- c) III, apenas
- d) I e na II
- e) II e na III

5) Um pesquisador, estudando a multiplicação de bactérias em alimentos utilizados pelo homem, obteve, em alguns casos, o seguinte

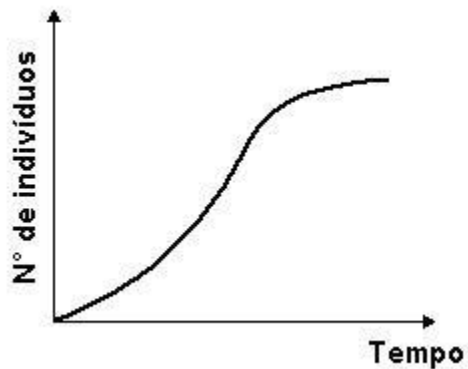


gráfico:

- Para obter curvas desse tipo, ele deve ter mantido, durante a experiência, os alimentos em
- a) temperatura de 0°C.
  - b) temperatura de 40°C.
  - c) temperatura de 90°C.
  - d) salmoura concentrada.
  - e) calda espessa de açúcar.

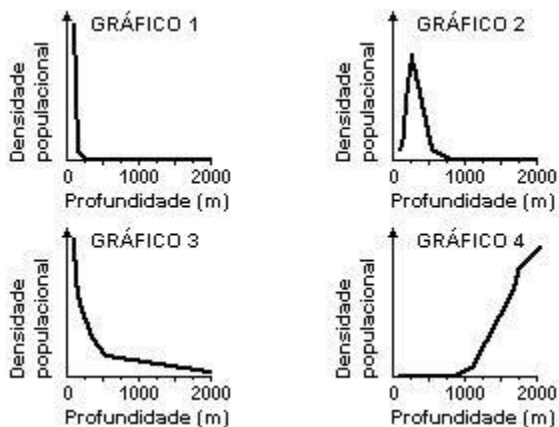
6) Alguns moluscos têm importância sanitária. Um exemplo comprovado é o do planorbídeo *Biomphalaria glabrata*, que está relacionado ao ciclo de uma doença que atinge os humanos. Por outro lado, ainda não foi comprovado se *Acanthina fulica* está relacionada com a incidência de meningoencefalite. Este gastrópode foi introduzido no Brasil, sem estudos prévios, visando substituir com vantagens o escargot (molusco utilizado como alimento).

- a) A qual doença os caramujos *Biomphalaria* estão relacionados? Qual o papel dos caramujos no ciclo desta doença? Em que ambiente ocorre a contaminação dos humanos?
- b) *Acanthina fulica* está aumentando rapidamente e está destruindo a vegetação de algumas regiões. Dê uma explicação possível, do ponto de vista ecológico, para esta proliferação.

7) :A agricultura moderna converte áreas ocupadas por comunidades vegetais complexas em áreas ocupadas por uma única espécie de planta destinada ao consumo humano. Esse processo está associado a um(a):

- a) maior equilíbrio ecológico, devido à introdução da espécie agrícola.
- b) diminuição das populações de insetos que se alimentam da espécie agrícola.
- c) menor incidência de doenças causadas por fungos, bactérias ou vírus que atingem a espécie agrícola.
- d) seleção de variedades da espécie agrícola resistentes a pragas e doenças.
- e) aumento da estabilidade no ecossistema, devido à grande produtividade obtida com o cultivo da espécie agrícola.

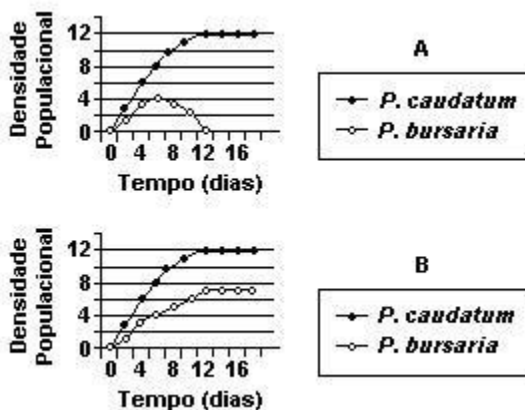
8) Dados obtidos em expedições científicas que fizeram um levantamento da fauna e flora oceânicas - desde o litoral até as regiões abissais - permitiram estimar a densidade da população de vários seres marinhos, em função de profundidade média em que foram coletados. Alguns dos gráficos seguintes foram elaborados a partir de informações obtidas nessas expedições.



Dentre esses gráficos, identifique o mais compatível, respectivamente, com a distribuição populacional de:

- a) peixes em geral;
- b) fitoplâncton. Justifique sua resposta.

9) O biólogo russo G. F. Gause realizou uma série de experimentos em laboratório com duas espécies de protozoários, *P. caudatum* e *P. bursaria*. Esses protozoários podem alimentar-se de bactérias e leveduras, mas um não come o outro. No primeiro experimento, as duas espécies de protozoários foram postas num meio líquido e apenas bactérias foram oferecidas como alimento. Os resultados desse experimento estão apresentados no gráfico A.



No segundo experimento receberam como alimento bactérias e leveduras. Os resultados são mostrados no gráfico B.

- a) Que conceito ecológico pode ser deduzido do primeiro experimento?
- b) Como podem ser interpretados os resultados do segundo experimento?

10) Em qual nível ecológico um fazendeiro que pretenda determinar a taxa anual de aumento no número de cabeças de gado de sua criação, a fim de explorá-la de maneira sustentável, irá abordar esta questão? a) Ecossistema.

b) Comunidade.

c) População.

d) Indivíduo.

e) Célula.

11) Publicações recentes, como o artigo "O Brasil de cabelos brancos", de Bernardo Esteves, apresentam dados estatísticos que indicam uma tendência ao aumento das classes etárias mais velhas e ao declínio na taxa de fecundidade média da população brasileira. ("Ciência Hoje", n. 137, abril, 1998). Através destas informações pode-se supor que vem ocorrendo a) um declínio na densidade populacional.

b) uma estabilização na taxa de crescimento populacional.

c) um aumento no potencial biótico da população.

d) um declínio da capacidade de suporte do ambiente.

e) uma modificação na dinâmica migratória da população.

#### Gabarito

1-E 2-C 3-E 4-C 5-A

6-a) O caramujo *Biomphalaria glabrata* está relacionado com a esquistossomose (ou barriga d'água). Ele é o hospedeiro intermediário do verme *Schistosoma mansoni*, causador da doença. A contaminação ocorre em águas continentais lânticas.

b) A proliferação rápida pode ser causada, por exemplo, pela ausência de predadores ou competidores naturais.

7)D

8)a) Gráfico 3. Os peixes, em geral, distribuem-se em maior número no ambiente marinho com até 200 m de profundidade. Essa maior densidade populacional deve-se à maior riqueza em plâncton, nécton e bentos, que servem de alimento para muitas espécies de peixes. No entanto, peixes são encontrados em outras regiões mais profundas, até mesmo nas zonas abissais.

b) Gráfico 1 - O fitoplâncton é encontrado em zonas de até 200 m de profundidade. Em zonas de maior profundidade, ocorre escassez de luz, o que impede a fotossíntese e a proliferação desses organismos.

9) a) O experimento demonstra o conceito de exclusão competitiva. As duas espécies de protozoários competem por uma única fonte de alimento, as bactérias. Nessas condições '*P. caudatum*' é competitivamente superior e eliminou '*P. bursaria*'.

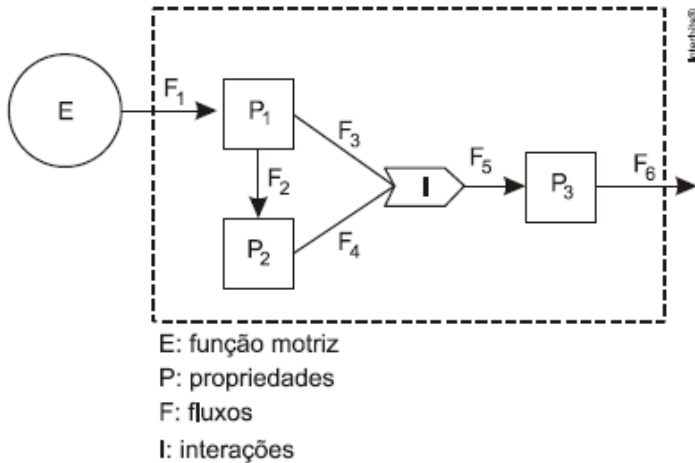
b) No segundo experimento há duas fontes de alimento; provavelmente, cada espécie explora com mais eficiência uma das fontes de alimento, e as duas espécies podem viver juntas, pois não exploram o mesmo nicho.

10) C

11)) B

**PINTOU NO ENEM****PINTOU NO ENEM ECOLOGIA E MEIO AMBIENTE**

1 (Enem 2012) A figura representa um dos modelos de um sistema de interações entre seres vivos. Ela apresenta duas propriedades,  $P1$  e  $P2$ , que interagem em  $I$ , para afetar uma terceira propriedade,  $P3$ , quando o sistema é alimentado por uma fonte de energia,  $E$ . Essa figura pode simular um sistema de campo em que  $P1$  representa as plantas verdes;  $P2$  um animal herbívoro e  $P3$ , um animal onívoro.



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

A função interativa *I* representa a proporção de

- herbivoria entre *P1* e *P2*.
- polinização entre *P1* e *P2*.
- P3* utilizada na alimentação de *P1* e *P2*.
- P1* ou *P2* utilizada na alimentação de *P3*.
- energia de *P1* e de *P2* que saem do sistema.

2. (Enem 2012) Não é de hoje que o homem cria, artificialmente, variedades de peixes por meio da hibridação. Esta é uma técnica muito usada pelos cientistas e pelos piscicultores porque os híbridos resultantes, em geral, apresentam maior valor comercial do que a média de ambas as espécies parentais, além de reduzir a sobrepesca no ambiente natural.

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

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

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

3. (Enem 2012) Muitas espécies de plantas lenhosas são encontradas no cerrado brasileiro. Para a sobrevivência nas condições de longos períodos de seca e queimadas periódicas, próprias desse ecossistema, essas plantas desenvolveram estruturas muito peculiares.

As estruturas adaptativas mais apropriadas para a sobrevivência desse grupo de plantas nas condições ambientais de referido ecossistema são:

- Cascas finas e sem sulcos ou fendas.
- Caules estreitos e retilíneos.
- Folhas estreitas e membranosas.
- Gemas apicais com densa pilosidade.
- Raízes superficiais, em geral, aéreas.

4. (Enem 2012) Pesticidas são contaminantes ambientais altamente tóxicos aos seres vivos e, geralmente, com grande persistência ambiental. A busca por novas formas de eliminação dos pesticidas tem aumentado nos últimos anos, uma vez que as técnicas atuais são economicamente dispendiosas e paliativas. A biorremediação de pesticidas utilizando micro-organismos tem se mostrado uma técnica muito promissora para essa finalidade, por apresentar vantagens econômicas e ambientais.

Para ser utilizado nesta técnica promissora, um microrganismo deve ser capaz de

- transferir o contaminante do solo para a água.

- b) absorver o contaminante sem alterá-lo quimicamente.
- c) apresentar alta taxa de mutação ao longo das gerações.
- d) estimular o sistema imunológico do homem contra o contaminante.
- e) metabolizar o contaminante, liberando subprodutos menos tóxicos ou atóxicos.

5. (Enem 2012) Para diminuir o acúmulo de lixo e o desperdício de materiais de valor econômico e, assim, reduzir a exploração de recursos naturais, adotou-se, em escala internacional, a política dos três erres: Redução, Reutilização e Reciclagem.

Um exemplo de reciclagem é a utilização de

- 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.

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

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

Essa descrição sobre o tamanduá diz respeito ao seu

- a) hábitat.
- b) biótopo.
- c) nível trópico.
- d) nicho ecológico.
- e) potencial biótico.

7. (Enem 2011) Segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2008, do Ministério das Minas e Energia, a matriz energética brasileira é composta por hidrelétrica (80%), termelétrica (19,9%) e eólica (0,1%). Nas termelétricas, esse percentual é dividido conforme o combustível usado, sendo: gás natural (6,6%), biomassa (5,3%), derivados de petróleo (3,3%), energia nuclear (3,1%) e carvão mineral (1,6%). Com a geração de eletricidade da biomassa, pode-se considerar que ocorre uma compensação do carbono liberado na queima do material vegetal pela absorção desse elemento no crescimento das plantas. Entretanto, estudos indicam que as emissões de metano das hidrelétricas podem ser comparáveis às emissões de das termelétricas.  $4 \text{ (CH)} \rightarrow 2 \text{ CO}$

MORET, A. S.; FERREIRA, I. A. As hidrelétricas do Rio Madeira e os impactos socioambientais da eletrificação no Brasil. *Revista Ciência Hoje*. V. 45, n° 265, 2009 (adaptado).

No Brasil, em termos do impacto das fontes de energia no crescimento do efeito estufa, quanto à emissão de gases, as hidrelétricas seriam consideradas como uma fonte

- a) limpa de energia, contribuindo para minimizar os efeitos deste fenômeno.
- b) eficaz de energia, tornando-se o percentual de oferta e os benefícios verificados.
- c) limpa de energia, não afetando ou alterando os níveis dos gases do efeito estufa.
- d) poluidora, colaborando com níveis altos de gases de efeito estufa em função de seu potencial de oferta.
- e) alternativa, tomando-se por referência a grande emissão de gases de efeito estufa das demais fontes geradoras.

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



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

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

- produtor e consumidor primário.
- consumidor primário e consumidor secundário.
- consumidor secundário e consumidor terciário.
- consumidor terciário e produtor.
- consumidor secundário e consumidor primário.

9. (Enem 2011) Diferente do que o senso comum acredita, as lagartas de borboletas não possuem voracidade generalizada. Um estudo mostrou que as borboletas de asas transparentes da família *Ithomiinae*, comuns na Floresta Amazônica e na Mata Atlântica, consomem, sobretudo, plantas da família *Solanaceae*, a mesma do tomate. Contudo, os ancestrais dessas borboletas consumiam espécies vegetais da família *Apocinaceae*, mas a quantidade dessas plantas parece não ter sido suficiente para garantir o suprimento alimentar dessas borboletas. Dessa forma, as solanáceas tornaram-se uma opção de alimento, pois são abundantes na Mata Atlântica e na Floresta Amazônica.

Cores ao vento. Genes e fósseis revelam origem e diversidade de borboletas sul-americanas. *Revista Pesquisa FAPESP*. N° 170, 2010 (adaptado).

Nesse texto, a ideia do senso comum é confrontada com os conhecimentos científicos, ao se entender que as larvas das borboletas *Ithomiinae* encontradas atualmente na Mata Atlântica e na Floresta Amazônica, apresentam

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

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

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

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

- comensalismo.
- inquilinismo.
- cooperação.
- predatismo.

e) mutualismo.

11. (Enem 2011) 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 de 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 para 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.

12. (Enem 2011) Os biocombustíveis de primeira geração são derivados da soja, milho e cana-de-açúcar e sua produção ocorre através da fermentação. Biocombustíveis derivados de material celulósico ou biocombustíveis de segunda geração — coloquialmente chamados de “gasolina de capim” — são aqueles produzidos a partir de resíduos de madeira (serragem, por exemplo), talos de milho, palha de trigo ou capim de crescimento rápido e se apresentam como uma alternativa para os problemas enfrentados pelos de primeira geração, já que as matérias-primas são baratas e abundantes.

DALE, B. E.; HUBER, G. W. Gasolina de capim e outros vegetais. *Scientific American Brasil*. Ago. 2009, nº 87 (adaptado).

O texto mostra um dos pontos de vista a respeito do uso dos biocombustíveis na atualidade, os quais

- a) são matrizes energéticas com menor carga de poluição para o ambiente e podem propiciar a geração de novos empregos, entretanto, para serem oferecidos com baixo custo, a tecnologia da degradação da celulose nos biocombustíveis de segunda geração deve ser extremamente eficiente.
- b) oferecem múltiplas dificuldades, pois a produção é de alto custo, sua implantação não gera empregos, e deve-se ter cuidado com o risco ambiental, pois eles oferecerem os mesmos riscos que o uso de combustíveis fósseis.
- c) sendo de segunda geração, são produzidos por uma tecnologia que acarreta problemas sociais, sobretudo decorrente do fato de a matéria-prima ser abundante e facilmente encontrada, o que impede a geração de novos empregos.
- d) sendo de primeira e segunda geração, são produzidos por tecnologias que devem passar por uma avaliação criteriosa quanto ao uso, pois uma enfrenta o problema da falta de espaço para plantio da matéria-prima e a outra impede a geração de novas fontes de emprego.
- e) podem acarretar sérios problemas econômicos e sociais, pois a substituição do uso de petróleo afeta negativamente toda uma cadeia produtiva na medida em que exclui diversas fontes de emprego nas refinarias, postos de gasolina e no transporte petróleo e gasolina.

13. (Enem 2011) Moradores sobreviventes da tragédia que destruiu aproximadamente 60 casas no Morro do Bumba, na Zona Norte de Niterói (RJ), ainda defendem a hipótese de o deslizamento ter sido causado por uma explosão provocada por gás metano, visto que esse local foi um lixão entre os anos 1960 e 1980.

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

O gás mencionado no texto é produzido

- a) como subproduto da respiração aeróbia bacteriana.
- b) pela degradação anaeróbia de matéria orgânica por bactérias.
- c) como produto da fotossíntese de organismos pluricelulares autotróficos.
- d) pela transformação química do gás carbônico em condições anaeróbias.
- e) pela conversão, por oxidação química, do gás carbônico sob condições aeróbias.

14. (Enem 2011)



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

Disponível em: [www.conpet.gov.br](http://www.conpet.gov.br). Acesso em: 22 jun. 2010.

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

- metano durante o processo de digestão.
- óxido nitroso durante o processo de ruminção.
- clorofluorcarbono durante o transporte de carne.
- óxido nitroso durante o processo respiratório.
- dióxido de enxofre durante o consumo de pastagens.

15. (Enem 2ª aplicação 2010) Um agricultor, buscando o aumento da produtividade de sua lavoura, utilizou o adubo NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) com alto teor de sais minerais. A irrigação dessa lavoura é feita por canais que são desviados de um rio que abastece os canais, devido à contaminação das águas pelo excesso de adubo usado pelo agricultor.

Que processo biológico pode ter sido provocado na água do rio pelo uso do adubo NPK?

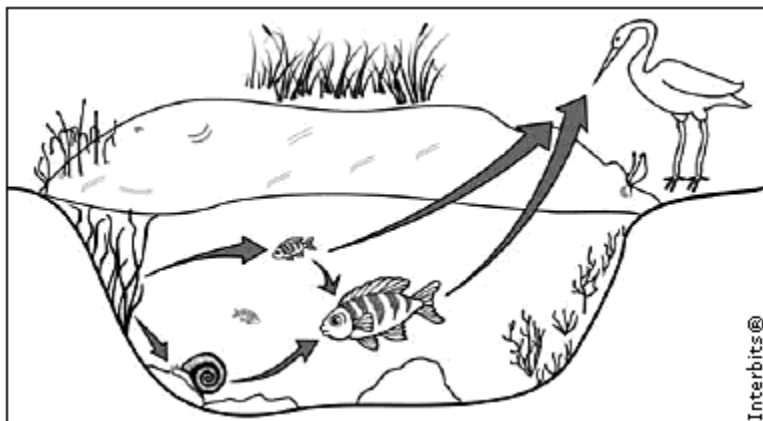
- Lixiviação, processo em que ocorre a lavagem do solo, que acaba disponibilizando os nutrientes para a água do rio.
- Acidificação, processo em que os sais, ao se dissolverem na água do rio, formam ácidos.
- Eutrofização, ocasionada pelo aumento do fósforo e nitrogênio dissolvidos na água, que resulta na proliferação do fitoplâncton.
- Aquecimento, decorrente do aumento de sais dissolvidos na água do rio, que eleva sua temperatura.
- Denitrificação, processo em que o excesso de nitrogênio que chega ao rio é disponibilizado para a atmosfera, prejudicando o desenvolvimento dos peixes.

16. (Enem 2010) O despejo de dejetos de esgotos domésticos e industriais vem causando sérios problemas aos rios brasileiros. Esses poluentes são ricos em substâncias que contribuem para a eutrofização de ecossistemas, que é um enriquecimento da água por nutrientes, o que provoca um grande crescimento bacteriano e, por fim, pode promover escassez de oxigênio.

Uma maneira de evitar a diminuição da concentração de oxigênio no ambiente é:

- Aquecer as águas dos rios para aumentar a velocidade de decomposição dos dejetos.
- Retirar do esgoto os materiais ricos em nutrientes para diminuir a sua concentração nos rios.
- Adicionar bactérias anaeróbicas às águas dos rios para que elas sobrevivam mesmo sem o oxigênio.
- Substituir produtos não degradáveis por biodegradáveis para que as bactérias possam utilizar os nutrientes.
- Aumentar a solubilidade dos dejetos no esgoto para que os nutrientes fiquem mais acessíveis às bactérias.

17. (Enem 2ª aplicação 2010) A figura representa uma cadeia alimentar em uma lagoa. As setas indicam o sentido do fluxo de energia entre os componentes dos níveis tróficos.



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

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

18. (Enem 2010) No ano de 2000, um vazamento em dutos de óleo na baía de Guanabara (RJ) causou um dos maiores acidentes ambientais do Brasil. Além de afetar a fauna e a flora, o acidente abalou o equilíbrio da cadeia alimentar de toda a baía. O petróleo forma uma película na superfície da água, o que prejudica as trocas gasosas da atmosfera com a água e desfavorece a realização de fotossíntese pelas algas, que estão na base da cadeia alimentar hídrica. Além disso, o derramamento de óleo contribuiu para o envenenamento das árvores e, conseqüentemente, para a intoxicação da fauna e flora aquáticas, bem como conduziu à morte diversas espécies de animais, entre outras formas de vida, afetando também a atividade pesqueira.

LAUBIER, L. Diversidade da Maré Negra. In: *Scientific American Brasil* 4(39), ago. 2005 (adaptado).

A situação exposta no texto e suas implicações

- indicam a independência da espécie humana com relação ao ambiente marinho.
- alertam para a necessidade do controle da poluição ambiental para redução do efeito estufa.
- ilustram a interdependência das diversas formas de vida (animal, vegetal e outras) e o seu habitat.
- indicam a alta resistência do meio ambiente à ação do homem, além de evidenciar a sua sustentabilidade mesmo em condições extremas de poluição.
- evidenciam a grande capacidade animal de se adaptar às mudanças ambientais, em contraste com a baixa capacidade das espécies vegetais, que estão na base da cadeia alimentar hídrica.

19. (Enem 2ª aplicação 2010) Os oceanos absorvem aproximadamente um terço das emissões de CO<sub>2</sub> procedentes de atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis e as queimadas. O CO<sub>2</sub> combina-se com as águas dos oceanos, provocando uma alteração importante em suas propriedades. Pesquisas com vários organismos marinhos revelam que essa alteração nos oceanos afeta uma série de processos biológicos necessários para o desenvolvimento e a sobrevivência de várias espécies da vida marinha.

A alteração a que se refere o texto diz respeito ao aumento

- da acidez das águas dos oceanos.
- do estoque de pescado nos oceanos.
- da temperatura média dos oceanos.

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

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

e) As plantas aquáticas, pois absorvem grande quantidade de mercúrio da água através de suas raízes e folhas.

18. (Enem 2010) No ano de 2000, um vazamento em dutos de óleo na baía de Guanabara (RJ) causou um dos maiores acidentes ambientais do Brasil. Além de afetar a fauna e a flora, o acidente abalou o equilíbrio da cadeia alimentar de toda a baía. O petróleo forma uma película na superfície da água, o que prejudica as trocas gasosas da atmosfera com a água e desfavorece a realização de fotossíntese pelas algas, que estão na base da cadeia alimentar hídrica. Além disso, o derramamento de óleo contribuiu para o envenenamento das árvores e, conseqüentemente, para a intoxicação da fauna e flora aquáticas, bem como conduziu à morte diversas espécies de animais, entre outras formas de vida, afetando também a atividade pesqueira. LAUBIER, L. Diversidade da Maré Negra. In: *Scientific American Brasil* 4(39), ago. 2005 (adaptado). A situação exposta no texto e suas implicações

- a) indicam a independência da espécie humana com relação ao ambiente marinho.
- b) alertam para a necessidade do controle da poluição ambiental para redução do efeito estufa.
- c) ilustram a interdependência das diversas formas de vida (animal, vegetal e outras) e o seu habitat.
- d) indicam a alta resistência do meio ambiente à ação do homem, além de evidenciar a sua sustentabilidade mesmo em condições extremas de poluição.
- e) evidenciam a grande capacidade animal de se adaptar às mudanças ambientais, em contraste com a baixa capacidade das espécies vegetais, que estão na base da cadeia alimentar hídrica.

