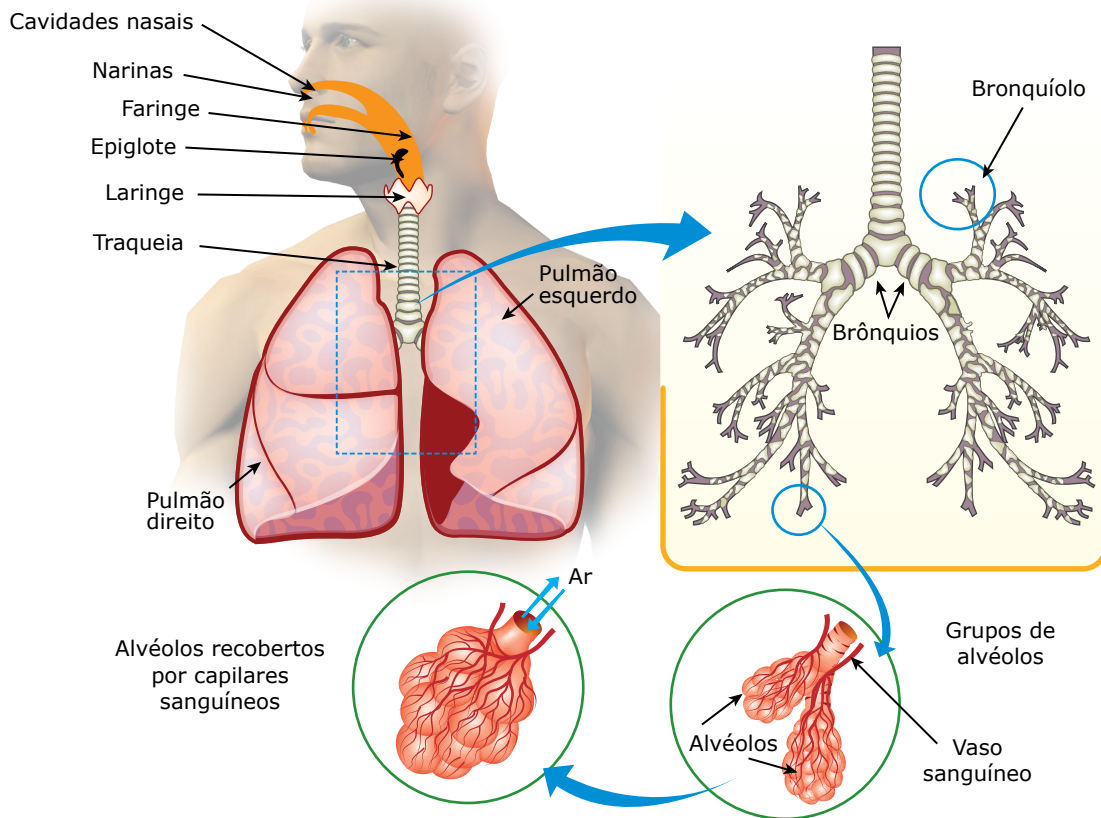


Sistema Respiratório

ANATOMIA E FISIOLOGIA

O sistema respiratório humano é formado pelas vias aéreas e pelos pulmões. As vias aéreas, ou tubo aerífero, compreendem alguns órgãos intercomunicantes que têm como finalidade conduzir o ar do meio externo até os pulmões e vice-versa. Fazem parte das vias aéreas: cavidades nasais (fossas nasais), faringe, laringe, traqueia e brônquios. Os brônquios penetram os pulmões, onde dão origem aos bronquíolos, que terminam em minúsculas cavidades chamadas alvéolos pulmonares.



Sistema respiratório humano – Nos círculos, detalhes dos alvéolos recobertos por capilares sanguíneos (capilares alveolares). Nos alvéolos, ocorre a hematose, isto é, as trocas gasosas entre o ar e o sangue.

As cavidades nasais encontram-se separadas por uma estrutura ósseo-cartilaginosa, o septo nasal. Comunicam-se com o meio externo através das narinas e com a faringe através de aberturas denominadas coanas. Nas cavidades nasais, pode-se constatar a presença de pelos, conhecidos por vibrissas, que têm a função de filtrar o ar, retendo micro-organismos e partículas sólidas nele suspensas.

A mucosa nasal, ou mucosa pituitária (revestimento das cavidades nasais), produz muco, que também retém micro-organismos e partículas diversas. Essa mucosa é ricamente vascularizada, o que permite o aquecimento do ar e facilita, nos pulmões, a difusão do O_2 para o sangue.

Ao passar pelas cavidades nasais, o ar é então aquecido e filtrado. Das cavidades nasais, através das coanas, o ar passa para a faringe.