19. (Enem 2ª aplicação 2010) Os oceanos absorvem aproximadamente um terço das emissões de CO<sub>2</sub> procedentes de atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis e as queimadas. O CO<sub>2</sub> combina-se com as águas dos oceanos, provocando uma alteração importante em suas propriedades. Pesquisas com vários organismos marinhos revelam que essa alteração nos oceanos afeta uma série de processos biológicos necessários para o desenvolvimento e a sobrevivência de várias espécies da vida marinha.

A alteração a que se refere o texto diz respeito ao aumento

- a) da acidez das águas dos oceanos.
- b) do estoque de pescado nos oceanos.
- c) da temperatura média dos oceanos.
- b) as geleiras aumentariam, acarretando alterações no relevo do continente e no nível do mar.
- c) o equilíbrio do clima do planeta seria re-estabelecido, uma vez que ele está em processo de aquecimento.
- d) do nível das águas dos oceanos.
- e) da salinização das águas dos oceanos.

20. (Enem 2ª aplicação 2010) A interferência do homem no meio ambiente tem feito com que espécies de seres vivos desapareçam muito mais rapidamente do que em épocas anteriores. Vários mecanismos de proteção ao planeta têm sido discutidos por cientistas, organizações e governantes. Entre esses mecanismos, destaca-se o acordado na Convenção sobre a Diversidade Biológica durante a Rio 92, que afirma que a nação tem direito sobre a variedade de vida contida no seu território e o dever de conservá-la, utilizando-se dela de forma sustentável.

A dificuldade encontrada pelo Brasil em seguir o acordo da Convenção sobre a Diversidade Biológica decorre, entre outros fatores, do fato de a

- a) extinção de várias espécies ter ocorrido em larga escala.
- b) alta biodiversidade no país impedir a sua conservação.
- c) utilização de espécies nativas de forma sustentável ser utópica.
- d) grande extensão de nosso território dificultar a sua fiscalização.
- e) classificação taxonômica de novas espécies ocorrer de forma lenta.

21. (Enem 2ª aplicação 2010) Os corais que formam o banco dos Abrolhos, na Bahia, podem estar extintos até 2050 devido a uma epidemia. Por exemplo, os corais-cérebro já tiveram cerca de 10% de sua população afetada pela praga-branca, a mais prevalente das seis doenças identificadas em Abrolhos, causada provavelmente por uma bactéria. Os cientistas atribuem a proliferação das patologias ao aquecimento global e à poluição marinha. O aquecimento global reduziria a imunidade dos corais ou estimularia os patógenos causadores desses males, trazendo novos agentes infecciosos.

FURTADO, F. Peste branca no mar. *Ciência hoje*. Rio de Janeiro, v. 42, n. 251, ago. 2008 (adaptado).

A fim de combater a praga-branca, a medida mais apropriada, segura e de efeitos mais duradouros seria

- a) aplicar antibióticos nas águas litorâneas de Abrolhos.

- b) substituir os aterros sanitários por centros de reciclagem de lixo.
- c) introduzir nas águas de Abrolhos espécies que se alimentem da bactéria causadora da doença.
- d) aumentar, mundialmente, o uso de transportes coletivos e diminuir a queima de derivados de petróleo.
- e) criar uma lei que proteja os corais, impedindo que mergulhadores e turistas se aproximem deles e os contaminem.

22. (Enem 2ª aplicação 2010) O aquecimento global, ocasionado pelo aumento do efeito estufa, tem como uma de suas causas a disponibilização acelerada de átomos de carbono para a atmosfera. Essa disponibilização acontece, por exemplo, na queima de combustíveis fósseis, como a gasolina, os óleos e o carvão, que libera o gás carbônico (CO<sub>2</sub>) para a atmosfera. Por outro lado, a produção de metano (CH<sub>4</sub>), outro gás causador do efeito estufa, está associada à pecuária e à degradação de matéria orgânica em aterros sanitários.

Apesar dos problemas causados pela disponibilização acelerada dos gases citados, eles são imprescindíveis à vida na Terra e importantes para a manutenção do equilíbrio ecológico, porque, por exemplo, o

- a) metano é fonte de carbono para os organismos fotossintetizantes.
- b) metano é fonte de hidrogênio para os organismos fotossintetizantes.
- c) gás carbônico é fonte de energia para os organismos fotossintetizantes.
- d) gás carbônico é fonte de carbono inorgânico para os organismos fotossintetizantes.
- e) gás carbônico é fonte de oxigênio molecular para os organismos heterotróficos aeróbios.

23. (Enem cancelado 2009) Confirmada pelos cientistas e já sentida pela população mundial, a mudança climática global é hoje o principal desafio socioambiental a ser enfrentado pela humanidade. Mudança climática é o nome que se dá ao conjunto de alterações nas condições do clima da Terra pelo acúmulo de seis tipos de gases na atmosfera — sendo os principais o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e o metano (CH<sub>4</sub>) — emitidos em quantidade excessiva através da queima de combustíveis (petróleo e carvão) e do uso inadequado do solo.

SANTILLI, M. Mudança climática global. *Almanaque Brasil Socioambiental 2008*. São Paulo, 2007 (adaptado).

Suponha que, ao invés de superaquecimento, o planeta sofresse uma queda de temperatura, resfriando-se como numa era glacial, nesse caso

- a) a camada de geleiras, bem como o nível do mar, diminuiriam.
- b) as geleiras aumentariam, acarretando alterações no relevo do continente e no nível do mar.
- c) o equilíbrio do clima do planeta seria re-estabelecido, uma vez que ele está em processo de aquecimento.
- d) a fauna e a flora das regiões próximas ao círculo polar ártico e antártico nada sofreriam com a glaciação.
- e) os centros urbanos permaneceriam os mesmos, sem prejuízo à população humana e ao seu desenvolvimento.

24. (Enem 2009) O lixo orgânico de casa – constituído de restos de verduras, frutas, legumes, cascas de ovo, aparas de grama, entre outros –, se for depositado nos lixões, pode contribuir para o aparecimento de animais e de odores indesejáveis.

Entretanto, sua reciclagem gera um excelente adubo orgânico, que pode ser usado no cultivo de hortaliças, frutíferas e plantas ornamentais. A produção do adubo ou composto orgânico se dá por meio da compostagem, um processo simples que requer alguns cuidados especiais. O material que é acumulado diariamente em recipientes próprios deve ser revirado com auxílio de ferramentas adequadas, semanalmente, de forma a homogeneizá-lo. É preciso também umedecê-lo periodicamente. O material de restos de capina pode ser intercalado entre uma camada e outra de lixo da cozinha. Por meio desse método, o adubo orgânico estará pronto em aproximadamente dois a três meses.

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

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

- a) o processo de compostagem iria produzir intenso mau cheiro.
- b) o adubo formado seria pobre em matéria orgânica que não foi transformada em composto.
- c) a falta de água no composto vai impedir que microrganismos decomponham a matéria orgânica.

- d) a falta de água no composto iria elevar a temperatura da mistura, o que resultaria na perda de nutrientes essenciais.
- e) apenas microrganismos que independem de oxigênio poderiam agir sobre a matéria orgânica e transformá-la em adubo.

25. (Enem cancelado 2009) Na região semiárida do Nordeste brasileiro, mesmo nos anos mais secos, chove pelo menos 200 milímetros por ano. Durante a seca, muitas pessoas, em geral as mães de família, têm de caminhar várias horas em busca de água, utilizando açudes compartilhados com animais e frequentemente contaminados. Sem tratamento, essa água é fonte de diarreias, parasitas intestinais, e uma das responsáveis pela elevada mortalidade infantil da região. Os açudes secam com frequência, tornando necessário o abastecimento das populações por carros-pipa, uma alternativa cara e que não traz solução definitiva ao abastecimento de água.

OSAVA, M. Chuva de beber: Cisternas para 50 mil famílias. *Revista Eco21*, nº- 96, nov. 2004 (adaptado). Considerando o texto, a proposta mais eficaz para reduzir os impactos da falta de água na região seria

- a) subsidiar a venda de água mineral nos estabelecimentos comerciais.
- b) distribuir gratuitamente remédios contra parasitas e outras moléstias intestinais.
- c) desenvolver carros-pipa maiores e mais econômicos, de forma a baratear o custo da água transportada.
- d) captar água de chuva em cisternas, permitindo seu adequado tratamento e armazenamento para consumo.
- e) promover a migração das famílias mais necessitadas para as regiões Sudeste e Sul, onde as chuvas são abundantes.

26. (Enem cancelado 2009) Suponha que o chefe do departamento de administração de uma empresa tenha feito um discurso defendendo a ideia de que os funcionários deveriam cuidar do meio ambiente no espaço da empresa. Um dos funcionários levantou-se e comentou que o conceito de meio ambiente não era claro o suficiente para se falar sobre esse assunto naquele lugar.

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

- a) Região que inclui somente cachoeiras, mananciais e florestas.
- b) Apenas locais onde é possível o contato direto com a natureza.
- c) Locais que servem como áreas de proteção onde fatores bióticos são preservados.
- d) Apenas os grandes biomas, por exemplo, Mata Atlântica, Mata Amazônica, Cerrado e Caatinga.
- e) Qualquer local em que haja relação entre fatores bióticos e abióticos, seja ele natural ou urbano.

27. (Enem cancelado 2009)	QUALIDADE	ÍNDICE	POLUENTE	
Parque D. Pedro II	BOA	6	MP <sub>10</sub>	
São Caetano do Sul	REGULAR	60	NO <sub>2</sub>	
Congonhas	BOA	15	MP <sub>10</sub>	
Osasco	INADEQUADA	175	CO	
Pinheiros	MÁ	283	SO <sub>2</sub>	
<p>MP<sub>10</sub> — partículas inaláveis: aquelas cujo diâmetro aerodinâmico é menor que 10 µm.</p> <p>CO — monóxido de carbono: gás incolor e inodoro que resulta da queima incompleta de combustíveis de origem orgânica (combustíveis fósseis, biomassa etc.). Emitido principalmente por veículos automotores.</p> <p>NO<sub>2</sub> — dióxido de nitrogênio: formado principalmente nos processos de combustão de veículos automotores. Dependendo das concentrações, o NO<sub>2</sub> pode causar prejuízos à saúde.</p> <p>SO<sub>2</sub> — dióxido de enxofre: resulta principalmente da queima de combustíveis que contêm enxofre, como óleo diesel. Pode reagir com outras substâncias presentes no ar, formando partículas à base de sulfato responsáveis pela redução da visibilidade na atmosfera.</p>				
0-50	51-100	101-199	200-299	> 299
BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ	PÉSSIMA
<p>Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB. Padrões, índices. <a href="http://www.cetesb.sp.gov.br">http://www.cetesb.sp.gov.br</a>. Acesso em: 22 jun. 2008.</p>				

A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) divulga continuamente dados referentes à qualidade do ar na região metropolitana de São Paulo. A tabela apresentada corresponde a dados hipotéticos que poderiam ter sido obtidos pela CETESB em determinado dia. Se esses dados fossem verídicos, então, seria mais provável encontrar problemas de visibilidade

- no Parque Dom Pedro II.
- em São Caetano do Sul.
- em Congonhas.
- em Osasco.
- em Pinheiros.

28. (Enem 2009) O cultivo de camarões de água salgada vem se desenvolvendo muito nos últimos anos na região Nordeste do Brasil e, em algumas localidades, passou a ser a principal atividade econômica. Uma das grandes preocupações dos impactos negativos dessa atividade está relacionada à descarga, sem nenhum tipo de tratamento, dos efluentes dos viveiros diretamente no ambiente marinho, em estuários ou em manguezais. Esses efluentes possuem matéria orgânica particulada e dissolvida, amônia, nitrito, nitrato, fosfatos, partículas de sólidos em suspensão e outras substâncias que podem ser consideradas contaminantes potenciais.

CASTRO, C. B.; ARAGÃO, J. S.; COSTA-LOTUFO, L. V. *Monitoramento da toxicidade de efluentes de uma fazenda de cultivo de camarão marinho*. Anais do IX Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia, 2006 (adaptado).

Suponha que tenha sido construída uma fazenda de carcinicultura próximo a um manguezal. Entre as perturbações ambientais causadas pela fazenda, espera-se que

- a atividade microbiana se torne responsável pela reciclagem do fósforo orgânico excedente no ambiente marinho.
- a relativa instabilidade das condições marinhas torne as alterações de fatores físico-químicos pouco críticas à vida no mar.

- c) a amônia excedente seja convertida em nitrito, por meio do processo de nitrificação, e em nitrato, formado como produto intermediário desse processo.
- d) os efluentes promovam o crescimento excessivo de plantas aquáticas devido à alta diversidade de espécies vegetais permanentes no manguezal.
- e) o impedimento da penetração da luz pelas partículas em suspensão venha a comprometer a produtividade primária do ambiente marinho, que resulta da atividade metabólica do fitoplâncton.

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

MELO, A. *Como funciona uma sociedade de formigas?* Disponível em: <http://www.cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 21 fev. 2009 (adaptado).

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

- a) a divisão de tarefas entre as formigas e a organização funcional da colônia.
- b) o fato de as formigas machos serem provenientes de óvulos não fertilizados.
- c) a alta taxa de mortalidade das formigas solitárias ou das que se afastam da colônia.
- d) a existência de patrulheiras, que protegem o formigueiro do ataque de herbívoros.
- e) o fato de as rainhas serem fecundadas antes do estabelecimento de um novo formigueiro.

30. (Enem 2009) Uma pesquisadora deseja reflorestar uma área de mata ciliar quase que totalmente desmatada. Essa formação vegetal é um tipo de floresta muito comum nas margens de rios dos cerrados no Brasil central e, em seu clímax, possui vegetação arbórea perene e apresenta dossel fechado, com pouca incidência luminosa no solo e nas plântulas. Sabe-se que a incidência de luz, a disponibilidade de nutrientes e a umidade do solo são os principais fatores do meio ambiente físico que influenciam no desenvolvimento da planta. Para testar unicamente os efeitos da variação de luz, a pesquisadora analisou, em casas de vegetação com condições controladas, o desenvolvimento de plantas de 10 espécies nativas da região desmatada sob quatro condições de luminosidade: uma sob sol pleno e as demais em diferentes níveis de sombreamento. Para cada tratamento experimental, a pesquisadora relatou se o desenvolvimento da planta foi **bom**, **razoável** ou **ruim**, de acordo com critérios específicos. Os resultados obtidos foram os seguintes:

Espécie	Condição de Luminosidade			
	Sol pleno	Sombreamento		
		30%	50%	90%
1	Razoável	Bom	Razoável	Ruim
2	Bom	Razoável	Ruim	Ruim
3	Bom	Bom	Razoável	Ruim
4	Bom	Bom	Bom	Bom
5	Bom	Razoável	Ruim	Ruim
6	Ruim	Razoável	Bom	Bom
7	Ruim	Ruim	Ruim	Razoável
8	Ruim	Ruim	Razoável	Ruim
9	Ruim	Razoável	Bom	Bom

Para o reflorestamento da região desmatada,

- a) a espécie 8 é mais indicada que a 1, uma vez que aquela possui melhor adaptação a regiões com maior incidência de luz.
- b) recomenda-se a utilização de espécies pioneiras, isto é, aquelas que suportam alta incidência de luz, como as espécies 2, 3 e 5.
- c) sugere-se o uso de espécies exóticas, pois somente essas podem suportar a alta incidência luminosa característica de regiões desmatadas.
- d) espécies de comunidade clímax, como as 4 e 7, são as mais indicadas, uma vez que possuem boa capacidade de aclimação a diferentes ambientes.
- e) é recomendado o uso de espécies com melhor desenvolvimento à sombra, como as plantas das espécies 4, 6, 7, 9 e 10, pois essa floresta, mesmo no estágio de degradação referido, possui dossel fechado, o que impede a entrada de luz.

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

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

GOMES, A. C. Biotecnologia ajuda na conservação do ambiente. *Revista Eletrônica Vox Scientia*. Ano V, nº 28. São Paulo: Núcleo de Divulgação Científica José Gomes.

Acesso em: 30 abr. 2009 (adaptado).

A nova tecnologia, apresentada no texto, tem como consequência,

- a) a diminuição da matéria orgânica nos aterros e do mau cheiro nos lixões.
- b) a ampliação do uso de recursos não renováveis, especialmente, os plásticos.
- c) a diminuição do metabolismo de bactérias decompositoras presentes nos solos.
- d) a substituição de recursos não renováveis por renováveis para fabricar plásticos.
- e) o lançamento no meio ambiente de produtos plásticos inertes em relação ao ciclo da matéria.

32. (Enem cancelado 2009) Nas últimas décadas os ecossistemas aquáticos têm sido alterados de maneira significativa em função de atividades antrópicas, tais como mineração, construção de barragens, desvio do curso natural de rios, lançamento de efluentes domésticos e industriais não tratados, desmatamento e uso inadequado do solo próximo aos leitos, superexploração dos recursos pesqueiros, introdução de espécies exóticas, entre outros. Como consequência, tem-se observado expressiva queda da qualidade da água e perda da biodiversidade aquática, em função da desestruturação dos ambientes físico, químico e biológico. A avaliação de impactos ambientais nesses ecossistemas tem sido realizada através da medição de alterações nas concentrações de variáveis físicas e químicas da água. Este sistema de monitoramento, juntamente com a avaliação de variáveis biológicas, é fundamental para a classificação de rios e córregos em classes de qualidade de água e padrões de potabilidade e balneabilidade humanas.

DAVE, M.; GOULART, C.; CALLISTO, M. *Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudo de impacto ambiental*. Disponível em: <http://www.icb.ufmg.br>. Acesso em: 9 jan. 2009 (adaptado).

Se um pesquisador pretende avaliar variáveis biológicas de determinado manancial, deve escolher os testes de

- a) teor de oxigênio dissolvido e de temperatura e turbidez da água.
- b) teor de nitrogênio amoniacal e de temperatura e turbidez da água.
- c) densidade populacional de cianobactérias e de invertebrados bentônicos.
- d) densidade populacional de cianobactérias e do teor de alumínio dissolvido.
- e) teor de nitrogênio amoniacal e de densidade populacional de invertebrados bentônicos.

33. (Enem cancelado 2009) O mar de Aral, um lago de água salgada localizado em área da antiga União Soviética, tem sido explorado por um projeto de transferência de água em larga escala desde 1960. Por meio de um canal com mais de 1.300 km, enormes quantidades de água foram desviadas do lago para a irrigação de plantações de arroz e algodão. Aliado às altas taxas de evaporação e às fortes secas da região, o projeto causou um grande desastre ecológico e econômico, e trouxe muitos problemas de saúde para a população. A salinidade do lago triplicou, sua área superficial diminuiu 58% e seu volume, 83%. Cerca de 85% das áreas úmidas da região foram eliminadas e quase metade das espécies locais de aves e mamíferos desapareceu. Além disso, uma grande área, que antes era o fundo do lago, foi transformada em um deserto coberto de sal branco e brilhante, visível em imagens de satélite.

MILLER, JR., G. T. *Ciência Ambiental*. São Paulo: Editora Thomson, 2007 (adaptado).

Suponha que tenha sido observada, em uma vila rural localizada a 100 km de distância do mar de Aral, alguns anos depois da implantação do projeto descrito, significativa diminuição na produtividade das lavouras, aumento da salinidade das águas e problemas de saúde em sua população. Esses sintomas podem ser efeito

- a) da perda da biodiversidade da região.
- b) da seca dos rios da região sob a influência do projeto.
- c) da perda de áreas úmidas nos arredores do mar de Aral.
- d) do sal trazido pelo vento, do mar de Aral para a vila rural.
- e) dos herbicidas utilizados nas lavouras de arroz e algodão do projeto.

34. (Enem cancelado 2009) Nos últimos 60 anos, a população mundial duplicou, enquanto o consumo de água foi multiplicado por sete. Da água existente no planeta, 97% são de água salgada (mares e oceanos), 2% formam geleiras inacessíveis e apenas 1% corresponde à água doce, armazenada em lençóis subterrâneos, rios e lagos. A poluição pela descarga de resíduos municipais e industriais, combinada com a exploração excessiva dos recursos hídricos disponíveis, ameaça o meio ambiente, comprometendo a disponibilidade de água doce para o abastecimento das populações humanas. Se esse ritmo se mantiver, em alguns anos a água potável tornar-se-á um bem extremamente raro e caro.

MORAES, D. S. L.; JORDAO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. *Saúde Pública*, São Paulo, v. 36, nº. 3, Jun. 2002 (adaptado).

Considerando o texto, uma proposta viável para conservar o meio ambiente e a água doce seria

- fazer uso exclusivo da água subterrânea, pois ela pouco interfere na quantidade de água dos rios.
- desviar a água dos mares para os rios e lagos, de maneira a aumentar o volume de água doce nos pontos de captação.
- promover a adaptação das populações humanas ao consumo de água do mar, diminuindo assim a demanda sobre a água doce.
- reduzir a poluição e a exploração dos recursos naturais, otimizar o uso da água potável e aumentar a captação da água da chuva.
- realizar a descarga dos resíduos municipais e industriais diretamente nos mares, de maneira a não afetar a água doce disponível.

35. (Enem cancelado 2009) Metade do volume de óleo de cozinha consumido anualmente no Brasil, cerca de dois bilhões de litros, é jogada incorretamente em ralos, pias e bueiros. Estima-se que cada litro de óleo descartado polua milhares de litros de água. O óleo no esgoto tende a criar uma barreira que impede a passagem da água, causa entupimentos e, conseqüentemente, enchentes. Além disso, ao contaminar os mananciais, resulta na mortandade de peixes. A reciclagem do óleo de cozinha, além de necessária, tem mercado na produção de biodiesel. Há uma demanda atual de 1,2 bilhões de litros de biodiesel no Brasil. Se houver planejamento na coleta, transporte e produção, estima-se que se possa pagar até R\$ 1,00 por litro de óleo a ser reciclado.

*“Programa mostra caminho para uso do óleo de fritura na produção de biodiesel”.*

Disponível em: <http://www.nutrinews.com.br>. Acesso em: 14 fev. 2009.

De acordo com o texto, o destino inadequado do óleo de cozinha traz diversos problemas. Com o objetivo de contribuir para resolver esses problemas, deve-se

- utilizar o óleo para a produção de biocombustíveis, como etanol.
- coletar o óleo devidamente e transportá-lo às empresas de produção de biodiesel.
- limpar periodicamente os esgotos das cidades para evitar entupimentos e enchentes.
- utilizar o óleo como alimento para os peixes, uma vez que preserva seu valor nutritivo após o descarte.
- descartar o óleo diretamente em ralos, pias e bueiros, sem tratamento prévio com agentes dispersantes.

36. (Enem 2008) Um jornal de circulação nacional publicou a seguinte notícia:

Choveu torrencialmente na madrugada de ontem em Roraima, horas depois de os pajés caiapós Mantii e Kucrit, levados de Mato Grosso pela FUNAI, terem participado do ritual da dança da chuva, em Boa Vista. A chuva durou três horas em todo o estado e as previsões indicam que continuará pelo menos até amanhã. Com isso, será possível acabar de vez com o incêndio que ontem completou 63 dias e devastou parte das florestas do estado.

*Jornal do Brasil* abril/1998 (com adaptações).

Considerando a situação descrita, avalie as afirmativas seguintes.

- No ritual indígena, a dança da chuva, mais que constituir uma manifestação artística, tem a função de intervir no ciclo da água.
  - A existência da dança da chuva em algumas culturas está relacionada à importância do ciclo da água para a vida.
  - Uma das informações do texto pode ser expressa em linguagem científica da seguinte forma: a dança da chuva seria efetiva se provocasse a precipitação das gotículas de água das nuvens.
- É correto o que se afirma em

- I, apenas.
- III, apenas.
- I e II, apenas.
- II e III, apenas.
- I, II e III.

37. (Enem 2008) Os ingredientes que compõem uma gotícula de nuvem são o vapor de água e um núcleo de condensação de nuvens (NCN). Em torno desse núcleo, que consiste em uma minúscula partícula em suspensão no ar, o vapor de água se condensa, formando uma gotícula microscópica, que, devido a uma série de processos físicos, cresce até precipitar-se como chuva.

Na floresta Amazônica, a principal fonte natural de NCN é a própria vegetação. As chuvas de nuvens baixas, na estação chuvosa, devolvem os NCNs, aerossóis, à superfície, praticamente no mesmo lugar em que foram gerados pela floresta. As nuvens altas são carregadas por ventos mais intensos, de altitude, e viajam centenas de quilômetros de seu local de origem, exportando as partículas contidas no interior das gotas de chuva. Na Amazônia, cuja taxa de precipitação é uma das mais altas do mundo, o ciclo de evaporação e precipitação natural é altamente eficiente.

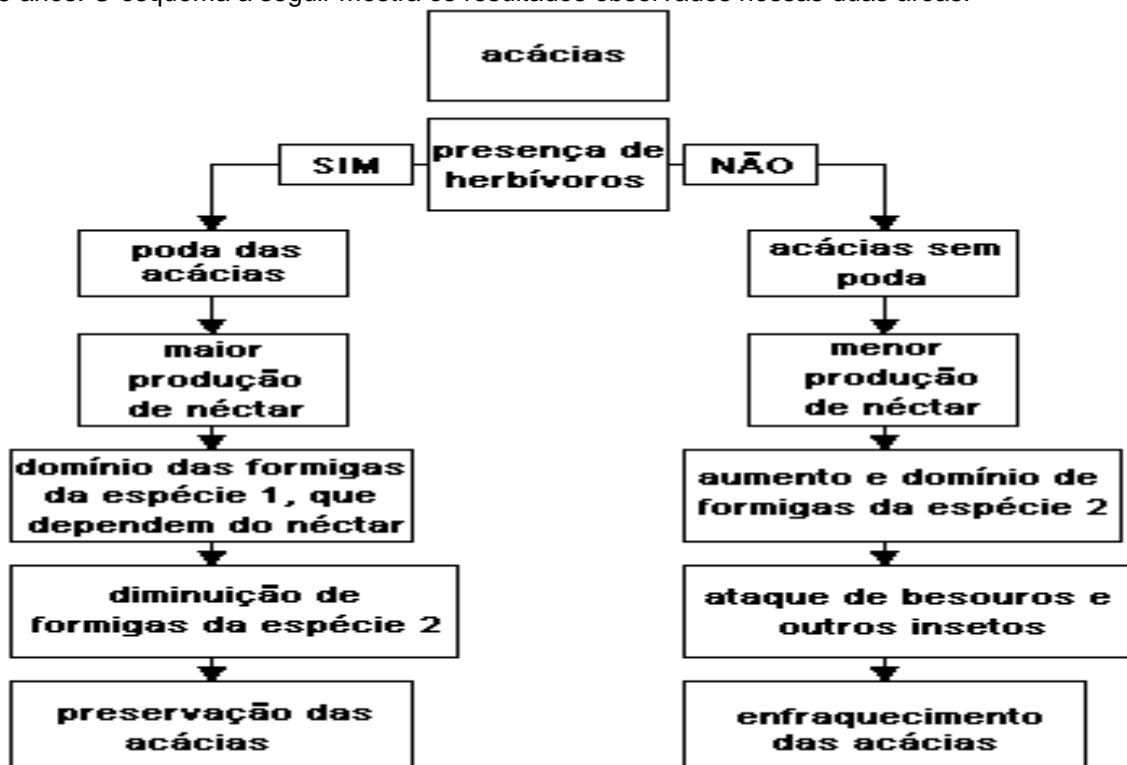
Com a chegada, em larga escala, dos seres humanos à Amazônia, ao longo dos últimos 30 anos, parte dos ciclos naturais está sendo alterada. As emissões de poluentes atmosféricos pelas queimadas, na época da seca, modificam as características físicas e químicas da atmosfera amazônica, provocando o seu aquecimento, com modificação do perfil natural da variação da temperatura com a altura, o que torna mais difícil a formação de nuvens.

Paulo Artaxo et al. O mecanismo da floresta para fazer chover. *In: Scientific American Brasil*, ano 1, nº. 11, abr./2003, p. 38-45 (com adaptações).

Na Amazônia, o ciclo hidrológico depende fundamentalmente

- da produção de CO<sub>2</sub> oriundo da respiração das árvores.
- da evaporação, da transpiração e da liberação de aerossóis que atuam como NCNs.
- das queimadas, que produzem gotículas microscópicas de água, as quais crescem até se precipitarem como chuva.
- das nuvens de maior altitude, que trazem para a floresta NCNs produzidos a centenas de quilômetros de seu local de origem.
- da intervenção humana, mediante ações que modificam as características físicas e químicas da atmosfera da região.

38. (Enem 2008) Um grupo de ecólogos esperava encontrar aumento de tamanho das acácias, árvores preferidas de grandes mamíferos herbívoros africanos, como girafas e elefantes, já que a área estudada era cercada para evitar a entrada desses herbívoros. Para espanto dos cientistas, as acácias pareciam menos viçosas, o que os levou a compará-las com outras de duas áreas de savana: uma área na qual os herbívoros circulam livremente e fazem podas regulares nas acácias, e outra de onde eles foram retirados há 15 anos. O esquema a seguir mostra os resultados observados nessas duas áreas.



Internet: <cienciahoje.uol.com.br> (com adaptações).

De acordo com as informações acima,

- a) a presença de populações de grandes mamíferos herbívoros provoca o declínio das acácias.
- b) os hábitos de alimentação constituem um padrão de comportamento que os herbívoros aprendem pelo uso, mas que esquecem pelo desuso.
- c) as formigas da espécie 1 e as acácias mantêm uma relação benéfica para ambas.
- d) os besouros e as formigas da espécie 2 contribuem para a sobrevivência das acácias.
- e) a relação entre os animais herbívoros, as formigas e as acácias é a mesma que ocorre entre qualquer predador e sua presa.

39. (Enem 2008) Usada para dar estabilidade aos navios, a água de lastro acarreta grave problema ambiental: ela introduz, indevidamente, no país, espécies indesejáveis do ponto de vista ecológico e sanitário, a exemplo do mexilhão dourado, molusco originário da China. Trazido para o Brasil pelos navios mercantes, o mexilhão dourado foi encontrado na bacia Paraná-Paraguai em 1991. A disseminação desse molusco e a ausência de predadores para conter o crescimento da população de moluscos causaram vários problemas, como o que ocorreu na hidrelétrica de Itaipu, onde o mexilhão alterou a rotina de manutenção das turbinas, acarretando prejuízo de US\$ 1 milhão por dia, devido à paralisação do sistema. Uma das estratégias utilizadas para diminuir o problema é acrescentar gás cloro à água, o que reduz em cerca de 50% a taxa de reprodução da espécie.

(GTÁGUAS, MPF, 4a CCR, ano 1, n0. 2, maio/2007, com adaptações.)

De acordo com as informações do texto, o despejo da água de lastro

- a) é ambientalmente benéfico por contribuir para a seleção natural das espécies e, conseqüentemente, para a evolução delas.
- b) trouxe da China um molusco, que passou a compor a flora aquática nativa do lago da hidrelétrica de Itaipu.
- c) causou, na usina de Itaipu, por meio do microrganismo invasor, uma redução do suprimento de água para as turbinas.
- d) introduziu uma espécie exógena na bacia Paraná-Paraguai, que se disseminou até ser controlada por seus predadores naturais.
- e) motivou a utilização de um agente químico na água como uma das estratégias para diminuir a reprodução do mexilhão dourado.

40. (Enem 2008) Um estudo recente feito no Pantanal dá uma boa ideia de como o equilíbrio entre as espécies, na natureza, é um verdadeiro quebra-cabeça. As peças do quebra-cabeça são o tucano-toco, a arara-azul e o manduvi. O tucano-toco é o único pássaro que consegue abrir o fruto e engolir a semente do manduvi sendo, assim, o principal dispersor de suas sementes. O manduvi, por sua vez, é uma das poucas árvores onde as araras-azuis fazem seus ninhos.

Até aqui, tudo parece bem encaixado, mas... é justamente o tucano-toco o maior predador de ovos de arara-azul - mais da metade dos ovos das araras são predados pelos tucanos. Então, ficamos na seguinte encruzilhada: se não há tucanos-toco, os manduvis se extinguem, pois não há dispersão de suas sementes e não surgem novos manduvinhos, e isso afeta as araras-azuis, que não têm onde fazer seus ninhos. Se, por outro lado, há muitos tucanos-toco, eles dispersam as sementes dos manduvis, e as araras-azuis têm muito lugar para fazer seus ninhos, mas seus ovos são muito predados.

Internet: <<http://oglobo.globo.com>> (com adaptações)

De acordo com a situação descrita

- a) o manduvi depende diretamente tanto do tucano-toco como da arara-azul para sua sobrevivência.
- b) o tucano-toco, depois de engolir sementes de manduvi, digere-as e torna-as inviáveis.
- c) a conservação da arara-azul exige a redução da população de manduvis e o aumento da população de tucanos-toco.
- d) a conservação das araras-azuis depende também da conservação dos tucanos-toco, apesar de estes serem predadores daquelas.
- e) a derrubada de manduvis em decorrência do desmatamento diminui a disponibilidade de locais para os tucanos fazerem seus ninhos.

41. (Enem 2007) Há diversas maneiras de o ser humano obter energia para seu próprio metabolismo utilizando energia armazenada na cana-de-açúcar. O esquema a seguir apresenta quatro alternativas dessa utilização.



A partir dessas informações, conclui-se que

- a alternativa 1 é a que envolve maior diversidade de atividades econômicas.
- a alternativa 2 é a que provoca maior emissão de gás carbônico para a atmosfera.
- as alternativas 3 e 4 são as que requerem menor conhecimento tecnológico.
- todas as alternativas requerem trabalho humano para a obtenção de energia.
- todas as alternativas ilustram o consumo direto, pelo ser humano, da energia armazenada na cana.

42. (Enem 2007) Nos últimos 50 anos, as temperaturas de inverno na península antártica subiram quase 6 °C. Ao contrário do esperado, o aquecimento tem aumentado a precipitação de neve. Isso ocorre porque o gelo marinho, que forma um manto impermeável sobre o oceano, está derretendo devido à elevação de temperatura, o que permite que mais umidade escape para a atmosfera. Essa umidade cai na forma de neve.

Logo depois de chegar a essa região, certa espécie de pinguins precisa de solos nus para construir seus ninhos de pedregulhos. Se a neve não derrete a tempo, eles põem seus ovos sobre ela. Quando a neve finalmente derrete, os ovos se encharcam de água e goram.

*Scientific American Brasil*, ano 2, n0. 21, 2004, p.80 (com adaptações).

A partir do texto, analise as seguintes afirmativas.

I - O aumento da temperatura global interfere no ciclo da água na península antártica.

II - O aquecimento global pode interferir no ciclo de vida de espécies típicas de região de clima polar.

III - A existência de água em estado sólido constitui fator crucial para a manutenção da vida em alguns biomas.

É correto o que se afirma

- apenas em I.
- apenas em II.
- apenas em I e II.
- apenas em II e III.
- em I, II e III.

43. (Enem 2007) Devido ao aquecimento global e à consequente diminuição da cobertura de gelo no Ártico, aumenta a distância que os ursos polares precisam nadar para encontrar alimentos. Apesar de exímios nadadores, eles acabam morrendo afogados devido ao cansaço.

A situação descrita acima

- enfoca o problema da interrupção da cadeia alimentar, o qual decorre das variações climáticas.
- alerta para prejuízos que o aquecimento global pode acarretar à biodiversidade no Ártico.
- ressalta que o aumento da temperatura decorrente de mudanças climáticas permite o surgimento de novas espécies.
- mostra a importância das características das zonas frias para a manutenção de outros biomas na Terra.
- evidencia a autonomia dos seres vivos em relação ao habitat, visto que eles se adaptam rapidamente às mudanças nas condições climáticas.

44. (Enem 2007) A figura a seguir é parte de uma campanha publicitária.



Com Ciência Ambiental, n. 10, abr./2007.

Essa campanha publicitária relaciona-se diretamente com a seguinte afirmativa:

- a) O comércio ilícito da fauna silvestre, atividade de grande impacto, é uma ameaça para a biodiversidade nacional.
- b) A manutenção do mico-leão-dourado em jaula é a medida que garante a preservação dessa espécie animal.
- c) O Brasil, primeiro país a eliminar o tráfico do mico-leão-dourado, garantiu a preservação dessa espécie.
- d) O aumento da biodiversidade em outros países depende do comércio ilegal da fauna silvestre brasileira.
- e) O tráfico de animais silvestres é benéfico para a preservação das espécies, pois garante-lhes a sobrevivência.

45. (Enem 2007) Se a exploração descontrolada e predatória verificada atualmente continuar por mais alguns anos, pode-se antecipar a extinção do mogno. Essa madeira já desapareceu de extensas áreas do Pará, de Mato Grosso, de Rondônia, e há indícios de que a diversidade e o número de indivíduos existentes podem não ser suficientes para garantir a sobrevivência da espécie em longo prazo. A diversidade é um elemento fundamental na sobrevivência de qualquer ser vivo. Sem ela, perde-se a capacidade de adaptação ao ambiente, que muda tanto por interferência humana como por causas naturais.

Com relação ao problema descrito no texto, é correto afirmar que

- a) a baixa adaptação do mogno ao ambiente amazônico é causa da extinção dessa madeira.
- b) a extração predatória do mogno pode reduzir o número de indivíduos dessa espécie e prejudicar sua diversidade genética.
- c) as causas naturais decorrentes das mudanças climáticas globais contribuem mais para a extinção do mogno que a interferência humana.
- d) a redução do número de árvores de mogno ocorre na mesma medida em que aumenta a diversidade biológica dessa madeira na região amazônica.
- e) o desinteresse do mercado madeireiro internacional pelo mogno contribuiu para a redução da exploração predatória dessa espécie.

46. (Enem 2006) À produção industrial de celulose e de papel estão associados alguns problemas ambientais. Um exemplo são os odores característicos dos compostos voláteis de enxofre (mercaptanas) que se formam durante a remoção da lignina da principal matéria-prima para a obtenção industrial das fibras celulósicas que formam o papel: a madeira. É nos estágios de branqueamento que se encontra um dos principais problemas ambientais causados pelas indústrias de celulose. Reagentes como cloro e hipoclorito de sódio reagem com a lignina residual, levando à formação de compostos organoclorados. Esses compostos, presentes na água industrial, despejada em grande quantidade nos rios pelas indústrias de papel, não são biodegradáveis e acumulam-se nos tecidos vegetais e animais, podendo levar a alterações genéticas.

Celênia P. Santos et al. Papel: como se fabrica? In: *Química nova na escola*. n0. 14, nov./2001, p. 3-7 (com adaptações).

Para se diminuïrem os problemas ambientais decorrentes da fabricação do papel, é recomendável

- a) a criação de legislação mais branda, a fim de favorecer a fabricação de papel biodegradável.

- b) a diminuição das áreas de reflorestamento, com o intuito de reduzir o volume de madeira utilizado na obtenção de fibras celulósicas.
- c) a distribuição de equipamentos de desodorização à população que vive nas adjacências de indústrias de produção de papel.
- d) o tratamento da água industrial, antes de retorná-la aos cursos d'água, com o objetivo de promover a degradação dos compostos orgânicos solúveis.
- e) o recolhimento, por parte das famílias que habitam as regiões circunvizinhas, dos resíduos sólidos gerados pela indústria de papel, em um processo de coleta seletiva de lixo.

47. (Enem 2006) Na região sul da Bahia, o cacau tem sido cultivado por meio de diferentes sistemas. Em um deles, o convencional, a primeira etapa de preparação do solo corresponde à retirada da mata e à queimada dos tocos e das raízes. Em seguida, para o plantio da quantidade máxima de cacau na área, os pés de cacau são plantados próximos uns dos outros. No cultivo pelo sistema chamado cabruca, os pés de cacau são abrigados entre as plantas de maior porte, em espaço aberto criado pela derrubada apenas das plantas de pequeno porte.

Os cacauzeiros dessa região têm sido atacados e devastados pelo fungo chamado vassoura-de-bruxa, que se reproduz em ambiente quente e úmido por meio de esporos que se espalham no meio aéreo.

As condições ambientais em que os pés de cacau são plantados e as condições de vida do fungo vassoura-de-bruxa, mencionadas anteriormente, permitem supor-se que sejam mais intensamente atacados por esse fungo os cacauzeiros plantados por meio do sistema

- a) convencional, pois os pés de cacau ficam mais expostos ao sol, o que facilita a reprodução do parasita.
- b) convencional, pois a proximidade entre os pés de cacau facilita a disseminação da doença.
- c) convencional, pois o calor das queimadas cria as condições ideais de reprodução do fungo.
- d) cabruca, pois os cacauzeiros não suportam a sombra e, portanto, terão seu crescimento prejudicado e adoecerão.
- e) cabruca, pois, na competição com outras espécies, os cacauzeiros ficam enfraquecidos e adoecem mais facilmente.

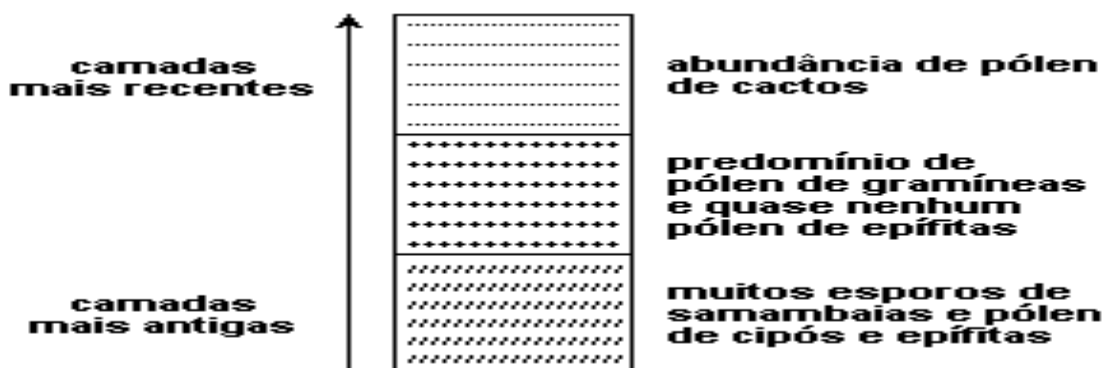
48. (Enem 2006) Quando um macho do besouro da cana localiza uma plantação de cana-de-açúcar, ele libera uma substância para que outros besouros também localizem essa plantação, o que causa sérios prejuízos ao agricultor. A substância liberada pelo besouro foi sintetizada em laboratório por um químico brasileiro. Com essa substância sintética, o agricultor pode fazer o feitiço virar contra o feiticeiro: usar a substância como isca e atrair os besouros para longe das plantações de cana.

Folha Ciência. In: *Folha de S. Paulo*, 25/5/2004 (com adaptações).

Assinale a opção que apresenta corretamente tanto a finalidade quanto a vantagem ambiental da utilização da substância sintética mencionada.

- a) Finalidade: eliminar os besouros; Vantagem: reduzir as espécies que se alimentam da cana-de-açúcar.
- b) Finalidade: afastar os predadores da plantação; Vantagem: reduzir a necessidade de uso de agrotóxicos.
- c) Finalidade: exterminar os besouros; Vantagem: eliminar o uso de agrotóxicos.
- d) Finalidade: dispersar os besouros; Vantagem: evitar a incidência de novas pragas.
- e) Finalidade: afastar os predadores da plantação; Vantagem: aumentar as resistências dos canaviais.

49. (Enem 2006) A análise de esporos de samambaias e de pólen fossilizados contidos em sedimentos pode fornecer pistas sobre as formações vegetais de outras épocas. No esquema a seguir, que ilustra a análise de uma amostra de camadas contínuas de sedimentos, as camadas mais antigas encontram-se mais distantes da superfície



Essa análise permite supor-se que o local em que foi colhida a amostra deve ter sido ocupado, sucessivamente, por

- a) floresta úmida, campos cerrados e caatinga.
- b) floresta úmida, floresta temperada e campos cerrados.
- c) campos cerrados, caatinga e floresta úmida.
- d) caatinga, floresta úmida e campos cerrados.
- e) campos cerrados, caatinga e floresta temperada.

50. (Enem 2006) A ocupação predatória associada à expansão da fronteira agropecuária e acelerada pelo plantio da soja tem deflagrado, com a perda da cobertura vegetal, a diminuição da biodiversidade, a erosão do solo, a escassez e a contaminação dos recursos hídricos no bioma cerrado.

Segundo ambientalistas, o cerrado brasileiro corre o risco de se transformar em um deserto.

A respeito desse assunto, analise as afirmações a seguir.

I. Considerando-se que, em 2006, restem apenas 25% da cobertura vegetal original do cerrado e que, desse percentual, 3% sejam derrubados a cada ano, estima-se que, em 2030, o cerrado brasileiro se transformará em deserto.

II. Sabe-se que a eventual extinção do bioma cerrado, dada a pobreza que o caracteriza, não causará impacto sistêmico no conjunto dos biomas brasileiros.

III. A substituição de agrotóxicos por bioinseticidas reduz a contaminação dos recursos hídricos no bioma cerrado.

É correto o que se afirma

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

51. (Enem 2006) A MONTANHA PULVERIZADA

Esta manhã acordo e não a encontro.

Britada em bilhões de lascas

deslizando em correia transportadora

entupindo 150 vagões

no trem-monstro de 5 locomotivas

- trem maior do mundo, tomem nota -

foge minha serra, vai

deixando no meu corpo a paisagem

mísero pó de ferro, e este não passa.

Carlos Drummond de Andrade. *Antologia poética*. Rio de Janeiro: Record, 2000.

A situação poeticamente descrita sinaliza, do ponto de vista ambiental, para a necessidade de

I. manter-se rigoroso controle sobre os processos de instalação de novas mineradoras.

II. criarem-se estratégias para reduzir o impacto ambiental no ambiente degradado.

III. reaproveitarem-se materiais, reduzindo-se a necessidade de extração de minérios.

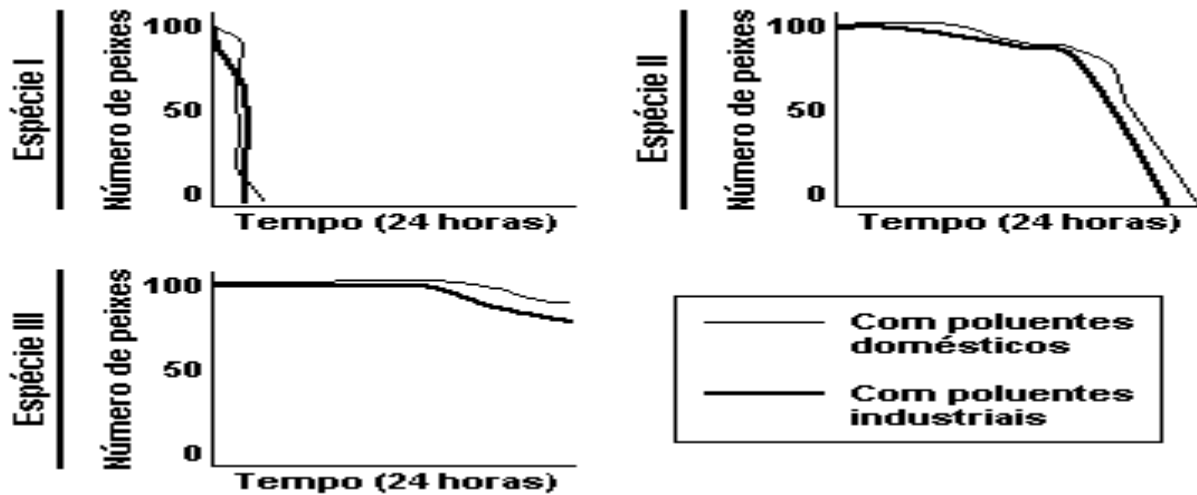
É correto o que se afirma

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

52. (Enem 2005) Quando um reservatório de água é agredido ambientalmente por poluição de origem doméstica ou industrial, uma rápida providência é fundamental para diminuir os danos ecológicos. Como o monitoramento constante dessas águas demanda aparelhos caros e testes demorados, cientistas têm se utilizado de biodetectores, como peixes que são colocados em gaiolas dentro da água, podendo ser observados periodicamente.

Para testar a resistência de três espécies de peixes, cientistas separaram dois grupos de cada espécie, cada um com cem peixes, totalizando seis grupos. Foi, então, adicionada a mesma quantidade de poluentes de origem doméstica e industrial, em separado. Durante o período de 24 horas, o número de indivíduos passou a ser contado de hora em hora.

Os resultados são apresentados a seguir.



Pelos resultados obtidos, a espécie de peixe mais indicada para ser utilizada como detectora de poluição, a fim de que sejam tomadas providências imediatas, seria

- a) a espécie I, pois sendo menos resistente à poluição, morreria mais rapidamente após a contaminação.
- b) a espécie II, pois sendo a mais resistente, haveria mais tempo para testes.
- c) a espécie III, pois como apresenta resistência diferente à poluição doméstica e industrial, propicia estudos posteriores.
- d) as espécies I e III juntas, pois tendo resistência semelhante em relação à poluição permitem comparar resultados.
- e) as espécies II e III juntas, pois como são pouco tolerantes à poluição, propiciam um rápido alerta.