A faringe é um órgão comum aos sistemas respiratório e digestório, uma vez que dá passagem ao ar e aos alimentos. Apesar de ser anatomicamente comum aos dois sistemas mencionados, fisiologicamente, a faringe não tem ação simultânea, já que o ato da deglutição inibe, automaticamente, a atividade respiratória, devido ao fechamento da glote (orifício que comunica a faringe com a laringe) pela epiglote. Da faringe, o ar passa para a laringe.

A laringe é um órgão tubular que se situa na parte anterior do pescoço. Além de fazer parte das vias aéreas, é também o órgão da fonação (produção da voz), já que nela encontram-se as pregas vocais, que são dobras da mucosa que revestem internamente o órgão. Assim, ao passar pela laringe, as correntes aéreas fazem as pregas vocais vibrarem e, em consequência disso, há produção de som. Esse som, normalmente, é moldado na cavidade bucal com auxílio da língua, dos maxilares e dos lábios, formando as palavras.

A continuação da laringe é a traqueia. Trata-se de um tubo com aproximadamente 12 cm de comprimento e 2 cm de diâmetro, tendo uma série de anéis cartilagosos, que a mantêm sempre aberta. Internamente, ela é revestida por um epitélio pseudoestratificado ciliado com glândulas mucosas (células caliciformes): os cílios e o muco têm função de proteção e de limpeza. Na sua porção inferior, a traqueia bifurca-se, dando origem aos brônquios.

Os brônquios têm constituição semelhante à da traqueia. São condutos que penetram os pulmões, onde se ramificam até formarem túbulos de dimensões microscópicas, os bronquíolos.

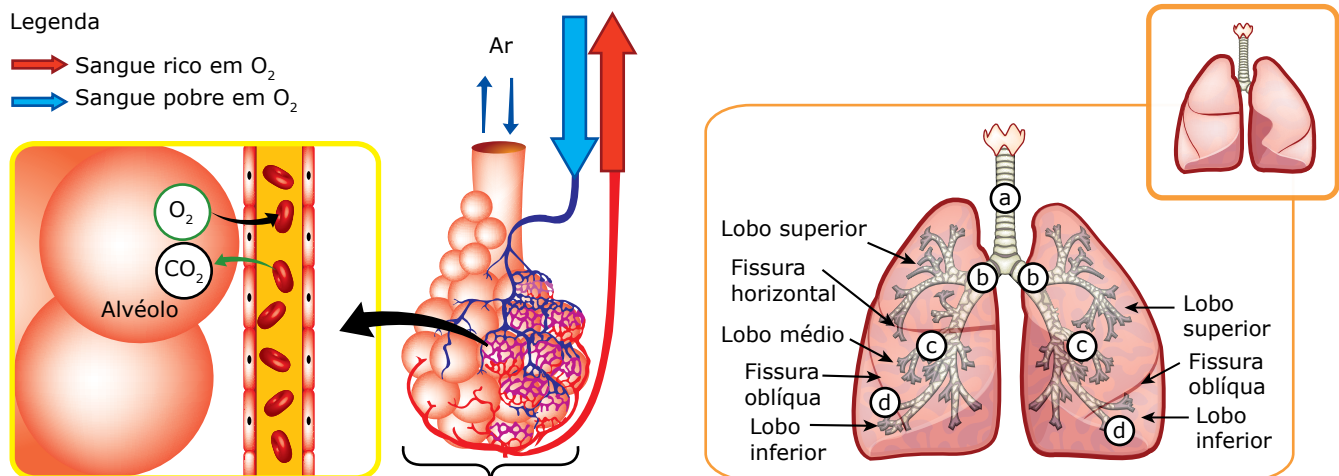
A traqueia, os brônquios e suas ramificações no interior dos pulmões formam a chamada árvore respiratória, e as ramificações dos brônquios, no interior dos pulmões, formam a árvore brônquica.

Os bronquíolos são as ramificações mais finas da árvore brônquica, que se abrem em sacos de dimensões microscópicas, denominados alvéolos pulmonares. Cada alvéolo pulmonar é uma minúscula cavidade delimitada por uma fina camada de tecido epitelial, ao redor do qual existem numerosos capilares sanguíneos, chamados de capilares alveolares. Cada pulmão é constituído por cerca de 150 milhões de alvéolos pulmonares.

Nos alvéolos pulmonares, ocorre a hematose, isto é, a oxigenação do sangue: o O_2 , presente no ar inspirado, difunde-se para o interior dos capilares alveolares, enquanto o CO_2 , presente na corrente sanguínea, difunde-se para o interior dos alvéolos e daí, junto com o ar expirado, é liberado no meio externo.