53. (Enem 2005) Um estudo caracterizou 5 ambientes aquáticos, nomeados de A a E, em uma região, medindo parâmetros físico-químicos de cada um deles, incluindo o pH nos ambientes. O gráfico I representa os valores de pH dos 5 ambientes. Utilizando o gráfico II, que representa a distribuição estatística de espécies em diferentes faixas de pH, pode-se esperar um maior número de espécies no ambiente

Gráfico I

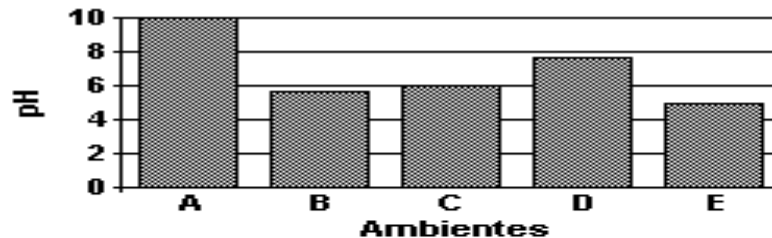
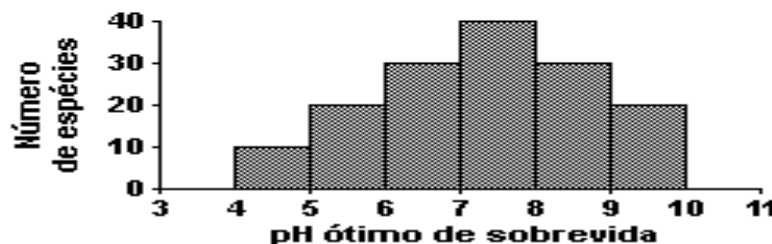


Gráfico II



- a) A.
- b) B.
- c) C.
- d) D.
- e) E.

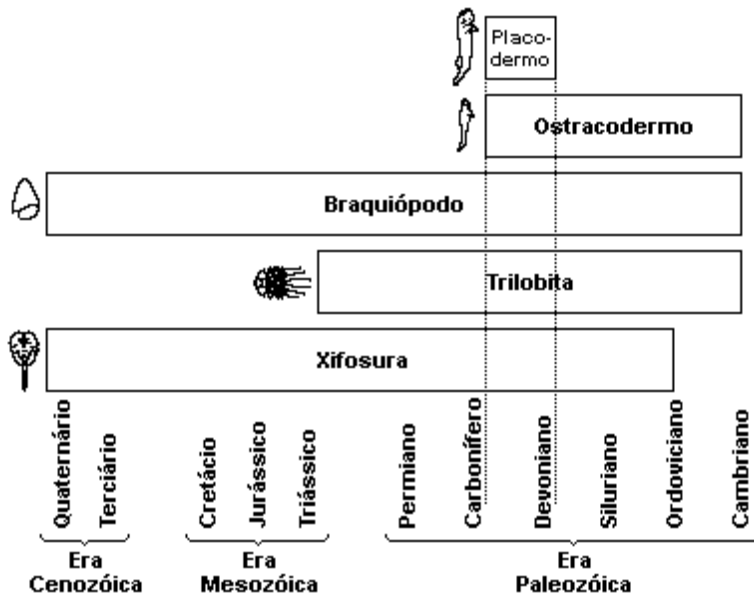
54. (Enem 2005) Há quatro séculos alguns animais domésticos foram introduzidos na Ilha da Trindade como "reserva de alimento". Porcos e cabras soltos davam boa carne aos navegantes de passagem, cansados de tanto peixe no cardápio. Entretanto, as cabras consumiram toda a vegetação rasteira e ainda comeram a casca dos arbustos sobreviventes. Os porcos revolveram raízes e a terra na busca de semente.

Depois de consumir todo o verde, de volta ao estado selvagem, os porcos passaram a devorar qualquer coisa: ovos de tartarugas, de aves marinhas, caranguejos e até cabritos pequenos. Com base nos fatos acima, pode-se afirmar que

- a introdução desses animais domésticos trouxe, com o passar dos anos, o equilíbrio ecológico.
- o ecossistema da Ilha da Trindade foi alterado, pois não houve uma interação equilibrada entre os seres vivos.
- a principal alteração do ecossistema foi a presença dos homens, pois animais nunca geram desequilíbrios no ecossistema.
- o desequilíbrio só apareceu quando os porcos começaram a comer os cabritos pequenos.
- o aumento da biodiversidade, em longo prazo, foi favorecido pela introdução de mais dois tipos de animais na ilha.

55. (Enem 2005) Uma expedição de paleontólogos descobre em um determinado extrato geológico marinho uma nova espécie de animal fossilizado. No mesmo extrato, foram encontrados artrópodes xifosuras e trilobitas, braquiópodos e peixes ostracodermos e placodermos.

O esquema a seguir representa os períodos geológicos em que esses grupos viveram.

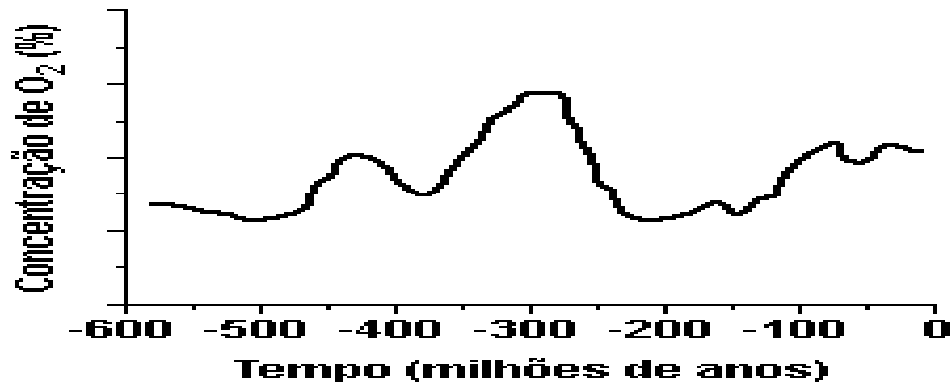


Observando esse esquema os paleontólogos concluíram que o período geológico em que haviam encontrado essa nova espécie era o Devoniano, tendo ela uma idade estimada entre 405 milhões e 345 milhões de anos.

Destes cinco grupos de animais que estavam associados à nova espécie, aquele que foi determinante para a definição do período geológico em que ela foi encontrada é

- xifosura, grupo muito antigo, associado a outros animais.
- trilobita, grupo típico da era Paleozoica.
- braquiópodo, grupo de maior distribuição geológica.
- ostracodermo, grupo de peixes que só aparece até o Devoniano.
- placodermo, grupo que só existiu no Devoniano.

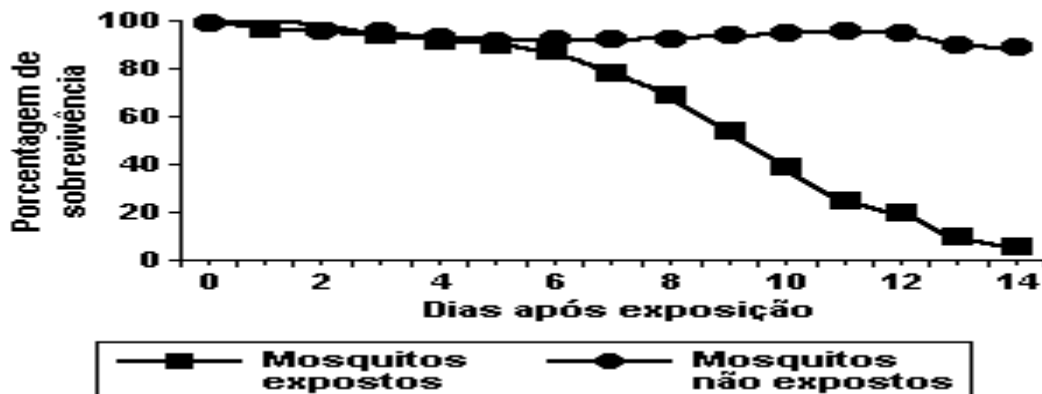
56. (Enem 2005) Pesquisas recentes estimam o seguinte perfil da concentração de oxigênio (O<sub>2</sub>) atmosférico ao longo da história evolutiva da Terra:



No período Carbonífero entre aproximadamente 350 e 300 milhões de anos, houve uma ampla ocorrência de animais gigantes, como por exemplo insetos voadores de 45 centímetros e anfíbios de até 2 metros de comprimento. No entanto, grande parte da vida na Terra foi extinta há cerca de 250 milhões de anos, durante o período Permiano. Sabendo-se que o  $O_2$  é um gás extremamente importante para os processos de obtenção de energia em sistemas biológicos, conclui-se que

- a concentração de nitrogênio atmosférico se manteve constante nos últimos 400 milhões de anos, possibilitando o surgimento de animais gigantes.
- a produção de energia dos organismos fotossintéticos causou a extinção em massa no período Permiano por aumentar a concentração de oxigênio atmosférico.
- o surgimento de animais gigantes pode ser explicado pelo aumento de concentração de oxigênio atmosférico, o que possibilitou uma maior absorção de oxigênio por esses animais.
- o aumento da concentração de gás carbônico ( $CO_2$ ) atmosférico no período Carbonífero causou mutações que permitiram o aparecimento de animais gigantes.
- a redução da concentração de oxigênio atmosférico no período Permiano permitiu um aumento da biodiversidade terrestre por meio da indução de processos de obtenção de energia.

57. (Enem 2005) Foram publicados recentemente trabalhos relatando o uso de fungos como controle biológico de mosquitos transmissores da malária. Observou-se o percentual de sobrevivência dos mosquitos *Anopheles sp.* Após exposição ou não a superfícies cobertas com fungos sabidamente pesticidas, ao longo de duas semanas. Os dados obtidos estão presentes no gráfico a seguir.



No grupo exposto aos fungos, o período em que houve 50% de sobrevivência ocorreu entre os dias

- 2 e 4.
- 4 e 6.
- 6 e 8.
- 8 e 10.
- 10 e 12.

58. (Enem 2005) A atividade pesqueira é antes de tudo extrativista, o que causa impactos ambientais. Muitas espécies já apresentam sério comprometimento em seus estoques e, para diminuir esse impacto, várias espécies vêm sendo cultivadas. No Brasil, o cultivo de algas, mexilhões, ostras, peixes e camarões vem sendo realizado há alguns anos, com grande sucesso, graças ao estudo minucioso da biologia dessas espécies.



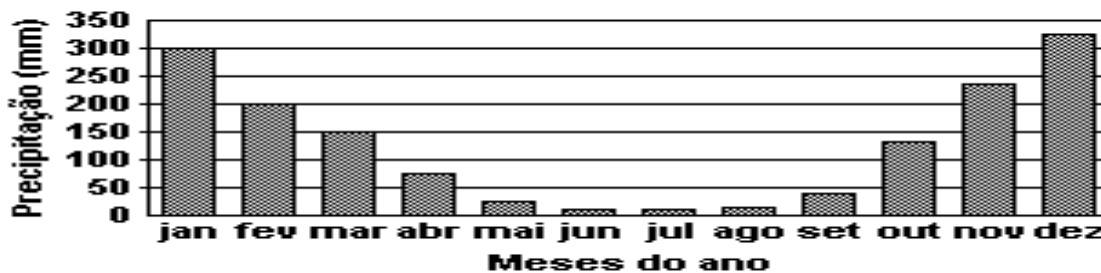
**Algumas das fases larvárias de crustáceos.**

Os crustáceos decápodes, por exemplo, apresentam durante seu desenvolvimento larvário, várias etapas com mudança radical de sua forma. Não só a sua forma muda, mas também a sua alimentação e habitat. Isso faz com que os criadores estejam atentos a essas mudanças, porque a alimentação ministrada tem de mudar a cada fase.

Se para o criador, essas mudanças são um problema para a espécie em questão, essa metamorfose apresenta uma vantagem importante para sua sobrevivência, pois

- a) aumenta a predação entre os indivíduos.
- b) aumenta o ritmo de crescimento.
- c) diminui a competição entre os indivíduos da mesma espécie.
- d) diminui a quantidade de nichos ecológicos ocupados pela espécie.
- e) mantém a uniformidade da espécie.

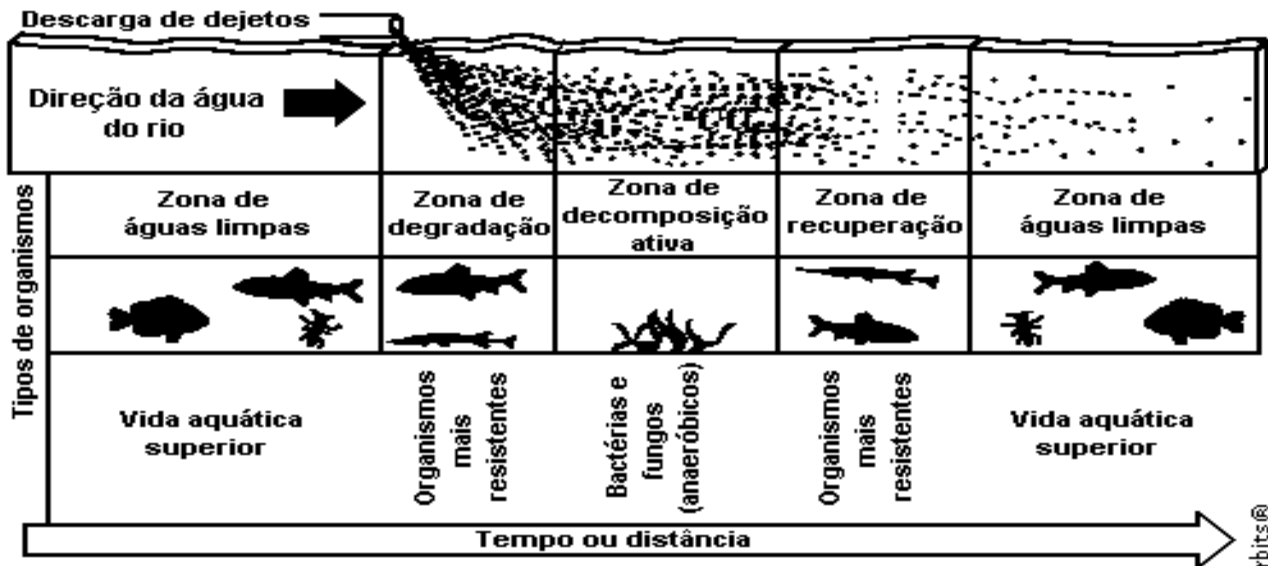
59. (Enem 2005) Em uma área observa-se o seguinte regime pluviométrico:



Os anfíbios são seres que podem ocupar tanto ambientes aquáticos quanto terrestres. Entretanto, há espécies de anfíbios que passam todo o tempo na terra ou então na água. Apesar disso, a maioria das espécies terrestres depende de água para se reproduzir e o faz quando essa existe em abundância. Os meses do ano em que, nessa área, esses anfíbios terrestres poderiam se reproduzir mais eficientemente são de

- a) setembro a dezembro.
- b) novembro a fevereiro.
- c) janeiro a abril.
- d) março a julho.
- e) maio a agosto.

60. (Enem 2004) Um rio que é localmente degradado por dejetos orgânicos nele lançados pode passar por um processo de autodepuração. No entanto, a recuperação depende, entre outros fatores, da carga de dejetos recebida, da extensão e do volume do rio. Nesse processo, a distribuição das populações de organismos consumidores e decompositores varia, conforme mostra o esquema



(B. Braga et al. *Introdução à Engenharia Ambiental*.)

Interbits®

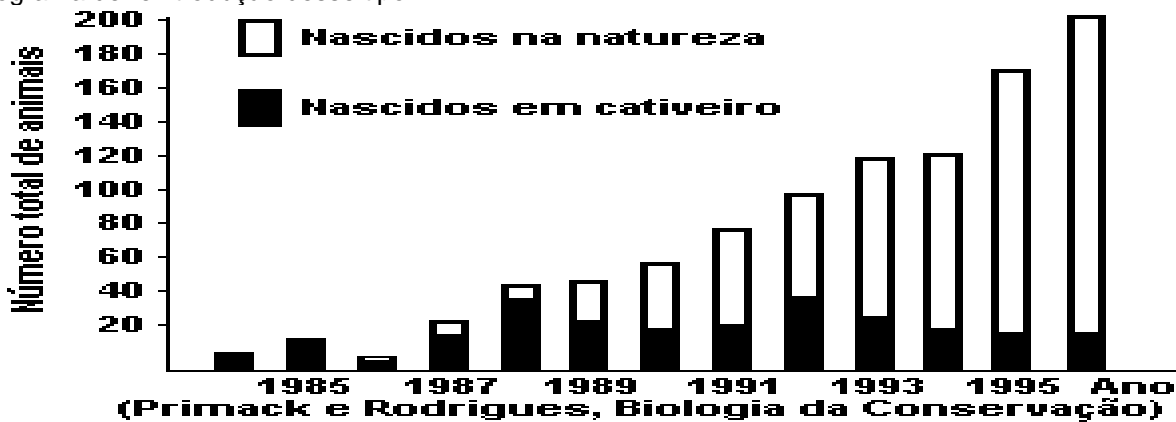
Com base nas informações fornecidas pelo esquema, são feitas as seguintes considerações sobre o processo de depuração do rio:

- I. a vida aquática superior pode voltar a existir a partir de uma certa distância do ponto de lançamento dos dejetos;
- II. os organismos decompositores são os que sobrevivem onde a oferta de oxigênio é baixa ou inexistente e a matéria orgânica é abundante;
- III. as comunidades biológicas, apesar da poluição, não se alteram ao longo do processo de recuperação.

Está correto o que se afirma em

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

61. (Enem 2004) Programas de reintrodução de animais consistem em soltar indivíduos, criados em cativeiro, em ambientes onde sua espécie se encontra ameaçada ou extinta. O mico-leão-dourado da Mata Atlântica faz parte de um desses programas. Como faltam aos micos criados em cativeiro habilidades para sobreviver em seu habitat, são formados grupos sociais desses micos com outros capturados na natureza, antes de soltá-los coletivamente. O gráfico mostra o NÚMERO TOTAL DE ANIMAIS, em uma certa região, a cada ano, ao longo de um programa de reintrodução desse tipo.



A análise do gráfico permite concluir que o sucesso do programa deveu-se

- a) à adaptação dos animais nascidos em cativeiro ao ambiente natural, mostrada pelo aumento do número de nascidos na natureza.
- b) ao aumento da população total, resultante da reintrodução de um número cada vez maior de animais.

- c) à eliminação dos animais nascidos em cativeiro pelos nascidos na natureza, que são mais fortes e selvagens.
- d) ao pequeno número de animais reintroduzidos, que se mantiveram isolados da população de nascidos na natureza.
- e) à grande sobrevivência dos animais reintroduzidos, que compensou a mortalidade dos nascidos na natureza.

62. (Enem 2004) O bicho-furão-dos-citros causa prejuízos anuais de US\$ 50 milhões à citricultura brasileira, mas pode ser combatido eficazmente se um certo agrotóxico for aplicado à plantação no momento adequado. É possível determinar esse momento utilizando-se uma armadilha constituída de uma caixinha de papelão, contendo uma pastilha com o feromônio da fêmea e um adesivo para prender o macho. Verificando periodicamente a armadilha, percebe-se a época da chegada do inseto. Uma vantagem do uso dessas armadilhas, tanto do ponto de vista ambiental como econômico, seria

- a) otimizar o uso de produtos agrotóxicos.
- b) diminuir a população de predadores do bicho-furão.
- c) capturar todos os machos do bicho-furão.
- d) reduzir a área destinada à plantação de laranjas.
- e) espantar o bicho-furão das proximidades do pomar.

63. (Enem 2003) A falta de água doce 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.

64. (Enem 2003) Do ponto de vista ambiental, uma distinção importante que se faz entre os combustíveis é serem provenientes ou não de fontes renováveis. No caso dos derivados de petróleo e do álcool de cana, essa distinção se caracteriza

- a) pela diferença nas escalas de tempo de formação das fontes, período geológico no caso do petróleo e anual no da cana.
- b) pelo maior ou menor tempo para se reciclar o combustível utilizado, tempo muito maior no caso do álcool.
- c) pelo maior ou menor tempo para se reciclar o combustível utilizado, tempo muito maior no caso dos derivados do petróleo.
- d) pelo tempo de combustão de uma mesma quantidade de combustível, tempo muito maior para os derivados do petróleo do que do álcool.
- e) pelo tempo de produção de combustível, pois o refino do petróleo leva dez vezes mais tempo do que a destilação do fermento de cana.

65. (Enem 2003) Considerando a riqueza dos recursos hídricos brasileiros, uma grave crise de água em nosso país poderia ser motivada por

- a) reduzida área de solos agricultáveis.
- b) ausência de reservas de águas subterrâneas.
- c) escassez de rios e de grandes bacias hidrográficas.
- d) falta de tecnologia para retirar o sal da água do mar.
- e) degradação dos mananciais e desperdício no consumo.

66. (Enem 2003) Considerando os custos e a importância da preservação dos recursos hídricos, uma indústria decidiu purificar parte da água que consome para reutilizá-la no processo industrial. De uma perspectiva econômica e ambiental, a iniciativa é importante porque esse processo

- a) permite que toda água seja devolvida limpa aos mananciais.
- b) diminui a quantidade de água adquirida e comprometida pelo uso industrial.
- c) reduz o prejuízo ambiental, aumentando o consumo de água.

- d) torna menor a evaporação da água e mantém o ciclo hidrológico inalterado.  
 e) recupera o rio onde são lançadas as águas utilizadas.

67. (Enem 2003) A caixinha utilizada em embalagens como as de leite "longa vida" é chamada de "tetra brick", por ser composta de quatro camadas de diferentes materiais, incluindo alumínio e plástico, e ter a forma de um tijolo (brick, em inglês).

Esse material, quando descartado, pode levar até cem anos para se decompor.

Considerando os impactos ambientais, seria mais adequado

- a) utilizar soda cáustica para amolecer as embalagens e só então descartá-las.  
 b) promover a coleta seletiva, de modo a reaproveitar as embalagens para outros fins.  
 c) aumentar a capacidade de cada embalagem, ampliando a superfície de contato com o ar para sua decomposição.  
 d) constituir um aterro específico de embalagens "tetra brick", acondicionadas de forma a reduzir seu volume.  
 e) proibir a fabricação de leite "longa vida", considerando que esse tipo de embalagem não é adequado para conservar o produto.

68. (Enem 2003) Um grupo de estudantes, saindo de uma escola, observou uma pessoa catando latinhas de alumínio jogadas na calçada. Um deles considerou curioso que a falta de civilidade de quem deixa lixo pelas ruas acaba sendo útil para a subsistência de um desempregado. Outro estudante comentou o significado econômico da sucata recolhida, pois ouvira dizer que a maior parte do alumínio das latas estaria sendo reciclada. Tentando sintetizar o que estava sendo observado, um terceiro estudante fez três anotações, que apresentou em aula no dia seguinte:

I. A catação de latinhas é prejudicial à indústria de alumínio;

II. A situação observada nas ruas revela uma condição de duplo desequilíbrio: do ser humano com a natureza e dos seres humanos entre si;

III. Atividades humanas resultantes de problemas sociais e ambientais podem gerar reflexos (refletir) na economia.

Dessas afirmações, você tenderia a concordar, apenas, com

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

69. (Enem 2003) Em um debate sobre o futuro do setor de transporte de uma grande cidade brasileira com trânsito intenso, foi apresentado um conjunto de propostas.

Entre as propostas reproduzidas a seguir, aquela que atende, ao mesmo tempo, a implicações sociais e ambientais presentes nesse setor é

- a) proibir o uso de combustíveis produzidos a partir de recursos naturais.  
 b) promover a substituição de veículos a diesel por veículos a gasolina.  
 c) incentivar a substituição do transporte individual por transportes coletivos.  
 d) aumentar a importação de diesel para substituir os veículos a álcool.  
 e) diminuir o uso de combustíveis voláteis devido ao perigo que representam.

70. (Enem 2003) A biodiversidade diz respeito tanto a genes, espécies, ecossistemas, como a funções, e coloca problemas de gestão muito diferenciados. É carregada de normas de valor. Proteger a biodiversidade pode significar:

- a eliminação da ação humana, como é a proposta da ecologia radical;

- a proteção das populações cujos sistemas de produção e cultura repousam num dado ecossistema;

- a defesa dos interesses comerciais de firmas que utilizam a biodiversidade como matéria-prima, para produzir mercadorias.

(Adaptado de GARAY, I. & DIAS, B. *Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais*)

De acordo com o texto, no tratamento da questão da biodiversidade no Planeta,

- a) o principal desafio é conhecer todos os problemas dos ecossistemas, para conseguir protegê-los da ação humana.  
 b) os direitos e os interesses comerciais dos produtores devem ser defendidos, independentemente do equilíbrio ecológico.

- c) deve-se valorizar o equilíbrio do meio ambiente, ignorando-se os conflitos gerados pelo uso da terra e seus recursos.
- d) o enfoque ecológico é mais importante do que o social, pois as necessidades das populações não devem constituir preocupação para ninguém.
- e) há diferentes visões em jogo, tanto as que só consideram aspectos ecológicos, quanto as que levam em conta aspectos sociais e econômicos.