Legenda

- Sangue rico em O_2
- Sangue pobre em O_2

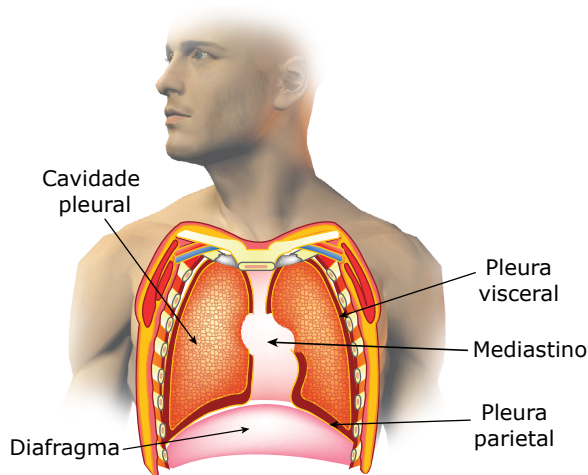


Hematose nos alvéolos – Sangue venoso é rico em CO_2 e pobre em O_2 . Sangue arterial é pobre em CO_2 e rico em O_2 .

Pulmão – a. Traqueia; b. Brônquios; c. Pequenos brônquios; d. Bronquíolos.

Cada pulmão humano tem aproximadamente 25 cm de comprimento e 700 g de peso. Devido ao grande número de alvéolos que possuem, os pulmões têm aspecto esponjoso. O direito é dividido em três lobos (superior, médio e inferior), separados entre si por fendas profundas, denominadas fissuras oblíqua e horizontal. O esquerdo é dividido em apenas dois lobos (superior e inferior), separados pela fissura oblíqua. Entre os dois há um espaço, denominado mediastino, ocupado pelo coração, por grandes vasos sanguíneos, pelo esôfago, por parte da traqueia e pelos brônquios. Em relação à sua posição, os pulmões estão alojados na caixa torácica, que é limitada, na frente, pelo osso esterno, atrás, pela coluna vertebral, nos lados, pelas costelas e, inferiormente, pelo músculo diafragma, onde estão apoiados.

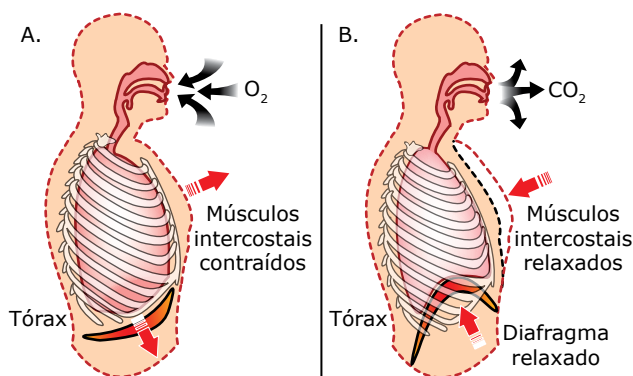
Revestindo e envolvendo os pulmões, encontram-se duas membranas superpostas, denominadas pleuras: uma interna (pleura visceral), em contato direto com o órgão, e outra externa (pleura parietal), em contato com a cavidade torácica. Entre as pleuras visceral e parietal, há um espaço, a cavidade pleural, contendo uma película de líquido de espessura capilar que permite o livre deslizamento de uma pleura sobre a outra nas constantes variações de volume da caixa torácica que ocorrem nos movimentos respiratórios.



Revestimentos dos pulmões.

Movimentos respiratórios

Os movimentos respiratórios estão representados pela inspiração (entrada de ar nos pulmões) e pela expiração (saída de ar dos pulmões). A realização desses movimentos conta com a participação fundamental do diafragma (músculo que separa a cavidade torácica da cavidade abdominal) e dos músculos intercostais (músculos que se localizam entre as costelas). Esses músculos, conhecidos por músculos respiratórios, contraem-se e relaxam-se simultaneamente.



Variação da amplitude torácica nos movimentos respiratórios. A. inspiração; B. expiração.

Na inspiração, ocorre a contração dos músculos respiratórios. Com a contração, o diafragma desce, determinando um aumento do diâmetro vertical da caixa torácica. Por sua vez, a contração dos músculos intercostais "levanta" as costelas, acarretando um aumento do diâmetro horizontal da cavidade torácica. Com o aumento do volume dessa cavidade torácica, há uma diminuição da pressão interna do tórax (pressão intratorácica) em relação à pressão atmosférica (pressão externa). A pressão atmosférica, sendo maior do que a pressão intratorácica, empurra o ar atmosférico até o interior dos alvéolos pulmonares. Na expiração, ocorre exatamente o contrário: há o relaxamento do diafragma e dos músculos intercostais. Com esse relaxamento, o diafragma sobe, determinando uma diminuição do diâmetro vertical da caixa torácica. Por sua vez, o relaxamento dos músculos intercostais provoca o "abaixamento" das costelas, com conseqüente diminuição do diâmetro horizontal da cavidade torácica. Assim, temos uma diminuição do volume da cavidade torácica e, conseqüentemente, um aumento da pressão interna do tórax (pressão intratorácica) em relação à pressão atmosférica. A pressão intratorácica, tornando-se maior do que a pressão externa, empurra o ar para fora do organismo.