**Jim Davis**

Na charge, a arrogância do gato com relação ao comportamento alimentar da minhoca, do ponto de vista biológico,

- a) não se justifica, porque ambos, como consumidores, devem "cavar" diariamente o seu próprio alimento.
- b) é justificável, visto que o felino possui função superior à da minhoca numa teia alimentar.
- c) não se justifica, porque ambos são consumidores primários em uma teia alimentar.
- d) é justificável, porque as minhocas, por se alimentarem de detritos, não participam das cadeias alimentares.
- e) é justificável, porque os vertebrados ocupam o topo das teias alimentares.

72. (Enem 2002) Artemia é um camarão primitivo que vive em águas salgadas, sendo considerado um fóssil vivo. Surpreendentemente, possui uma propriedade semelhante à dos vegetais que é a diapausa, isto é, a capacidade de manter ovos dormentes (embriões latentes) por muito tempo. Fatores climáticos ou alterações ambientais podem subitamente ativar a eclosão dos ovos, assim como, nos vegetais, tais alterações induzem a germinação de sementes.

Vários estudos têm sido realizados com artemias, pois estes animais apresentam características que sugerem um potencial biológico: possuem alto teor de proteína e são capazes de se alimentar de partículas orgânicas e inorgânicas em suspensão. Tais características podem servir de parâmetro para uma avaliação do potencial econômico e ecológico da artemia.

Em um estudo foram consideradas as seguintes possibilidades:

- I. A variação da população de artemia pode ser usada como um indicador de poluição aquática.
- II. A artemia pode ser utilizada como um agente de descontaminação ambiental, particularmente em ambientes aquáticos.
- III. A eclosão dos ovos é um indicador de poluição química.
- IV. Os camarões podem ser utilizados como fonte alternativa de alimentos de alto teor nutritivo.

É correto apenas o que se afirma em

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

73. (Enem 2002) Nativas do Brasil, as várias espécies das plantas conhecidas como fava-d'anta têm lugar garantido no mercado mundial de produtos cosméticos e farmacêuticos. Elas praticamente não têm concorrentes, pois apenas uma outra planta chinesa produz os elementos cobiçados pela indústria mundial. As plantas acham-se dispersas no cerrado e a sua exploração é feita pela coleta manual das favas ou, ainda, com instrumentos rústicos (garfos e forquilhas) que retiram os frutos das pontas dos galhos. Alguns catadores quebram galhos ou arbustos para facilitar a coleta. Depois da coleta, as vagens são vendidas aos atacadistas locais que as revendem a atacadistas regionais, estes sim, os revendedores de fava para as

indústrias. Depois de processados, os produtos são exportados. Embora os moradores da região tenham um vasto conhecimento sobre hábitos e usos da fauna e flora locais, pouco ou nada sabem sobre a produção de mudas de espécies nativas e, ainda, sobre o destino e o aproveitamento da matéria-prima extraída da fava-d'anta.

Adaptado de: *Extratativismo e biodiversidade: o caso da fava-d'anta*. Ciência Hoje, junho, 2000.

Ainda que a extração das vagens não seja prejudicial às árvores, a estratégia usada na sua coleta, aliada à eventual pressão de mercado, são fatores que podem prejudicar a renovação natural da fava-d'anta. Uma proposta viável para que estas plantas nativas não corram nenhum risco de extinção é

- a) introduzir a coleta mecanizada das favas, reduzindo tanto as perdas durante a coleta quanto os eventuais danos às plantas.
- b) conservar o solo e aumentar a produtividade dessas plantas por meio de irrigação e reposição de sais minerais.
- c) domesticar a espécie, introduzindo viveiros que possam abastecer a região de novas mudas, caso isto se torne necessário.
- d) proibir a coleta das favas, aplicando pesadas multas aos infratores.
- e) diversificar as atividades econômicas na região do cerrado para aumentar as fontes de renda dos trabalhadores.

74. (Enem 2002) Nos peixamentos - designação dada à introdução de peixes em sistemas aquáticos, nos quais a qualidade da água reduziu as populações nativas de peixes - podem ser utilizados peixes importados de outros países, peixes produzidos em unidades de piscicultura ou, como é o caso da grande maioria dos peixamentos no Brasil, de peixes capturados em algum ambiente natural e liberados em outro. Recentemente começaram a ser utilizados peixes híbridos, como os "paquis", obtidos por cruzamentos entre pacu e tambaqui; também é híbrida a espécie conhecida como surubim ou pintado, piscívoro de grande porte.

Em alguns julgamentos de crimes ambientais, as sentenças, de modo geral, condenam empresas culpadas pela redução da qualidade de cursos d'água a realizarem peixamentos. Em geral, os peixamentos tendem a ser repetidos muitas vezes numa mesma área.

A respeito da realização de peixamentos pelas empresas infratoras, pode-se considerar que essa penalidade

- a) não leva mais em conta os efeitos da poluição industrial, mas sim as suas causas.
- b) faz a devida diferenciação entre quantidade de peixes e qualidade ambiental.
- c) é indutora de ação que reverte uma das causas básicas da poluição.
- d) confunde quantidade de peixes com boa qualidade ambiental dos cursos d'água.
- e) obriga o poluidor a pagar pelos prejuízos ambientais que causa e a deixar de poluir.

#### TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 2 QUESTÕES:

A corvina é um peixe carnívoro que se alimenta de crustáceos, moluscos e pequenos peixes que vivem no fundo do mar. É bastante utilizada na alimentação humana, sendo encontrada em toda a costa brasileira, embora seja mais abundante no sul do País. A concentração média anual de mercúrio no tecido muscular de corvinas capturadas em quatro áreas, bem como as características destas áreas estão descritas adiante:

Baía de Guanabara (RJ) - 193,6

Área de intensa atividade portuária, que recebe esgotos domésticos não tratados e rejeitos industriais de cerca de 6.000 fontes.

Baía de Ilha Grande (RJ) - 153,8

Recebe rejeitos de parque industrial ainda em fase de crescimento e é uma das principais fontes de pescado do estado.

Baía de Sepetiba (RJ) - 124,0

Área sujeita a eficientes efeitos de maré e com baixa atividade pesqueira, sem fontes industriais de contaminação por mercúrio.

Lagoa da Conceição (SC) - 90,6\*

Importante fonte de pescado no litoral catarinense, na qual praticamente inexistente contaminação industrial por mercúrio.

\*Concentração natural de mercúrio, característica de local não contaminado. (KEHRIG, H. A. & MALM, O. Mercúrio: uma avaliação na costa brasileira. *Ciência Hoje*, outubro, 1997.)

75. (Enem 2002) Comparando as características das quatro áreas de coleta às respectivas concentrações médias anuais de mercúrio nas corvinas capturadas, pode-se considerar que, à primeira vista, os resultados

- a) correspondem ao esperado, uma vez que o nível de contaminação é proporcional ao aumento da atividade industrial e do volume de esgotos domésticos.
- b) não correspondem ao esperado, especialmente no caso da Lagoa da Conceição, que não apresenta contaminação industrial por mercúrio.
- c) não correspondem ao esperado no caso da Baía da Ilha Grande e da Lagoa da Conceição, áreas nas quais não há fontes industriais de contaminação por mercúrio.
- d) correspondem ao esperado, ou seja, corvinas de regiões menos poluídas apresentam as maiores concentrações de mercúrio.
- e) correspondem ao esperado, exceção aos resultados da Baía de Sepetiba, o que exige novas investigações sobre o papel das marés no transporte de mercúrio.

76. (Enem 2002) Segundo a legislação brasileira, o limite máximo permitido para as concentrações de mercúrio total é de 500 nanogramas por grama de peso úmido. Ainda levando em conta os dados fornecidos e o tipo de circulação do mercúrio ao longo da cadeia alimentar, pode-se considerar que a ingestão, pelo ser humano, de corvinas capturadas nessas regiões,

- a) não compromete a sua saúde, uma vez que a concentração de mercúrio é sempre menor que o limite máximo permitido pela legislação brasileira.
- b) não compromete a sua saúde, uma vez que a concentração de poluentes diminui a cada novo consumidor que se acrescenta à cadeia alimentar.
- c) não compromete a sua saúde, pois a concentração de poluentes aumenta a cada novo consumidor que se acrescentar à cadeia alimentar.
- d) deve ser evitada, apenas quando entre as corvinas e eles se interponham outros consumidores, como, por exemplo, peixes de maior porte.
- e) deve ser evitada sempre, pois a concentração de mercúrio das corvinas ingeridas se soma à já armazenada no organismo humano.

77. (Enem 2001) Uma região industrial lança ao ar gases como o dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio, causadores da chuva ácida. A figura mostra a dispersão desses gases poluentes

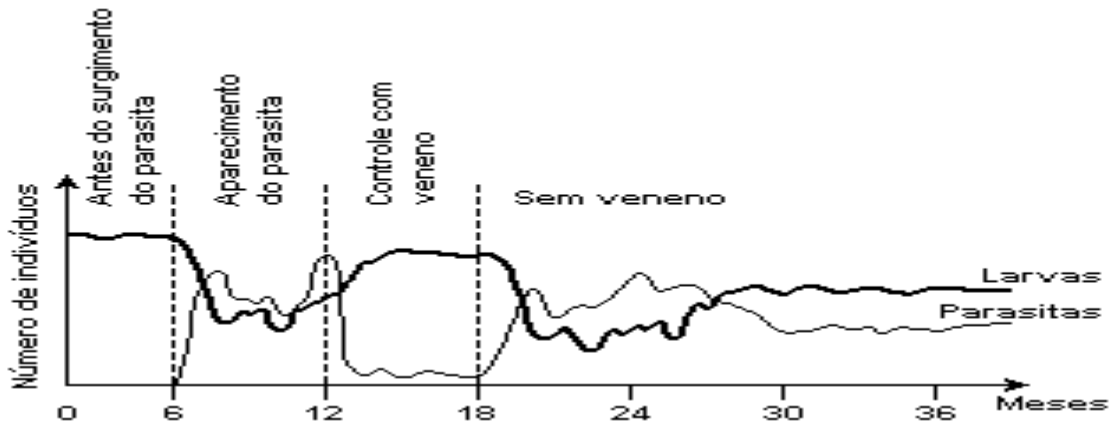


Considerando o ciclo da água e a dispersão dos gases, analise as seguintes possibilidades:

- I. As águas de escoamento superficial e de precipitação que atingem o manancial poderiam causar aumento de acidez da água do manancial e provocar a morte de peixes.
  - II. A precipitação na região rural poderia causar aumento de acidez do solo e exigir procedimentos corretivos, como a calagem.
  - III. A precipitação na região rural, embora ácida, não afetaria o ecossistema, pois a transpiração dos vegetais neutralizaria o excesso de ácido.
- Dessas possibilidades,

- a) pode ocorrer apenas a I.
- b) pode ocorrer apenas a II.
- c) podem ocorrer tanto a I quanto a II.
- d) podem ocorrer tanto a I quanto a III.
- e) podem ocorrer tanto a II quanto a III.

78. (Enem 2001) Um produtor de larvas aquáticas para alimentação de peixes ornamentais usou veneno para combater parasitas, mas suspendeu o uso do produto quando os custos se revelaram antieconômicos. O gráfico registra a evolução das populações de larvas e parasitas.



O aspecto BIOLÓGICO, ressaltado a partir da leitura do gráfico, que pode ser considerado o melhor argumento para que o produtor não retome o uso do veneno é:

- A densidade populacional das larvas e dos parasitas não é afetada pelo uso do veneno.
- A população de larvas não consegue se estabilizar durante o uso do veneno.
- As populações mudam o tipo de interação estabelecida ao longo do tempo.
- As populações associadas mantêm um comportamento estável durante todo o período.
- Os efeitos das interações negativas diminuem ao longo do tempo, estabilizando as populações.

79. (Enem 2001) Várias estratégias estão sendo consideradas para a recuperação da diversidade biológica de um ambiente degradado, dentre elas, a criação de vertebrados em cativeiro. Com esse objetivo, a iniciativa mais adequada, dentre as alternativas a seguir, seria criar

- machos de umas espécies e fêmeas de outras, para possibilitar o acasalamento entre elas e o surgimento de novas espécies.
- muitos indivíduos da espécie mais representativa, de forma a manter a identidade e a diversidade do ecossistema.
- muitos indivíduos de uma única espécie, para garantir uma população geneticamente heterogênea e mais resistente.
- um número suficiente de indivíduos, do maior número de espécies, que garanta a diversidade genética de cada uma delas.
- vários indivíduos de poucas espécies, de modo a garantir, para cada espécie, uma população geneticamente homogênea.

80. (Enem 2001) Numa região originalmente ocupada por Mata Atlântica, havia, no passado, cinco espécies de pássaros de um mesmo gênero. Nos dias atuais, essa região se reduz a uma reserva de floresta primária, onde ainda ocorrem as cinco espécies, e a fragmentos de floresta degradada, onde só se encontram duas das cinco espécies.

O desaparecimento das três espécies nas regiões degradadas pode ser explicado pelo fato de que, nessas regiões, ocorreu

- aumento do volume e da frequência das chuvas.
- diminuição do número e da diversidade de habitats.
- diminuição da temperatura média anual.
- aumento dos níveis de gás carbônico e de oxigênio na atmosfera.
- aumento do grau de isolamento reprodutivo interespecífico.

81. (Enem 2001) A pesca não predatória pressupõe que cada peixe retirado de seu habitat já tenha procriado, pelo menos uma vez. Para algumas espécies, isso ocorre depois dos peixes apresentarem a máxima variação anual de seu peso.

O controle de pesca no Pantanal é feito com base no peso de cada espécie.

A tabela fornece o peso do pacu, uma dessas espécies, em cada ano.

Idade (anos)	Peso (kg)
1	1,1
2	1,7
3	2,6
4	3,9
5	5,1
6	6,1
7	7
8	7,8
9	8,5
10	8,9
11	9,1
12	9,3
13	9,4

Considerando esses dados, a pesca do pacu deve ser autorizada para espécimes com peso de, no mínimo,

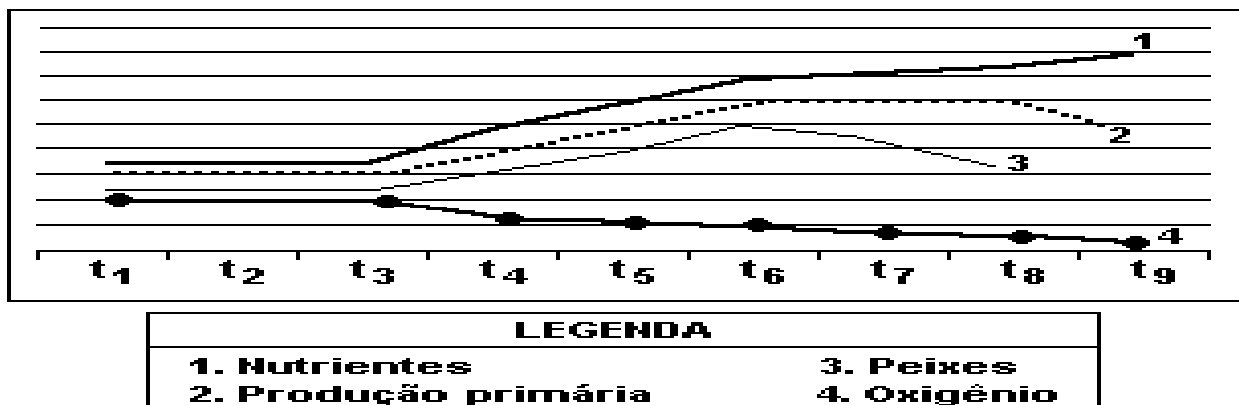
- 4 kg.
- 5 kg.
- 7 kg.
- 9 kg.
- 11 kg.

82. (Enem 2000) No ciclo da água, usado para produzir eletricidade, a água de lagos e oceanos, irradiada pelo Sol, evapora-se dando origem a nuvens e se precipita como chuva. É então represada, corre de alto a baixo e move turbinas de uma usina, acionando geradores. A eletricidade produzida é transmitida através de cabos e fios e é utilizada em motores e outros aparelhos elétricos. Assim, para que o ciclo seja aproveitado na geração de energia elétrica, constrói-se uma barragem para represar a água.

Entre os possíveis impactos ambientais causados por essa construção, devem ser destacados:

- aumento do nível dos oceanos e chuva ácida.
- chuva ácida e efeito estufa.
- alagamentos e intensificação do efeito estufa.
- alagamentos e desequilíbrio da fauna e da flora.
- alteração do curso natural dos rios e poluição atmosférica.

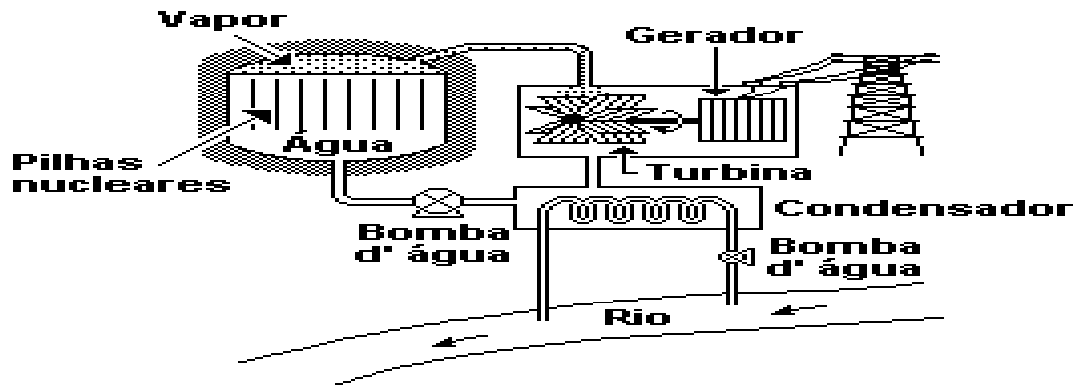
83. (Enem 2000) Os esgotos domésticos constituem grande ameaça aos ecossistemas de lagos ou represas, pois deles decorrem graves desequilíbrios ambientais. Considere o gráfico abaixo, no qual no intervalo de tempo entre  $t_1$  e  $t_3$ , observou-se a estabilidade em ecossistema de lago, modificado a partir de  $t_3$  pelo maior despejo de esgoto.



Assinale a interpretação que está de acordo com o gráfico.

- Entre  $t_3$  e  $t_6$ , a competição pelo oxigênio leva à multiplicação de peixes, bactérias e outros produtores.
- A partir de  $t_3$ , a decomposição do esgoto é impossibilitada pela diminuição do oxigênio disponível.
- A partir de  $t_6$ , a mortalidade de peixes decorre da diminuição da população de produtores.
- A mortalidade de peixes, a partir de  $t_6$ , é devida à insuficiência de oxigênio na água.
- A partir de  $t_3$ , a produção primária aumenta devido à diminuição dos consumidores.

84. (Enem 2000) A energia térmica liberada em processos de fissão nuclear pode ser utilizada na geração de vapor para produzir energia mecânica que, por sua vez, será convertida em energia elétrica. Abaixo está representado um esquema básico de uma usina de energia nuclear



Com relação ao impacto ambiental causado pela poluição térmica no processo de refrigeração da usina nuclear são feitas as seguintes afirmações:

- I o aumento na temperatura reduz, na água do rio, a quantidade de oxigênio nela dissolvido, que é essencial para a vida aquática e para a decomposição da matéria orgânica.
- II. o aumento da temperatura da água modifica o metabolismo dos peixes.
- III. o aumento na temperatura da água diminui o crescimento de bactérias e de algas, favorecendo o desenvolvimento da vegetação.

Das afirmativas acima, somente está(ão) correta(s):

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

85. (Enem 2000) Encontram-se descritas a seguir algumas das características das águas que servem três diferentes regiões.

Região I - Qualidade da água pouco comprometida por cargas poluidoras; casos isolados de mananciais comprometidos por lançamento de esgotos; assoreamento de alguns mananciais.

Região II - Qualidade comprometida por cargas poluidoras urbanas e industriais; área sujeita a inundações; exportação de carga poluidora para outras unidades hidrográficas.

Região III - Qualidade comprometida por cargas poluidoras domésticas e industriais e por lançamento de esgotos; problemas isolados de inundação; uso da água para irrigação.

De acordo com essas características, pode-se concluir que:

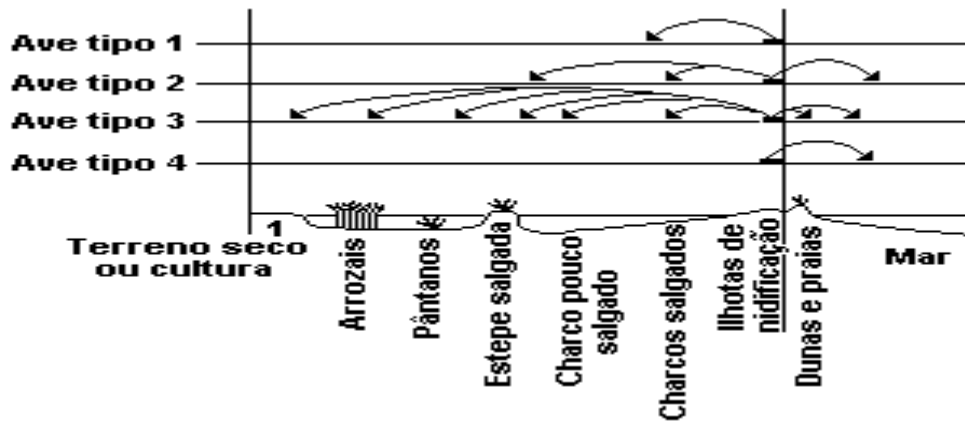
- a) a região I é de alta densidade populacional, com pouca ou nenhuma estação de tratamento de esgoto.
- b) na região I ocorrem tanto atividades agrícolas como industriais, com práticas agrícolas que estão evitando a erosão do solo.
- c) a região II tem predominância de atividade agrícola, muitas pastagens e parque industrial inexpressivo.
- d) na região III ocorrem tanto atividades agrícolas como industriais, com pouca ou nenhuma estação de tratamento de esgotos.
- e) a região III é de intensa concentração industrial e urbana, com solo impermeabilizado e com amplo tratamento de esgotos.

86. (Enem 2000) Ao longo do século XX, a taxa de variação na população do Brasil foi sempre positiva (crescimento). Essa taxa leva em consideração o número de nascimentos (N), o número de mortes (M), o de emigrantes (E) e o de imigrantes (I) por unidade de tempo.

É correto afirmar que no século XX:

- a)  $M > I + E + N$ .
- b)  $N + I > M + E$ .
- c)  $N + E > M + I$ .
- d)  $M + N < E + I$ .
- e)  $N < M - I + E$ .

87. (Enem 2000) O esquema a seguir representa os diversos meios em que se alimentam aves, de diferentes espécies, que fazem ninho na mesma região.

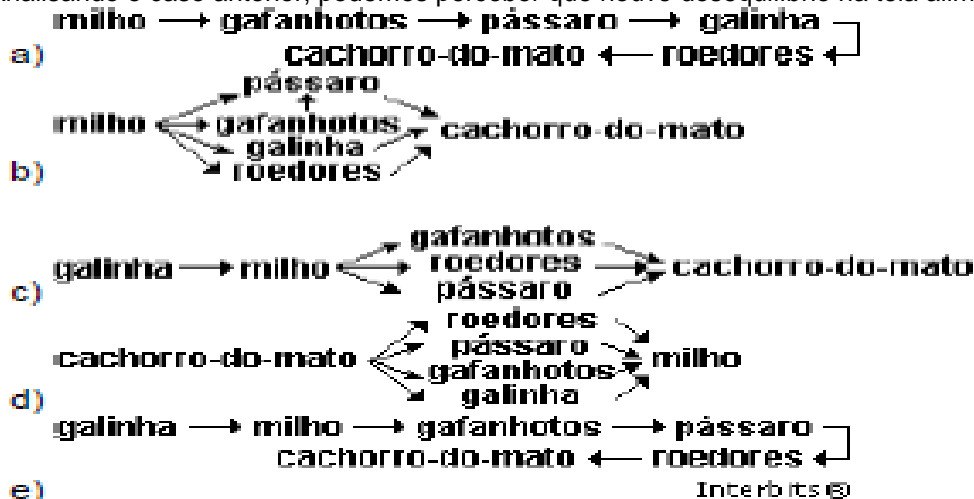


Com base no esquema, uma classe de alunos procurou identificar a possível existência de competição alimentar entre essas aves e concluiu que:

- a) não há competição entre os quatro tipos de aves porque nem todas elas se alimentam nos mesmos locais.
- b) não há competição apenas entre as aves dos tipos 1, 2 e 4 porque retiram alimentos de locais exclusivos.
- c) há competição porque a ave do tipo 3 se alimenta em todos os lugares e, portanto, compete com todas as demais.
- d) há competição apenas entre as aves 2 e 4 porque retiram grande quantidade de alimentos de um mesmo local.
- e) não se pode afirmar se há competição entre as aves que se alimentam em uma mesma região sem conhecer os tipos de alimento que consomem.

88. (Enem 1999) Um agricultor, que possui uma plantação de milho e uma criação de galinhas, passou a ter sérios problemas com os cachorros-do-mato que atacavam sua criação. O agricultor, ajudado pelos vizinhos, exterminou os cachorros-do-mato da região. Passado pouco tempo, houve um grande aumento no número de pássaros e roedores que passaram a atacar as lavouras. Nova campanha de extermínio e, logo depois da destruição dos pássaros e roedores, uma grande praga de gafanhotos, destruiu totalmente a plantação de milho e as galinhas ficaram sem alimento.

Analisando o caso anterior, podemos perceber que houve desequilíbrio na teia alimentar representada por:



89. (Enem 1999) Apesar da riqueza das florestas tropicais, elas estão geralmente baseadas em solos inférteis e improdutivos. Grande parte dos nutrientes é armazenada nas folhas que caem sobre o solo, não no solo propriamente dito. Quando esse ambiente é intensamente modificado pelo ser humano, a vegetação desaparece, o ciclo dos nutrientes é alterado e a terra se torna rapidamente infértil. (CORSON, Walter H, *Manual Global de Ecologia*, 1993)

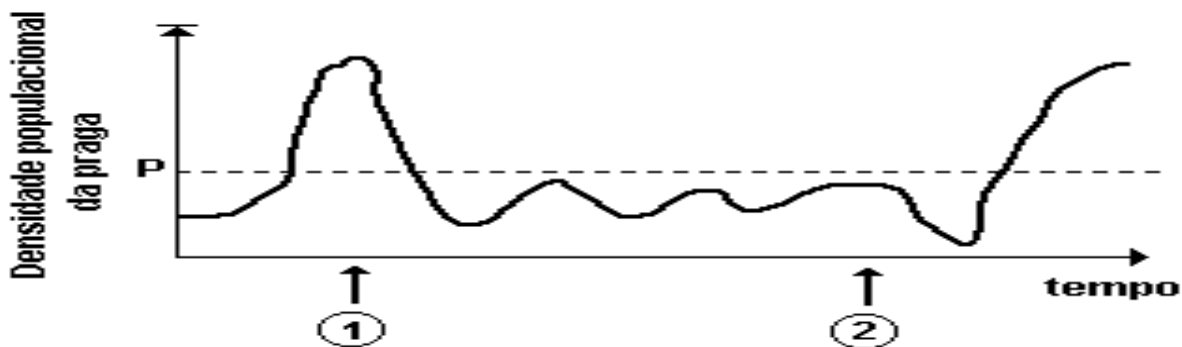
No texto anterior, pode parecer uma contradição a existência de florestas tropicais exuberantes sobre solos pobres. No entanto, este fato é explicado pela

- profundidade do solo, pois, embora pobre, sua espessura garante a disponibilidade de nutrientes para a sustentação dos vegetais da região.
- boa iluminação das regiões tropicais, uma vez que a duração regular do dia e da noite garante os ciclos dos nutrientes nas folhas dos vegetais da região.
- existência de grande diversidade animal, com número expressivo de populações que, com seus dejetos, fertilizam o solo.
- capacidade de produção abundante de oxigênio pelas plantas das florestas tropicais, considerado os "pulmões do mundo".
- rápida reciclagem dos nutrientes potencializada pelo calor e umidade das florestas tropicais, o que favorece a vida dos decompositores.

90. (Enem 1999) O crescimento da população de uma praga agrícola está representado em função do tempo, no gráfico a seguir, onde a densidade populacional superior a P causa prejuízo à lavoura.

No momento apontado pela seta (1), um agricultor introduziu uma espécie de inseto que é inimigo natural da praga, na tentativa de controlá-la biologicamente.

No momento indicado pela seta (2), o agricultor aplicou grande quantidade de inseticida, na tentativa de eliminar totalmente a praga.



A análise do gráfico permite concluir que

- se o inseticida tivesse sido usado no momento marcado pela seta (1), a praga teria sido controlada definitivamente, sem necessidade de um tratamento posterior.
- se não tivesse sido usado o inseticida no momento marcado pela seta (2), a população de praga continuaria aumentando rapidamente e causaria grandes danos à lavoura.
- o uso do inseticida tornou-se necessário, uma vez que o controle biológico aplicado no momento (1) não resultou na diminuição da densidade da população da praga.
- o inseticida atacou tanto a praga quanto os seus predadores; entretanto, a população de pragas recuperou-se mais rápido voltando a causar dano à lavoura.
- o controle de pragas por meio do uso de inseticidas é muito mais eficaz que o controle biológico, pois os seus efeitos são muito mais rápidos e têm maior durabilidade.

91. (Enem 1998) O sol participa do ciclo da água, pois além de aquecer a superfície da Terra dando origem aos ventos, provoca a evaporação da água dos rios, lagos e mares. O vapor da água, ao se resfriar, condensa em minúsculas gotinhas, que se agrupam formando as nuvens, neblinas ou névoas úmidas. As nuvens podem ser levadas pelos ventos de uma região para outra. Com a condensação e, em seguida, a chuva, a água volta à superfície da Terra, caindo sobre o solo, rios, lagos e mares. Parte dessa água evapora retornando à atmosfera, outra parte escoar superficialmente ou infiltra-se no solo, indo alimentar rios e lagos. Esse processo é chamado de ciclo da água.

Considere, então, as seguintes afirmativas:

- A evaporação é maior nos continentes, uma vez que o aquecimento ali é maior do que nos oceanos.
- A vegetação participa do ciclo hidrológico por meio da transpiração.
- O ciclo hidrológico condiciona processos que ocorrem na litosfera, na atmosfera e na biosfera.
- A energia gravitacional movimenta a água dentro do seu ciclo.
- O ciclo hidrológico é passível de sofrer interferência humana, podendo apresentar desequilíbrios.

- Somente a afirmativa III está correta.

- b) Somente as afirmativas III e IV estão corretas.  
 c) Somente as afirmativas I, II e V estão corretas.  
 d) Somente as afirmativas II, III, IV e V estão corretas.  
 e) Todas as afirmativas estão corretas.

92. (Enem 1998) 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 a seguir mostra a relação entre a qualidade do ar e a concentração de CO.

Para analisar os efeitos do CO sobre os seres humanos, dispõem-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

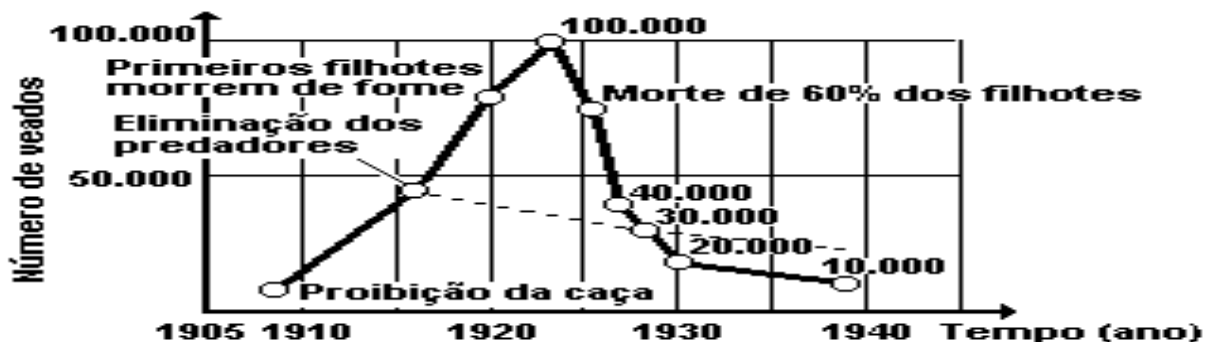
Qualidade do ar	Concentração de CO-ppm* (média de 8h)
Inadequada	15 a 30
Péssima	30 a 40
Crítica	Acima de 40

\* ppm (parte por milhão) = 1 micrograma de CO por grama de ar  $10^{-6}$ g.

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.

93. (Enem 1998) No início deste século, com a finalidade de possibilitar o crescimento da população de veados no planalto de Kaibab, no Arizona (EUA), moveu-se uma caçada impiedosa aos seus predadores - pumas, coiotes e lobos. No gráfico a seguir, a linha cheia indica o crescimento real da população de veados, no período de 1905 a 1940; a linha pontilhada indica a expectativa quanto ao crescimento da população de veados, nesse mesmo período, caso o homem não tivesse interferido em Kaibab.



Extraído de Amabis & Martho, Fundamentos de Biologia Moderna, pág. 42.

Para explicar o fenômeno que ocorreu com a população de veados após a interferência do homem, um estudante elaborou as seguintes hipóteses e/ou conclusões:

I. lobos, pumas e coiotes não eram, certamente, os únicos e mais vorazes predadores dos veados; quando estes predadores, até então despercebidos, foram favorecidos pela eliminação de seus competidores, aumentaram numericamente e quase dizimaram a população de veados.

II. a falta de alimentos representou para os veados um mal menor que a predação.

III. ainda que a atuação dos predadores pudesse representar a morte para muitos veados, a predação demonstrou-se um fator positivo para o equilíbrio dinâmico e sobrevivência da população como um todo.

IV. a morte dos predadores acabou por permitir um crescimento exagerado da população de veados, isto levou à degradação excessiva das pastagens, tanto pelo consumo excessivo como pelo seu pisoteamento.

O estudante acertou se indicou as alternativas:

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

#### TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Alunos de uma escola no Rio de Janeiro são convidados a participar de uma excursão ao Parque Nacional de Jurubatiba. Antes do passeio, eles leem o trecho de uma reportagem publicada em uma revista:

"Jurubatiba será o primeiro parque nacional em área de restinga, num braço de areia com 31 quilômetros de extensão, formado entre o mar e dezoito lagoas. Numa área de 14.000 hectares, ali vivem jacarés, capivaras, lontras, tamanduás-mirins, além de milhares de aves e de peixes de água doce e salgada. Os peixes de água salgada, na época das cheias, passam para as lagoas, onde encontram abrigo, voltando ao mar na cheia seguinte. Nos terrenos mais baixos, próximos aos lençóis freáticos, as plantas têm água suficiente para aguentar longas secas. Já nas áreas planas, os cactos são um dos poucos vegetais que proliferam, pintando o areal com um verde pálido."

94. (Enem 1998) Depois de ler o texto, os alunos podem supor que, em Jurubatiba, os vegetais que sobrevivem nas áreas planas têm características tais como:

- a) quantidade considerável de folhas, para aumentar a área de contato com a umidade do ar nos dias chuvosos.
- b) redução na velocidade da fotossíntese e realização ininterrupta desse processo, durante as 24 horas.
- c) caules e folhas cobertos por espessas cutículas que impedem o ressecamento e a consequente perda de água.
- d) redução do calibre dos vasos que conduzem a água e os sais minerais da raiz aos centros produtores do vegetal, para evitar perdas.
- e) crescimento sob a copa de árvores frondosas, que impede o ressecamento e consequente perda de água.

#### TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Seguem alguns trechos de uma matéria da revista *Superinteressante*, que descreve hábitos de um morador de Barcelona (Espanha), relacionando-os com o consumo de energia e efeitos sobre o ambiente.

I. Apenas no banho matinal, por exemplo, um cidadão utiliza cerca de 50 litros de água, que depois terá que ser tratada. Além disso, a água é aquecida consumindo 1,5 quilowatt-hora (cerca de 1,3 milhões de calorias), e para gerar essa energia foi preciso perturbar o ambiente de alguma maneira...

II. Na hora de ir para o trabalho, o percurso médio dos moradores de Barcelona mostra que o carro libera 90 gramas do venenoso monóxido de carbono e 25 gramas de óxidos de nitrogênio... Ao mesmo tempo, o carro consome combustível equivalente a 8,9 kwh.

III. Na hora de recolher o lixo doméstico... quase 1kg por dia. Em cada quilo há aproximadamente 240 gramas de papel, papelão e embalagens; 80 gramas de plástico; 55 gramas de metal, 40 gramas de material biodegradável e 80 gramas de vidro.

95. (Enem 1998) Com referência ao trecho II, pode-se afirmar que:

- a) um automóvel produz monóxido de carbono pelo fato de que a queima dos combustíveis utilizados não é completa.
- b) pode-se concluir que o automóvel em questão não utiliza o álcool como combustível.
- c) a produção de óxido de nitrogênio contribui para a chuva ácida.

d) o texto está equivocado, pois os óxidos de nitrogênio lançados na atmosfera não têm qualquer relação com o automóvel.

e) caso o automóvel fosse elétrico, não poluiria o ambiente com monóxido de carbono, mas lançaria ao ar radiações eletromagnéticas prejudiciais à saúde.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Um dos problemas ambientais decorrentes da industrialização é a poluição atmosférica.

Chaminés altas lançam ao ar, entre outros materiais, o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) que pode ser transportado por muitos quilômetros em poucos dias. Dessa forma, podem ocorrer precipitações ácidas em regiões distantes, causando vários danos ao meio ambiente (chuva ácida).

96. (Enem 1998) Com relação aos efeitos sobre o ecossistema, pode-se afirmar que:

I. as chuvas ácidas poderiam causar a diminuição do pH da água de um lago, o que acarretaria a morte de algumas espécies, rompendo a cadeia alimentar.

II. as chuvas ácidas poderiam provocar acidificação do solo, o que prejudicaria o crescimento de certos vegetais.

III. as chuvas ácidas causam danos se apresentarem valor de pH maior que o da água destilada.

Dessas afirmativas está(ão) correta(s):

a) I, apenas.

b) III, apenas.

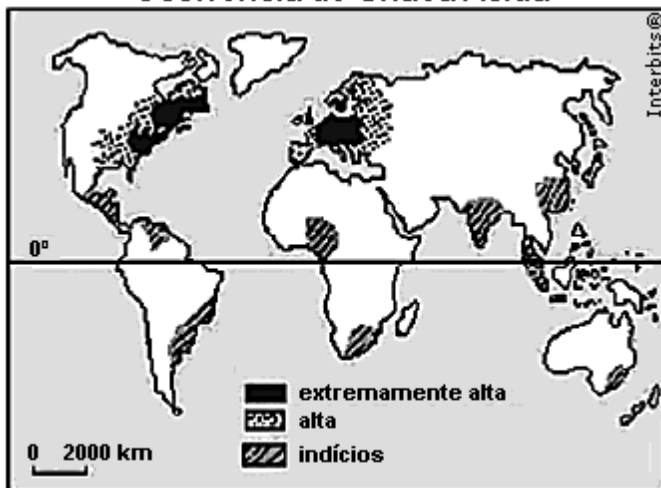
c) I e II, apenas.

d) II e III, apenas.

e) I e III, apenas.

97. (Enem 2ª aplicação 2010)

### Ocorrência de Chuva Ácida



Disponível em: <http://img15.imageshack.us> (adaptado).

A maior frequência na ocorrência do fenômeno atmosférico apresentado na figura relaciona-se a

a) concentrações urbano-industriais.

b) episódios de queimadas florestais.

c) atividades de extrativismo vegetal.

d) índices de pobreza elevados.

e) climas quentes e muito úmidos.

98. (Enem 2ª aplicação 2010) Se, por um lado, o ser humano, como animal, é parte integrante da natureza e necessita dela para continuar sobrevivendo, por outro, como ser social, cada dia mais sofisticada os mecanismos de extrair da natureza recursos que, ao serem aproveitados, podem alterar de modo profundo a funcionalidade harmônica dos ambientes naturais.

ROSS, J. L. S. (Org.). *Geografia do Brasil*. São Paulo: EDUSP, 2005 (adaptado).

A relação entre a sociedade e a natureza vem sofrendo profundas mudanças em razão do conhecimento técnico. A partir da leitura do texto, identifique a possível consequência do avanço da técnica sobre o meio natural.

- a) sociedade aumentou o uso de insumos químicos – agrotóxicos e fertilizantes – e, assim, os riscos de contaminação.
- b) O homem, a partir da evolução técnica, conseguiu explorar a natureza e difundir harmonia na vida social.
- c) As degradações produzidas pela exploração dos recursos naturais são reversíveis, o que, de certa forma, possibilita a recriação da natureza.
- d) O desenvolvimento técnico, dirigido para a recomposição de áreas degradadas, superou os efeitos negativos da degradação.
- e) As mudanças provocadas pelas ações humanas sobre a natureza foram mínimas, uma vez que os recursos utilizados são de caráter renovável.

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

Disponível em: <http://www.keroagua.blogspot.com>. Acesso em: 30 mar. 2009 (adaptado).

A transformação mencionada no texto é a

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

## PINTOU NO ENEM: BACTÉRIAS E DOENÇAS BACTERIANAS

**1) (ENEM 2005)** Entre 1975 e 1999, apenas 15 novos produtos foram desenvolvidos para o tratamento da tuberculose e de doenças tropicais, as chamadas doenças negligenciadas. No mesmo período, 179 novas drogas surgiram para atender portadores de doenças cardiovasculares.

Desde 2003, um grande programa articula esforços em pesquisa e desenvolvimento tecnológico de instituições científicas, governamentais e privadas de vários países para reverter esse quadro de modo duradouro e profissional.

Sobre as doenças negligenciadas e o programa internacional, considere as seguintes afirmativas:

I. As doenças negligenciadas, típicas das regiões subdesenvolvidas do planeta, são geralmente associadas à subnutrição e à falta de saneamento básico.

II. As pesquisas sobre as doenças negligenciadas não interessam à indústria farmacêutica porque atingem países em desenvolvimento sendo economicamente pouco atrativas.

III. O programa de combate às doenças negligenciadas endêmicas não interessa ao Brasil porque atende a uma parcela muito pequena da população.

Está correto apenas o que se afirma em

- (A) I. (B) II.
- (C) III. (D) I e II.
- (E) II e III.

### **2) (ENEM 1999) CASOS DE LEPTOSPIROSE CRESCEM NA REGIÃO**

M.P.S. tem 12 anos e está desde janeiro em tratamento de leptospirose. Ela perdeu a tranquilidade e encontrou nos ratos, (...), os vilões de sua infância. "Se eu não os matar, eles me matam", diz. Seu medo reflete um dos maiores problemas do bairro: a falta de saneamento básico e o acúmulo de lixo...

(*O Estado de S. Paulo*, 31/07/1997)

OITO SUSPEITOS DE LEPTOSPIROSE

A cidade ficou sob as águas na madrugada de anteontem e, além de 120 desabrigados, as inundações estão fazendo outro tipo de vítimas: já há oito suspeitas de casos de leptospirose (...) transmitida pela urina de ratos contaminados.

(Folha de S. Paulo, 12/02/1999)

As notícias dos jornais sobre casos de leptospirose estão associadas aos fatos:

I. Quando ocorre uma enchente, as águas espalham, além do lixo acumulado, todos os desejos dos animais que ali vivem.

II. O acúmulo de lixo cria ambiente propício para a proliferação dos ratos.

III. O lixo acumulado nos terrenos baldios e nas margens de rios entope os bueiros e compromete o escoamento das águas em dias de chuva.

IV. As pessoas que vivem na região assolada pela enchente, entrando em contato com a água contaminada, têm grande chance de contrair a leptospirose.

A SEQUÊNCIA de fatos que relaciona corretamente a leptospirose, o lixo, as enchentes e os roedores, é

(A) I, II, III e IV. (B) I, III, IV e II.

(C) IV, III, II e I. (D) II, IV, I e III.

(E) II, III, I e IV.

**3) (ENEM 2003)** Na embalagem de um antibiótico, encontra-se uma bula que, entre outras informações, explica a ação do remédio do seguinte modo: O medicamento atua por inibição da síntese proteica bacteriana.

Essa afirmação permite concluir que o antibiótico

(A) impede a fotossíntese realizada pelas bactérias causadoras da doença e, assim, elas não se alimentam e morrem.

(B) altera as informações genéticas das bactérias causadoras da doença, o que impede manutenção e reprodução desses organismos.

(C) dissolve as membranas das bactérias responsáveis pela doença, o que dificulta o transporte de nutrientes e provoca a morte delas.

(D) elimina os vírus causadores da doença, pois não conseguem obter as proteínas que seriam produzidas pelas bactérias que parasitam.

(E) interrompe a produção de proteína das bactérias causadoras da doença, o que impede sua multiplicação pelo bloqueio de funções vitais.

**4) (ENEM 2003)** O botulismo, intoxicação alimentar que pode levar à morte, é causado por toxinas produzidas por certas bactérias, cuja reprodução ocorre nas seguintes condições: é inibida por pH inferior a 4,5 (meio ácido), temperaturas próxima a 1000°C, concentrações de sal superiores a 10% e presença de nitritos e nitratos como aditivos.

A ocorrência de casos recentes de botulismo em consumidores de palmito em conserva levou a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) a implementar normas para a fabricação e comercialização do produto. No rótulo de uma determinada marca de palmito em conserva, encontram-se as seguintes informações:

I. Ingredientes: Palmito açai, sal diluído a 12% em água, ácido cítrico;

II. Produto fabricado conforme as normas da ANVISA;

III. Ecologicamente correto.

As informações do rótulo que têm relação com as medidas contra o botulismo estão contidas em

(A) II, apenas. (B) III, apenas.

(C) I e II, apenas. (D) II e III, apenas.

(E) I, II e III.

**5) (ENEM 2004)** O que têm em comum Noel Rosa, Castro Alves, Franz Kafka, Álvares de Azevedo, José de Alencar e Frédéric Chopin? Todos eles morreram de tuberculose, doença que ao longo dos séculos fez mais de 100 milhões de vítimas. Aparentemente controlada durante algumas décadas, a tuberculose voltou a matar. O principal obstáculo para seu controle é o aumento do número de linhagens de bactérias resistentes aos antibióticos usados para combatê-la. Esse aumento do número de linhagens resistentes se deve a

(A) modificações no metabolismo das bactérias, para neutralizar o efeito dos antibióticos e incorporá-los à sua nutrição.

(B) mutações selecionadas pelos antibióticos, que eliminam as bactérias sensíveis a eles, mas permitem que as resistentes se multipliquem.

- (C) mutações causadas pelos antibióticos, para que as bactérias se adaptem e transmitam essa adaptação a seus descendentes.
- (D) modificações fisiológicas nas bactérias, para torná-las cada vez mais fortes e mais agressivas no desenvolvimento da doença.
- (E) modificações na sensibilidade das bactérias, ocorridas depois de passarem um longo tempo sem contato com antibióticos.

**6) (ENEM 2010)** O uso prolongado de lentes de contato, sobretudo durante a noite, aliado a condições precárias de higiene representam fatores de risco para o aparecimento de uma infecção denominada ceratite microbiana, que causa ulceração inflamatória da córnea. Para interromper o processo da doença, é necessário tratamento antibiótico.

De modo geral, os fatores de risco provocam a diminuição da oxigenação corneana e determinam mudanças no seu metabolismo, de um estado aeróbico para anaeróbico.

Como decorrência, observa-se a diminuição no número e na velocidade de mitoses do epitélio, o que predispõe ao aparecimento de defeitos epiteliais e à invasão bacteriana.

CRESTA. F. Lente de contato e infecção ocular. *Revista Sinopse de Oftalmologia*. São Paulo: Moreira Jr., v, n.04, 04. 2002 (adaptado).

A instalação das bactérias e o avanço do processo infeccioso na córnea estão relacionados a algumas características gerais desses microrganismos, tais como:

- (A) A grande capacidade de adaptação, considerando as constantes mudanças no ambiente em que se reproduzem e o processo aeróbico como a melhor opção desses microrganismos para a obtenção de energia.
- (B) A grande capacidade de sofrer mutações, aumentando a probabilidade do aparecimento de formas resistentes e o processo anaeróbico da fermentação como a principal via de obtenção de energia.
- (C) A diversidade morfológica entre as bactérias, aumentando a variedade de tipos de agentes infecciosos e a nutrição heterotrófica, como forma de esses microrganismos obterem matéria-prima e energia.
- (D) O alto poder de reprodução, aumentando a variabilidade genética dos milhares de indivíduos e a nutrição heterotrófica, como única forma de obtenção de matéria-prima e energia desses microrganismos.
- (E) O alto poder de reprodução, originando milhares de descendentes geneticamente idênticos entre si e a diversidade metabólica, considerando processos aeróbicos e anaeróbicos para a obtenção de energia.

## PINTOU NO ENEM: VÍRUS E DOENÇAS VIRAIS

**1) (ENEM 2011)** Durante as estações chuvosas, aumentam no Brasil as campanhas de prevenção à dengue, que têm como objetivo a redução da proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor do vírus da dengue.

Que proposta preventiva poderia ser efetivada para diminuir a reprodução desse mosquito?

- (A) Colocação de telas nas portas e janelas, pois o mosquito necessita de ambientes cobertos e fechados para sua reprodução.
- (B) Substituição de casas de barro por casas de alvenaria, haja vista que o mosquito se reproduz na parede das casas de barro.
- (C) Remoção dos recipientes que possam acumular água, porque as larvas do mosquito se desenvolvem nesse meio.
- (D) Higienização adequada de alimentos, visto que as larvas do mosquito se desenvolvem nesse tipo de substrato.
- (E) Colocação de filtros de água nas casas, visto que a reprodução do mosquito acontece em águas contaminadas.

**2) (ENEM 2010)** Investigadores das Universidades de Oxford e da Califórnia desenvolveram uma variedade de *Aedes aegypti* geneticamente modificada que é candidata para uso na busca de redução na transmissão do vírus da dengue. Nessa nova variedade de mosquito, as fêmeas não conseguem voar devido à interrupção do desenvolvimento do músculo das asas. A modificação genética introduzida é um gene dominante condicional, isso é, o gene tem expressão dominante (basta apenas uma cópia do alelo) e este só atua nas fêmeas.

FU, G. et al. Female-specific flightless phenotype for mosquito control.

PNAS 107 (10): 4550-4554, 2010.

Prevê-se, porém, que a utilização dessa variedade de *Aedes aegypti* demore ainda anos para ser implementada, pois há demanda de muitos estudos com relação ao impacto ambiental. A liberação de

machos de *Aedes aegypti* dessa variedade geneticamente modificada reduziria o número de casos de dengue em uma determinada região porque

- (A) diminuiria o sucesso reprodutivo desses machos transgênicos.
- (B) restringiria a área geográfica de voo dessa espécie de mosquito.
- (C) dificultaria a contaminação e reprodução do vetor natural da doença.
- (D) tornaria o mosquito menos resistente ao agente etiológico da doença.
- (E) dificultaria a obtenção de alimentos pelos machos geneticamente modificados.

**3) (ENEM 2010)** A Síndrome da Imunociência Adquirida (AIDS) é a manifestação clínica da infecção pelo vírus HIV, que leva, em média, oito anos para se manifestar. No Brasil, desde a identificação do primeiro caso de AIDS em 1980 até junho de 2007, já foram identificados cerca de 174 mil casos da doença. O país acumulou, aproximadamente, 192 mil óbitos devido à AIDS até junho Página 5 de 14Curso Wellington – Biologia – Víroses – Prof Hilton Franco de 2006, sendo as taxas de mortalidade crescentes até meados da década de 1990 e estabilizando-se em cerca de 11 mil óbitos anuais desde 1998. [...] A partir do ano 2000, essa taxa se estabilizou em cerca de 6,4 óbitos por 100 mil habitantes, sendo esta estabilização mais evidente em São Paulo e no Distrito Federal.

A redução nas taxas de mortalidade devido à AIDS a partir da década de 1990 é decorrente

- (A) do aumento do uso de preservativos nas relações sexuais, que torna o vírus HIV menos letal.
- (B) da melhoria das condições alimentares dos soropositivos, a qual fortalece o sistema imunológico deles.
- (C) do desenvolvimento de drogas que permitem diferentes formas de ação contra o vírus HIV.
- (D) das melhorias sanitárias implementadas nos últimos 30 anos, principalmente nas grandes capitais.
- (E) das campanhas que estimulam a vacinação contra o vírus e a busca pelos serviços de saúde.

**4) (ENEM 2007)** O *Aedes aegypti* é vetor transmissor da dengue. Uma pesquisa feita em São Luís – MA, de 2000 a 2002, mapeou os tipos de reservatório onde esse mosquito era encontrado. A tabela abaixo mostra parte dos dados coletados nessa pesquisa.

Tipos de reservatórios	População de <i>A. aegypti</i>		
	2000	2001	2002
Pneu	895	1.658	974
Tambor/tanque/depósito de barro	6.855	46.444	32.787
Vaso de planta	456	3.191	1.399
Material de construção/peça de carro	271	436	276
Garrafa/lata/plástico	675	2.100	1.059
Poço/cisterna	44	428	275
Caixa d'água	248	1.689	1.014
Recipiente natural, armadilha, piscina e outros	615	2.658	1.178
<b>Total</b>	<b>10.059</b>	<b>58.604</b>	<b>38.962</b>

De acordo com essa pesquisa, o alvo inicial para a redução mais rápida dos focos do mosquito vetor da dengue nesse município deveria ser constituído por:

- (A) pneus e caixas d'água.
- (B) tambores, tanques e depósitos de barro.
- (C) vasos de plantas, poços e cisternas.
- (D) materiais de construção e peças de carro.
- (E) garrafas, latas e plásticos.

**5) (ENEM 2002)** Uma nova preocupação atinge os profissionais que trabalham na prevenção da AIDS no Brasil. Tem-se observado um aumento crescente, principalmente entre os jovens, de novos casos de AIDS, questionando-se, inclusive, se a prevenção vem sendo ou não relaxada. Essa temática vem sendo abordada pela mídia:

"Medicamentos já não fazem efeito em 20% dos infectados pelo vírus HIV.

Análises revelam que um quinto das pessoas recém-infectadas não haviam sido submetidas a nenhum tratamento e, mesmo assim, não responderam às duas principais drogas anti-AIDS. Dos pacientes estudados, 50% apresentavam o vírus FB, uma combinação dos dois subtipos mais prevalentes no país, F e B".

(Adaptado do "Jornal do Brasil", 02/10/2001.)

Dadas as afirmações acima, considerando o enfoque da prevenção, e devido ao aumento de casos da doença em adolescentes, afirma-se que

I - O sucesso inicial dos coquetéis anti-HIV talvez tenha levado a população a se descuidar e não utilizar medidas de proteção, pois se criou a ideia de que estes remédios sempre funcionam.

II - Os vários tipos de vírus estão tão resistentes que não há nenhum tipo de tratamento eficaz e nem mesmo qualquer medida de prevenção adequada.

III - Os vírus estão cada vez mais resistentes e, para evitar sua disseminação, os infectados também devem usar camisinhas e não apenas administrar coquetéis.

Está correto o que se afirma em

- (A) I, apenas. (B) II, apenas.  
 (C) I e III, apenas. (D) II e III, apenas.  
 (E) I, II e III.

**6) (ENEM 2001)** A partir do primeiro semestre de 2000, a ocorrência de casos humanos de febre amarela silvestre extrapolou as áreas endêmicas, com registro de casos em São Paulo e na Bahia, onde os últimos casos tinham ocorrido em 1953 e 1948. Para controlar a febre amarela silvestre e prevenir o risco de uma reurbanização da doença, foram propostas as seguintes ações:

I. Exterminar os animais que servem de reservatório do vírus causador da doença.

II. Combater a proliferação do mosquito transmissor.

III. Intensificar a vacinação nas áreas onde a febre amarela é endêmica e em suas regiões limítrofes.

É efetiva e possível de ser implementada uma estratégia envolvendo

- (A) a ação II, apenas. (B) as ações I e II, apenas.  
 (C) as ações I e III, apenas. (D) as ações II e III, apenas.  
 (E) as ações I, II e III.

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

TANURI, A.; FERREIRA JUNIOR, O. C. Vacina contra Aids:

desafios e esperanças. Ciência Hoje (44) 26, 2009 (adaptado).

Uma vacina eficiente contra o HIV deveria:

- (A) Induzir a imunidade, para proteger o organismo da contaminação viral.  
 (B) Ser capaz de alterar o genoma do organismo portador, induzindo a síntese de enzimas.  
 (C) Produzir antígenos capazes de se ligarem ao vírus, impedindo que este entre nas células do organismo humano.  
 (D) Ser amplamente aplicada em animais, visto que esses são os principais transmissores do vírus para os seres humanos.  
 (E) Estimular a imunidade, minimizando a transmissão do vírus por gotículas de saliva.

**8) (ENEM 2011)** O vírus do papiloma humano (HPV, na sigla em inglês) causa o aparecimento de verrugas e infecção persistente, sendo o principal fator ambiental do câncer de colo de útero nas mulheres. O vírus pode entrar pela pele ou por mucosas do corpo, o qual desenvolve anticorpos contra a ameaça, embora em alguns casos a defesa natural do organismo não seja suficiente. Foi desenvolvida uma vacina contra o HPV, que reduz em até 90% as verrugas e 85,6% dos casos de infecção persistente em comparação com pessoas não vacinadas.

Disponível em: [HTTP://g1.globo.com](http://g1.globo.com). Acesso em: 12 jun 2011.

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

- (A) alta concentração de macrófagos.  
 (B) elevada taxa de anticorpos específicos anti-HPV circulantes.  
 (C) aumento na produção de hemácias após a infecção por vírus HPV.  
 (D) rapidez na produção de altas concentrações de linfócitos matadores.  
 (E) presença de células de memória que atuam na resposta secundária.

## PINTOU NO ENEM: BIOTECNOLOGIA

**1) (ENEM 2012)** O milho transgênico é produzido a partir da manipulação do milho original, com a transferência, para este, de um gene de interesse retirado de outro organismo de espécie diferente. A característica de interesse será manifestada em decorrência

- (A) do incremento do DNA a partir da duplicação do gene transferido.
- (B) da transcrição do RNA transportador a partir do gene transferido.
- (C) da expressão de proteínas sintetizadas a partir do DNA não hibridizado.
- (D) da síntese de carboidratos a partir da ativação do DNA do milho original.
- (E) da tradução do RNA mensageiro sintetizado a partir do DNA recombinante.

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

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

A importância dessa inovação tecnológica para a comunidade científica se deve à

- (A) possibilidade de sequenciar os genomas de bactérias para serem usados como receptores de cromossomos artificiais.
- (B) capacidade de criação, pela ciência, de novas formas de vida, utilizando substâncias como carboidratos e lipídios.
- (C) possibilidade de produção em massa da bactéria *Mycoplasma capricolum* para sua distribuição em ambientes naturais.
- (D) possibilidade de programar geneticamente microrganismos ou seres mais complexos para produzir medicamentos, vacinas e biocombustíveis.
- (E) capacidade da bactéria *Mycoplasma capricolum* de expressar suas proteínas na bactéria sintética e estas serem usadas na indústria.

**3) (ENEM 2010)** Segundo Jeffrey M. Smith, pesquisador de um laboratório que faz análises de organismos geneticamente modificados, após a introdução da soja transgênica no Reino Unido, aumentaram em 50% os casos de alergias. “O gene que é colocado na soja cria uma proteína nova que até então não existia na alimentação humana, a qual poderia ser potencialmente alergênica”, explica o pesquisador.

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

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

- (A) que podem ser reconhecidas como antigênicas pelo sistema imunológico desses consumidores.
- (B) que não são reconhecidas pelos anticorpos produzidos pelo sistema imunológico desses consumidores.
- (C) com estrutura primária idêntica às já encontradas no sistema sanguíneo desses consumidores.
- (D) com sequência de aminoácidos idêntica às produzidas pelas células brancas do sistema sanguíneo desses consumidores.
- (E) com estrutura quaternária idêntica à dos anticorpos produzidos pelo sistema imunológico desses consumidores.

**4) (ENEM 2009)** Um novo método para produzir insulina artificial que utiliza tecnologia de DNA recombinante foi desenvolvido por pesquisadores do Departamento de Biologia Celular da Universidade de Brasília (UnB) em parceria com a iniciativa privada. Os pesquisadores modificaram geneticamente a bactéria *Escherichia coli* para torná-la capaz de sintetizar o hormônio. O processo permitiu fabricar insulina em maior quantidade e em apenas 30 dias, um terço do tempo necessário para obtê-la pelo método tradicional, que consiste na extração do hormônio a partir do pâncreas de animais abatidos.

*Ciência Hoje*, 24 abr. 2001. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br> (adaptado).

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

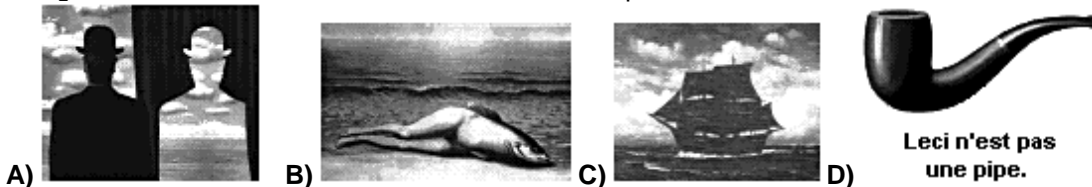
- (A) o aperfeiçoamento do processo de extração de insulina a partir do pâncreas suíno.
- (B) a seleção de microrganismos resistentes a antibióticos.
- (C) o progresso na técnica da síntese química de hormônios.

- (D) impacto favorável na saúde de indivíduos diabéticos.  
 (E) a criação de animais transgênicos.

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

- (A) do DNAMt, transmitido ao longo da linhagem materna, pois, em cada célula humana, há várias cópias dessa molécula.  
 (B) do cromossomo X, pois a vítima herdou duas cópias desse cromossomo, estando assim em número superior aos demais.  
 (C) do cromossomo autossômico, pois esse cromossomo apresenta maior quantidade de material genético quando comparado aos nucleares, como, por exemplo, o DNAMt.  
 (D) do cromossomo Y, pois, em condições normais, este é transmitido integralmente do pai para toda a prole e está presente em duas cópias em células de indivíduos do sexo feminino.  
 (E) de marcadores genéticos em cromossomos autossômicos, pois estes, além de serem transmitidos pelo pai e pela mãe, estão presentes em 44 cópias por célula, e os demais, em apenas uma.

**6) (ENEM 2005)** Os transgênicos vêm ocupando parte da imprensa com opiniões ora favoráveis ora desfavoráveis. Um organismo ao receber material genético de outra espécie, ou modificado da mesma espécie, passa a apresentar novas características. Assim, por exemplo, já temos bactérias fabricando hormônios humanos, algodão colorido e cabras que produzem fatores de coagulação sanguínea humana. O belga René Magritte (1896-1967), um dos pintores surrealistas mais importantes, deixou obras enigmáticas. Caso você fosse escolher uma ilustração para um artigo sobre os transgênicos, qual das obras de Magritte, a seguir, estaria mais de acordo com esse tema tão polêmico?



**7) (ENEM 2005)** A Embrapa possui uma linhagem de soja transgênica resistente ao herbicida IMAZAPIR. A planta está passando por testes de segurança nutricional e ambiental, processo que exige cerca de três anos. Uma linhagem de soja transgênica requer a produção inicial de 200 plantas resistentes ao herbicida e destas são selecionadas as dez mais "estáveis", com maior capacidade de gerar descendentes também resistentes. Esses descendentes são submetidos a doses de herbicida três vezes superiores às aplicadas nas lavouras convencionais. Em seguida, as cinco melhores são separadas e apenas uma delas é levada a testes de segurança. Os riscos ambientais da soja transgênica são pequenos, já que ela não tem possibilidade de cruzamento com outras plantas e o perigo de polinização cruzada com outro tipo de soja é de apenas 1%. A soja transgênica, segundo o texto, apresenta baixo risco ambiental porque

- (A) a resistência ao herbicida não é estável e assim não passa para as plantas-filhas.  
 (B) as doses de herbicida aplicadas nas plantas são 3 vezes superiores às usuais.  
 (C) a capacidade da linhagem de cruzar com espécies selvagens é inexistente.  
 (D) a linhagem passou por testes nutricionais e após três anos foi aprovada.  
 (E) a linhagem obtida foi testada rigorosamente em relação a sua segurança.

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 2 QUESTÕES:

A sequência a seguir indica de maneira simplificada os passos seguidos por um grupo de cientistas para a clonagem de uma vaca:

- I. Retirou-se um óvulo da vaca Z. O núcleo foi desprezado, obtendo-se um óvulo anucleado.
- II. Retirou-se uma célula da glândula mamária da vaca W. O núcleo foi isolado e conservado, desprezando-se o resto da célula.
- III. O núcleo da célula da glândula mamária foi introduzido no óvulo anucleado. A célula reconstituída foi estimulada para entrar em divisão.
- IV. Após algumas divisões, o embrião foi implantado no útero de uma terceira vaca Y, mãe de aluguel. O embrião se desenvolveu e deu origem ao clone.

**8) (ENEM 1999)** Considerando-se que os animais Z, W e Y não têm parentesco, pode-se afirmar que o animal resultante da clonagem que tem as características genéticas da vaca é(são)

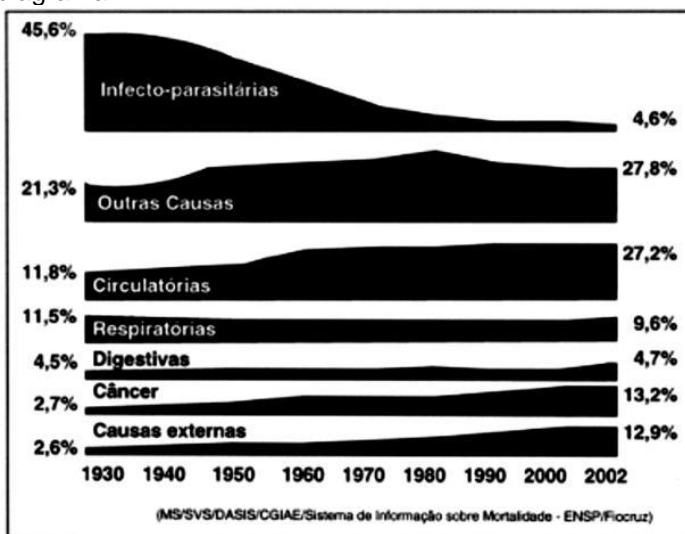
- (A) Z, apenas. (B) W, apenas.  
 (C) Y, apenas. (D) Z e da W, apenas.  
 (E) Z, W e Y.

**9) (ENEM 1999)** Se a vaca Y, utilizada como "mãe de aluguel", for a mãe biológica da vaca W, a porcentagem de genes da "mãe de aluguel" presente no clone será

- (A) 0 %. (B) 25 %.  
 (C) 50 %. (D) 75 %.  
 (E) 100 %.

## PINTOU NO ENEM: IMUNIZAÇÃO

**1) (ENEM 2004)** Algumas doenças que, durante várias décadas do século XX, foram responsáveis pelas maiores porcentagens das mortes no Brasil, não são mais significativas neste início do século XXI. No entanto, aumentou o percentual de mortalidade devida a outras doenças, conforme se pode observar no diagrama:



No período considerado no diagrama, deixaram de ser predominantes, como causas de morte, as doenças

- (A) infecto-parasitárias, eliminadas pelo êxodo rural que ocorreu entre 1930 e 1940.  
 (B) infecto-parasitárias, reduzidas por maior saneamento básico, vacinas e antibióticos.  
 (C) digestivas, combatidas pelas vacinas, vermífugos, novos tratamentos e cirurgias.  
 (D) digestivas, evitadas graças à melhoria do padrão alimentar do brasileiro.  
 (E) respiratórias, contidas pelo melhor controle da qualidade do ar nas grandes cidades.

**2) (ENEM 2005)** Entre 1975 e 1999, apenas 15 novos produtos foram desenvolvidos para o tratamento da tuberculose e de doenças tropicais, as chamadas doenças negligenciadas. No mesmo período, 179 novas

drogas surgiram para atender portadores de doenças cardiovasculares. Desde 2003, um grande programa articula esforços em pesquisa e desenvolvimento tecnológico de instituições científicas, governamentais e privadas de vários países para reverter esse quadro de modo duradouro e profissional.

Sobre as doenças negligenciadas e o programa internacional, considere as seguintes afirmativas:

I. As doenças negligenciadas, típicas das regiões subdesenvolvidas do planeta, são geralmente associadas à subnutrição e à falta de saneamento básico.

II. As pesquisas sobre as doenças negligenciadas não interessam à indústria farmacêutica porque atingem países em desenvolvimento sendo economicamente pouco atrativas.

III. O programa de combate às doenças negligenciadas endêmicas não interessa ao Brasil porque atende a uma parcela muito pequena da população.

Está correto apenas o que se afirma em

- (A) I. (B) II.  
 (C) III. (D) I e II.  
 (E) II e III.

**3) (ENEM 2009)** Os planos de controle e erradicação de doenças em animais envolvem ações de profilaxia e dependem em grande medida da correta utilização e interpretação de testes diagnósticos. O quadro mostra um exemplo hipotético de aplicação de um teste diagnóstico.

Resultado do teste	Condição real dos animais		Total
	Infectado	Não infectado	
Positivo	45	38	83
Negativo	5	912	917
Total	50	950	1.000

Manual Técnico do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal - PNCEBT

Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2006 (adaptado).

Considerando que, no teste diagnóstico, a sensibilidade é a probabilidade de um animal infectado ser classificado como positivo e a especificidade é a probabilidade de um animal não infectado ter resultado negativo, a interpretação do quadro permite inferir que

- (A) a especificidade aponta um número de 5 falsos positivos.  
 (B) o teste, a cada 100 indivíduos infectados, classificaria 90 como positivos.  
 (C) o teste classificaria 96 como positivos em cada 100 indivíduos não infectado.  
 (D) ações de profilaxia são medidas adotadas para o tratamento de falsos positivos.  
 (E) testes de alta sensibilidade resultam em maior número de animais falsos negativos comparado a um teste de baixa sensibilidade.

**4) (ENEM 2010)** A vacina, o soro e os antibióticos submetem os organismos a processos biológicos diferentes. Pessoas que viajam para regiões em que ocorrem altas incidências de febre amarela, de picadas de cobras peçonhentas e de leptospirose e querem evitar ou tratar problemas de saúde relacionados a essas ocorrências devem seguir determinadas orientações.

Ao procurar um posto de saúde, um viajante deveria ser orientado por um médico a tomar preventivamente ou como medida de tratamento

- (A) antibiótico contra o vírus da febre amarela, soro antiofídico caso seja picado por uma cobra e vacina contra leptospirose.  
 (B) vacina contra o vírus da febre amarela, soro antiofídico caso seja picado por uma cobra e antibiótico caso entre em contato com a *Leptospira* sp.  
 (C) soro contra o vírus da febre amarela, antibiótico caso seja picado por uma cobra e soro contra toxinas bacterianas.

(D) antibiótico ou soro, tanto contra o vírus da febre amarela como para veneno de cobras, e vacina contra a leptospirose.

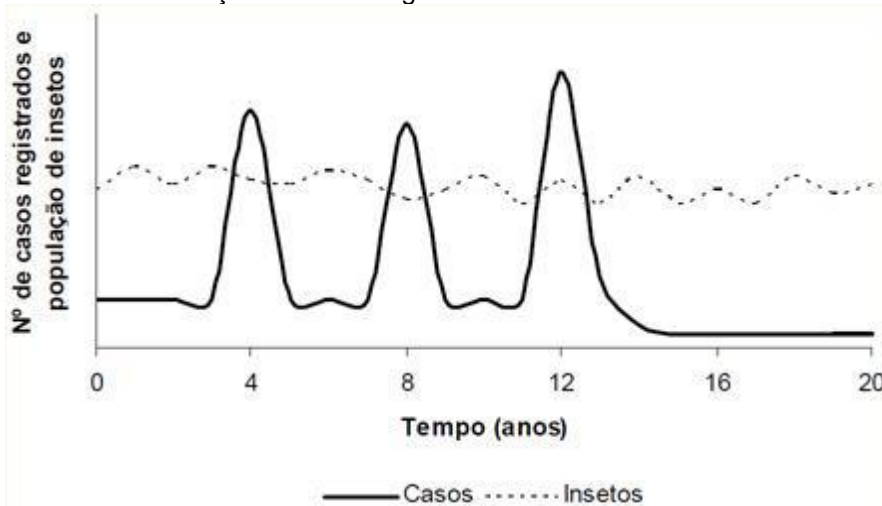
(E) soro antiofídico e antibiótico contra a *Leptospira* sp e vacina contra a febre amarela caso entre em contato com o vírus causador da doença.

**5) (ENEM 2011)** Os sintomas mais sérios da Gripe A, causada pelo vírus H1N1, foram apresentados por pessoas mais idosas e por gestantes. O motivo aparente é a menor imunidade desses grupos contra o vírus. Para aumentar a imunidade populacional relativa ao vírus da gripe A, o governo brasileiro distribuiu vacinas para os grupos mais suscetíveis.

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

- (A) possui anticorpos contra o agente causador da doença.
- (B) possui proteínas que eliminam o agente causador da doença.
- (C) estimula a produção de glóbulos vermelhos pela medula óssea.
- (D) possui linfócitos B e T que neutralizam o agente causador da doença.
- (E) estimula a produção de anticorpos contra o agente causador da doença.

**6) (ENEM 2009)** O gráfico a seguir ilustra, de maneira hipotética, o número de casos, ao longo de 20 anos, de uma doença infecciosa e transmissível (linha cheia), própria de uma região tropical específica, transmitida por meio da picada de inseto. A variação na densidade populacional do inseto transmissor, na região considerada, é ilustrada (linha pontilhada). Durante o período apresentado não foram registrados casos dessa doença em outras regiões.



Sabendo que as informações se referem a um caso típico de endemia, com um surto epidêmico a cada quatro anos, percebe-se que no terceiro ciclo houve um aumento do número de casos registrados da doença. Após esse surto foi realizada uma intervenção que controlou essa endemia devido

- (A) à população ter se tornado autoimune.
- (B) à introdução de predadores do agente transmissor.
- (C) à instalação de proteção mecânica nas residências, como telas nas aberturas.
- (D) ao desenvolvimento de agentes químicos para erradicação do agente transmissor.
- (E) ao desenvolvimento de vacina que ainda não era disponível na época do primeiro surto.

## GABARITO ECOLOGIA E MEIO AMBIENTE

**Resposta da questão 1:** [D]

A função interativa I representa a proporção de energia transferida de *P1* (herbívoro) ou *P2* (carnívoro) na alimentação de *P3* (onívoro).

**Resposta da questão 2:** [B]

Os peixes híbridos podem invadir rios e lagos, se reproduzir e substituir as populações naturais por competirem com estes pelos recursos do meio.

**Resposta da questão 3:** [D]

As plantas do cerrado brasileiro muitas vezes apresentam as gemas apicais pilosas como fator adaptativo para a proteção contra o fogo que, com frequência, atinge esse bioma.

**Resposta da questão 4:** [E]

A biorremediação consiste na utilização de microrganismos capazes de metabolizar os materiais que contaminam o ambiente, liberando subprodutos pouco tóxicos ou não tóxicos.

**Resposta da questão 5:** [B]

As latas de alumínio podem ser recicladas para a fabricação de lingotes do mineral. Esses lingotes são reutilizados para a produção de diversos materiais que contêm alumínio, inclusive novas latas.

**Resposta da questão 6:** [D]

O texto descreve o nicho ecológico tamanduá-mirim, isto é, o papel funcional desempenhado por esta espécie em seu *habitat*.

**Resposta da questão 7:** [D]

As áreas represadas para o abastecimento de hidrelétricas são fontes importantes de produção de metano (CH<sub>4</sub>) devido à intensa decomposição anaeróbica da biomassa vegetal morta e submersa.

**Resposta da questão 8:** [C]

Ao se alimentar de humanos que comeram vegetais, o tigre comporta-se como consumidor secundário. Os abutres serão consumidores terciários quando ingerirem a carne do tigre morto.

**Resposta da questão 9:** [E]

O texto revela que a ideia do senso comum, de que as lagartas de borboletas possuem voracidade generalizada, é derrubada pela especificidade dos animais ao se alimentar das plantas da família *Solanaceae* existentes nos locais onde vivem.

**Resposta da questão 10:** [D]

As fêmeas do vaga-lume do gênero *Photuris* matam e devoram os vaga-lumes do gênero *Photinus*, configurando uma relação ecológica desarmônica interespecífica denominada predatismo.

**Resposta da questão 11:** [A]

A técnica utilizada no combate às lagartas que se alimentam das folhas do algodoeiro consiste no controle biológico de pragas. Esse método emprega parasitas específicos das espécies que se quer combater. Os embriões da microvespa se desenvolvem alimentando-se dos ovos da borboleta, controlando a população das lagartas que comem folhas.

**Resposta da questão 12:** [A]

Os biocombustíveis são menos poluentes que os combustíveis fósseis. Sua produção deve ocorrer com eficiência suficiente para que sejam oferecidos a um custo razoável e possam gerar empregos.

**Resposta da questão 13:** [B]

A degradação anaeróbica da matéria orgânica por bactérias metanogênicas produz metano como subproduto. O gás metano pode causar explosões em lixões abandonados se não for corretamente canalizado ou dispensado.

**Resposta da questão 14:** [A]

A digestão da celulose do capim ingerido pelos ruminantes é realizada por microrganismos anaeróbicos metanogênicos. Esses organismos produzem o gás metano como subproduto de seu metabolismo celular.

**Resposta da questão 15:** [C]

A eutroficação é provocada pela ação humana e consiste no enriquecimento das águas com nutrientes que favorecem a proliferação excessiva de algas do fitoplâncton.

**Resposta da questão 16:** [B]

Uma maneira de evitar a diminuição da concentração de oxigênio no ambiente é tratar o esgoto antes de lançá-lo no ambiente. Dessa forma, diminui-se a concentração de materiais ricos em nutrientes, evitando sua eutrofização.

**Resposta da questão 17:** [A]

O mercúrio é um poluente não biodegradável e de difícil eliminação pelos organismos vivos. Esse metal pesado acumula-se ao longo das cadeias alimentares, ficando mais concentrado nos níveis mais distantes dos produtores, isto é, acumulado nos tecidos dos consumidores que se alimentam de organismos contaminados.

**Resposta da questão 18:** [C]

Os efeitos do derrame de petróleo na baía de Guanabara em 2000 ilustram a grande interdependência entre as diversas formas de vida e seu habitat. Ao desfavorecer a realização da fotossíntese, o derrame de petróleo desfavorece toda a comunidade marinha.

**Resposta da questão 19:** [A]

O gás carbônico é uma substância capaz de se dissolver na água tornando-a mais ácida. O equilíbrio adiante mostra a reação:

**Resposta da questão 20:** [D]

O Brasil é um país extenso com grandes áreas, onde a fiscalização é precária ou ausente.

**Resposta da questão 21:** [D]

A utilização de transportes coletivos e a diminuição da queima de combustíveis fósseis auxiliam na redução do aquecimento global. A destruição da fauna coralínea mundial está inequivocamente relacionada à intensificação do efeito estufa da atmosfera terrestre.

**Resposta da questão 22:** [D]

Ao realizarem a fotossíntese, os organismos autótrofos consomem CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O do ambiente e produzem matéria orgânica e oxigênio. A matéria orgânica produzida é utilizada como fonte de energia pelos organismos autótrofos e heterótrofos.

**Resposta da questão 23:** [B]

Caso o planeta sofresse uma queda de temperatura ao invés de um superaquecimento, as geleiras aumentariam, diminuindo o nível do mar e alterando o relevo dos continentes. A fauna e a flora das regiões próximas ao círculo polar ártico e antártico seriam as que mais sofreriam com a glaciação e haveria grandes prejuízos à população humana e ao seu desenvolvimento.

**Resposta da questão 24:** [C]

A água é um componente abiótico indispensável para o metabolismo dos seres vivos em geral e em particular dos microrganismos decompositores que agem no lixo orgânico. Dessa forma, a falta de água impede a ação desses microrganismos.

**Resposta da questão 25:** [D]

Considerando que na região Nordeste do Brasil, mesmo nos anos mais secos, não chove menos que 200 milímetros por ano, uma proposta eficaz para reduzir os impactos da falta de água na região seria a captação da água da chuva em cisternas e seu adequado tratamento e armazenamento para o consumo humano.

**Resposta da questão 26:** [E]

Em ecologia, ambiente é qualquer local, seja ele natural ou urbano, em que componentes bióticos (biocenose) e componentes abióticos (biótopo) interagem, formando um sistema estável.

**Resposta da questão 27:** [E]

Uma observação da tabela nos revela que a única estação da RMSP indicando má qualidade do qualidade do ar é Pinheiros, com altos índices de SO<sub>2</sub>, causador de redução da visibilidade na atmosfera.

**Resposta da questão 28:** [E]

As partículas sólidas provenientes da carcinicultura, quando em suspensão na água, dificultam a entrada de luz, comprometendo a fotossíntese promovida pelo fitoplâncton que são os produtores dos ecossistemas marinhos.

**Resposta da questão 29:** [A]

As colônias de formigas caracterizam-se pela presença de castas, isto é, divisão de tarefas com funções muito bem definidas entre seus componentes, o que contribui para o sucesso das colônias.

**Resposta da questão 30:** [B]

Um programa de reflorestamento deve seguir os passos de uma sucessão ecológica e, nesse caso, uma vez que na região desmatada há incidência solar direta, as plantas indicadas para iniciar esse processo seriam as espécies pioneiras, como as plantas 2, 3 e 5, que suportam uma incidência maior de luz.

**Resposta da questão 31:** [D]

Por ser biodegradável, o bioplástico concorre para a substituição de recursos não renováveis, como os de origem petroquímica, na fabricação de plásticos.

**Resposta da questão 32:** [C]

São variáveis biológicas: densidade populacional de cianobactérias e de invertebrados bentônicos. As demais são variáveis físicas ou químicas.

**Resposta da questão 33:** [D]

Mesmo estando a 100 Km de distância, o sal trazido pelo vento do mar de Aral até a vila rural provavelmente deve ser a causa do aumento da salinidade das águas do local, conseqüentemente, dos problemas de saúde da população e da diminuição da produtividade agrícola.

**Resposta da questão 34:** [D]

De todas as propostas consideradas, a única viável para conservar o meio ambiente e a água doce é a de reduzir a poluição e a exploração dos recursos naturais, e, ao mesmo tempo, otimizar o uso da água potável e aumentar a captação da água da chuva. As demais ou são inviáveis, ou causariam outros impactos no meio ambiente.

**Resposta da questão 35:** [B]

De acordo com o texto, devemos coletar o óleo devidamente e transportá-lo às empresas de produção de biodiesel

**Resposta da questão 36:** [E]

Todas as alternativas estão corretas se considerarmos o tema e a forma como a questão foi abordada.

**Resposta da questão 37:** [B]

A vegetação é a principal fonte do NCN, molécula diretamente relacionada à precipitação. As queimadas destroem a vegetação e alteram totalmente o ciclo da água na natureza.

**Resposta da questão 38:** [C]

As formigas da espécie 1 e as acácias apresentam uma relação de cooperação (harmônica e interespecífica). Dependendo do grau de interdependência entre estas espécies, a relação poderia ser de mutualismo.

**Resposta da questão 39:** [E]

Espécies exóticas podem provocar a extinção de espécies nativas. As espécies exóticas passam a ocupar os nichos das espécies nativas, provocando desequilíbrios e, como é evidenciado no texto, grandes prejuízos à atividade humana.

**Resposta da questão 40:** [D]

O equilíbrio do ecossistema está diretamente relacionado às relações harmônicas e desarmônicas descritas no texto.

**Resposta da questão 41:** [D]

Todas as alternativas propostas envolvem o trabalho humano para a obtenção e utilização da energia armazenada nos carboidratos produzidos pela cana-de-açúcar.

**Resposta da questão 42:** [E]

Todas as afirmativas estão corretas e correlacionadas ao tema abordado na questão.

**Resposta da questão 43:** [B]

O texto alerta para alguns dos inúmeros prejuízos que o aquecimento global causa para a biodiversidade das regiões árticas.

**Resposta da questão 44:** [A]

A foto da campanha publicitária visa conscientizar o povo brasileiro que o comércio ilícito da fauna silvestre é um fator importante na redução da biodiversidade nacional e na extinção de espécies endêmicas no Brasil.

**Resposta da questão 45:** [B]

A extração predatória de árvores, como o mogno, jacarandá e outras reduz a biodiversidade das regiões onde vivem esses vegetais. Não se sabe o espectro do impacto ecológico que pode ser causado pela destruição da bioflora brasileira e mundial.

**Resposta da questão 46:** [D]

Os problemas decorrentes da fabricação de papel podem ser reduzidos pelo tratamento dos resíduos industriais solúveis antes de retornar à água utilizada pelas fábricas aos cursos d'água naturais.

**Resposta da questão 47:** [B]

O controle da praga vassoura-de-bruxa, que ataca os cacauzeiros, é dificultada no sistema convencional de plantio devido à facilidade de contágio pela proximidade em que se encontram as árvores.

**Resposta da questão 48:** [B]

A estratégia desenvolvida pelos pesquisadores brasileiros tem a finalidade de utilizar o hormônio sintético para afastar os besouros predadores da plantação. A vantagem é a redução da utilização de agrotóxicos para o controle das pragas agrícolas.

**Resposta da questão 49:** [A]

A floresta úmida é povoada por muitas espécies de pteridófitas (samambaias), além de angiospermas trepadeiras, como cipós e epífitas; Nos campos cerrados predominam as formações de gramíneas; A caatinga é um ambiente seco (xérico), onde são abundantes os cactos e outros vegetais adaptados a ambientes secos.

**Resposta da questão 50:** [B]

Os bioinseticidas são substâncias biodegradáveis que podem substituir os agrotóxicos convencionais no controle das pragas agrícolas e causar menor impacto nos recursos hídricos e no solo do cerrado.

**Resposta da questão 51:** [E]

Todas as afirmativas estão corretas e correlacionadas com a necessidade de reduzir o impacto ambiental causado pela extração, transporte e utilização dos recursos minerais da terra.

**Resposta da questão 52:** [A]

A espécie I é o melhor bioindicador de poluição aquática, por ser a mais sensível das três a esses contaminantes de origem doméstica ou industrial.

**Resposta da questão 53:** [D]

O gráfico I mostra que o maior número de espécies sobrevive melhor na faixa de pH compreendida entre 7 e 8. No gráfico II, percebe-se que essa faixa de pH é observada no ambiente D.

**Resposta da questão 54:** [B]

A introdução não planejada de animais domésticos na ilha de Trindade provocou um desequilíbrio ecológico, evidenciado pelas mudanças na vegetação, no solo e no comportamento das populações exóticas trazidas à ilha.

**Resposta da questão 55:** [E]

A evidência comparativa que permitiu aos paleontólogos determinar que a nova espécie viveu durante o período devoniano foi a correspondência com fósseis de peixes placodermos, que só existiram nesse período geológico.

**Resposta da questão 56:** [C]

A existência de animais maiores durante o período carbonífero, em relação aos insetos e anfíbios atuais, pode ser explicado, em parte, pela maior oferta de oxigênio durante aquele período geológico.

**Resposta da questão 57:** [D]

O gráfico mostra que o período em que houve 50% de sobrevivência, entre os mosquitos expostos, ocorreu entre o oitavo e o décimo segundo dia após a exposição.

**Resposta da questão 58:** [C]

As diferentes formas larvárias que ocorrem durante o desenvolvimento dos crustáceos ocupam distintos nichos ecológicos. Esse fato reduz a competição entre indivíduos da mesma espécie pelos recursos ambientais onde vivem.

**Resposta da questão 59:** [B]

Os anfíbios são animais que, normalmente, realizam a fecundação externa na água. Durante os meses mais chuvosos do ano, a perpetuação desses vertebrados é favorecida.

**Resposta da questão 60:** [D]

A poluição aquática altera drasticamente as comunidades biológicas, porque provoca a morte dos organismos que necessitam de oxigênio para viver e se reproduzir.

**Resposta da questão 61:** [A]

A prática de recuperação das espécies de micos-dourados mostrou-se capaz de provocar o aumento populacional desses animais na natureza.

**Resposta da questão 62:** [A]

A aplicação de agrotóxicos, em quantidade adequada e na época correta, contribui para reduzir o impacto ambiental causado pela aplicação desses produtos nas lavandas.

**Resposta da questão 63:** [B]

As atividades humanas causam poluição nas águas continentais, provocando redução na disponibilidade desse recurso para as populações que habitam os ecossistemas terrestres.

**Resposta da questão 64:** [A]

Os derivados do petróleo são denominados combustíveis fósseis, porque o óleo de onde são extraídos levou eras para se formar. Os combustíveis renováveis são derivados vegetais e são produzidos em escala anual.

**Resposta da questão 65:** [E]

A falta de água disponível para a população é causada pela degradação dos mananciais e desperdício no consumo.

**Resposta da questão 66:** [B]

A purificação e reutilização da água para uso industrial diminui a necessidade de captação da água ambiental e preserva os mananciais.

**Resposta da questão 67:** [B]

As embalagens do tipo “tetra-brick” devem ser separadas e recicladas, pois demoram dezenas de anos para serem decompostas quando abandonadas no ambiente. Uma vez reciclados, os componentes dessas embalagens podem ser utilizados para outros fins.

**Resposta da questão 68:** [C]

A catação e reciclagem de latinhas de alumínio é benéfica, no sentido de diminuir o acúmulo de lixo no meio ambiente e de reduzir a exploração de minérios de onde se extrai o alumínio, como a bauxita.

**Resposta da questão 69:** [C]

Os transportes coletivos, como ônibus, trens e outros reduzem o trânsito de veículos particulares e, conseqüentemente, isso reduz a poluição gerada pela queima de combustíveis.

**Resposta da questão 70:** [E]

A preservação ambiental passa por uma extensa discussão envolvendo aspectos biológicos e questões sociais e econômicas. Não é simples achar um consenso no tocante entre a manutenção dos ecossistemas terrestres e os interesses puramente humanos.

**Resposta da questão 71:** [A]

Os representantes do reino animal, como o gato, a minhoca, o homem e outros são todos heterótrofos e consumidores. Todo animal consome energia explorando os recursos alimentares no ambiente em que vive.

**Resposta da questão 72:** [C]

A eclosão dos ovos do crustáceo *Artemia* não necessariamente ocorre quando há poluição química nos ecossistemas onde vivem. Os ovos se desenvolvem quando há disponibilidade de recursos alimentares e condições abióticas apropriadas.

**Resposta da questão 73:** [C]

A preservação de recursos vegetais que apresentam valor econômico pode ser feita através da plantação de mudas em viveiros. As mudas poderão repor o estoque das plantas que sofrerem impacto devido à coleta de suas favas.

**Resposta da questão 74:** [D]

A técnica de peixamento, realizada por indústrias penalizadas por causar impacto ambiental destrutivo, confunde a posição da biodiversidade com a manutenção da boa qualidade de água.

**Resposta da questão 75:** [E]

Os resultados correspondem ao esperado. O efeito das marés pode causar maior ou menor dispersão do mercúrio lançado como objeto nas águas oceânicas.

**Resposta da questão 76:** [E]

O mercúrio é um metal líquido à temperatura ambiente, não biodegradável e que se acumula ao longo das cadeias e teias alimentares. O homem pode sofrer sérios prejuízos a sua saúde ao ingerir corvinas contaminadas pelo mercúrio, porque não possui mecanismos fisiológicos para excretá-lo.

**Resposta da questão 77:** [C]

Os gases liberados pelas chaminés das indústrias causam o fenômeno conhecido como acidificação das chuvas. A precipitação da chuva ácida pode matar peixes, porque reduz o pH da água onde vivem esses animais. A calagem, isto é, o acréscimo de calcário ao solo, é um procedimento para diminuir a acidez dos solos onde precipitam chuvas acidificadas por poluentes atmosféricos.

**Resposta da questão 78:** [E]

O gráfico aponta que a utilização do veneno não afetou, ao longo do tempo, a população de parasitas.

**Resposta da questão 79:** [D]

A criação de animais com risco de extinção e posterior incorporação aos seus ambientes naturais é uma estratégia para preservar espécies ameaçadas de desaparecimento devido à degradação de seu habitat.

**Resposta da questão 80:** [B]

A extinção de espécies normalmente ocorre por degradação ou diversificação dos ambientes naturais onde vivem.

**Resposta da questão 81:** [A]

A pesca do pacu deve ocorrer quando esses peixes apresentarem cerca de quatro anos, época em que já se reproduziram, pois passaram pela maior variação de seu peso. Dessa forma, o estoque desses peixes não é reduzido pela chamada pesca predatória.

**Resposta da questão 82:** [D]

Os alagamentos provocados pelo represamento das águas utilizadas para a geração de energia em usinas hidrelétricas causam grande desequilíbrio na fauna e na flora local e em áreas próximas às represas.

**Resposta da questão 83:** [D]

O enriquecimento da água com nutrientes orgânicos estimula a proliferação de microrganismos decompositores aeróbicos que consomem o oxigênio disponível e, conseqüentemente, os peixes e outros organismos aeróbicos morrem.

**Resposta da questão 84:** [D]

O aumento na temperatura da água aumenta a população de bactérias decompositoras que podem diminuir gradualmente a quantidade de oxigênio na água e, conseqüentemente, comprometer o desenvolvimento da vegetação local.

**Resposta da questão 85:** [D]

A qualidade da água comprometida por cargas poluidoras, como resíduos domésticos e industriais, e utilização da água para a irrigação revelam que a região III encontra-se em processo de avançada degradação ambiental devido à ausência ou pouco tratamento de esgoto.

**Resposta da questão 86:** [B]

A natalidade (N) e a imigração (I) são fatores de acréscimo populacional, enquanto os fatores mortalidade (M) e emigração (E) são determinantes de declínio populacional. Como a população brasileira apresenta variação positiva ao longo do século XX, conclui-se que  $N + I > M + E$ .

**Resposta da questão 87:** [E]

Não é possível saber se há competição entre as aves sem conhecer o nicho ecológico de cada tipo de pássaro.

**Resposta da questão 88:** [B]

A teia alimentar citada no texto inicia-se com as plantas de milho, que são consumidas por pássaros, galinhas, gafanhotos e roedores. Esses consumidores primários são presas de cachorros-do-mato. A eliminação de qualquer elemento da teia pode causar desequilíbrio, com o aumento de algumas populações e diminuição de outras.

**Resposta da questão 89:** [E]

A riqueza das florestas tropicais é garantida pela rápida reciclagem dos nutrientes, estes provenientes da decomposição das folhas e de outras partes dos vegetais que caem constantemente. O calor e a umidade dessas florestas favorece a ação de bactérias e fungos que mineralizam a matéria orgânica.

**Resposta da questão 90:** [D]

O gráfico mostra que o controle biológico da praga, pelo inseto introduzido, foi uma medida efetiva, porém, a aplicação do inseticida (2) eliminou os inimigos naturais e a população de pragas voltou a aumentar.

**Resposta da questão 91:** [D]

O processo de evaporação é maior nas regiões cobertas pelos mares e oceanos, porque correspondem a cerca de  $\frac{3}{4}$  da superfície terrestre.

**Resposta da questão 92:** [B]

A tabela mostra que quando a qualidade do ar é péssima (30-40 PPM de CO), o organismo humano pode apresentar diminuição da capacidade visual e dores de cabeça.

**Resposta da questão 93:** [E]

Em uma comunidade biológica equilibrada, a presença de predadores é um fator biótico fundamental na regulação populacional de suas presas. Na falta de predadores, as presas têm sua população aumentada, o que acarreta à exaustão dos recursos de que dispõem para sobreviver. Consequentemente, com o passar do tempo, as populações de presas acabarão por declinar.

**Resposta da questão 94:** [C]

As plantas que sobrevivem nas áreas planas das restingas são expostas à insolação direta e, por esse motivo, apresentam caules e folhas revestidos por uma cutícula espessa que evita a perda excessiva de água nessas regiões. Os cactos que predominam nessas áreas têm suas folhas transformadas em espinhos.

**Resposta da questão 95:** [A]

Um veículo movido por um motor à explosão consome combustíveis, como a gasolina, o álcool (metanol) ou óleo diesel, cuja queima incompleta produz monóxido de carbono (CO) e óxidos de nitrogênio (HNO<sub>2</sub> e HNO<sub>3</sub>), que contribuem para a chuva ácida. A banca examinadora considerou a alternativa A como resposta correta.

**Resposta da questão 96:** [C]

As chuvas ácidas apresentam pH menor do que o pH da água destilada (7,0).

**Resposta da questão 97:** [A]

O mapa mostra as regiões mais industrializadas dos continentes. Nessas regiões são maiores as emissões de gases como óxidos de nitrogênio e de enxofre responsáveis pela formação dos ácidos nítrico e sulfúrico que contribuem para a formação da "chuva ácida".

**Resposta da questão 98:**

[A]

As modificações impostas pelo homem à natureza incluem a contaminação por fertilizantes, agrotóxicos e outros poluentes ambientais.

**Resposta da questão 99:** [C]

Ao absorver o calor do sol, a água recebe a energia necessária para passar do estado líquido para o estado gasoso, processo denominado evaporação.

#### GABARITO: BACTÉRIAS E DOENÇAS BACTERIANAS

1	2	3	4	5	6
D	E	E	C	B	E

#### GABARITO: VÍRUS E DOENÇAS VIRAIS

1	2	3	4	5	6	7	8
C	C	C	B	C	D	A	E

#### GABARITO: BIOTECNOLOGIA

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

**GABARITO: IMUNIZAÇÃO**

1	2	3	4	5	6
B	D	B	B	E	E

**REFERÊNCIAS**

AMABIS & MARTHO. **Biologia dos organismos**. 2. Ed. v. 2. São Paulo: Moderna, 2004, 664 p.

\_\_\_\_\_ **Fundamentos da Biologia Moderna**. Volume único. São Paulo: Moderna, 234 p.

AVANCINI & FAVARETTO. **Uma abordagem evolutiva e ecológica**. 2.ed.v. 2. São Paulo: Moderna, 1997, 234p.

CÉSAR & CEZAR. **Biologia** 2.Ed.v.1. São Paulo: Saraiva, 2002.