A inspiração e a expiração alternam-se ritmicamente. Cada inspiração seguida de uma expiração constitui um movimento respiratório. O número de movimentos respiratórios realizados em 1 minuto define a frequência respiratória. Numa eupneia (respiração normal), a frequência respiratória se mantém em torno de 16 a 20 movimentos/minuto. O aumento da frequência respiratória denomina-se taquipneia, e a diminuição, bradipneia.

Numa respiração normal, a cada movimento respiratório, um homem jovem inspira e expira, em média, cerca de 500 mL de ar. Essa quantidade de ar circulante nos pulmões, durante a respiração normal, chama-se ar corrente.

O volume de ar corrente que passa pelos pulmões em 1 minuto denomina-se ventilação pulmonar. Por exemplo: em uma pessoa com frequência respiratória de 16 movimentos por minuto, a ventilação pulmonar é de 8 000 mL (8,0 litros) de ar por minuto ($500 \times 16 = 8\,000$).

O volume máximo de ar que pode ser inspirado (VI) e expirado (VE) em uma respiração forçada é denominado capacidade vital (CV). A nossa capacidade vital está em torno de 4,0 e 4,5 litros de ar, para um adulto jovem. Os pulmões, no entanto, contêm mais ar que sua capacidade vital, pois é impossível expirar a totalidade do ar contido nos alvéolos pulmonares. Mesmo quando se força ao máximo a expiração, ainda restam cerca de 1,5 litros de ar nos pulmões; esse é o ar residual ou volume residual (VR). Assim, a capacidade pulmonar total (CPT) é de cerca de 5,0 a 6,0 litros de ar.

Ao final de uma expiração, o espaço interno dos pulmões compreende um volume de 2 a 3 litros (capacidade residual funcional - CRF), sendo preenchido por uma quantidade de ar residual, que não é expirado, chamado de volume residual (VR). VR é sempre menor que CRF.

O controle do ritmo dos movimentos respiratórios é realizado pelo bulbo, órgão do SNC (sistema nervoso central) pertencente ao encéfalo. Através de nervos, o bulbo envia impulsos para os músculos respiratórios (diafragma e intercostais), estimulando a contração destes.

O controle do ritmo dos movimentos respiratórios é exercido involuntariamente pelo bulbo, sob influência da variação da concentração de CO_2 e O_2 no sangue. O ritmo respiratório é influenciado principalmente pela variação da concentração do CO_2 no sangue. Quando essa taxa de CO_2 aumenta (durante uma atividade muscular intensa, por exemplo), ocorre uma redução do pH sanguíneo, que é percebida pelo bulbo. Este, então, é estimulado a enviar mais impulsos nervosos para os músculos respiratórios, intensificando suas contrações. Assim, o ritmo dos movimentos respiratórios também se intensifica, promovendo uma eliminação mais rápida de CO_2 e uma maior captação de O_2 .

O ritmo respiratório também pode ser acelerado em resposta a uma baixa concentração de O_2 no sangue, que pode ocorrer, por exemplo, em locais de grande altitude, onde o ar atmosférico é mais rarefeito. Entretanto, ao contrário do que acontece com o CO_2 , o O_2 não atua diretamente sobre os centros respiratórios do bulbo, e sim sobre quimiorreceptores localizados nas paredes das artérias aorta e carótidas (ramos da artéria aorta que levam sangue para a cabeça). Esses quimiorreceptores sensibilizam-se quando o nível de O_2 no sangue se reduz, produzindo impulsos que são enviados ao bulbo. Ao receber esses impulsos, o bulbo envia um maior número de impulsos nervosos para os músculos respiratórios, intensificando, assim, o ritmo dos movimentos respiratórios.

Esses dois mecanismos que acabamos de ver, evidentemente, são involuntários, embora os movimentos respiratórios também possam ser controlados voluntariamente, até certo limite. De fato, você pode “prender a respiração” ou respirar mais rapidamente se assim o quiser. Porém, essa atividade tem um limite. Se um indivíduo parar de respirar voluntariamente por um tempo exageradamente longo, o estímulo do bulbo pelo acúmulo de CO_2 no sangue será tal que, a partir de certo instante, se tornará impossível continuar na intenção inicial. O indivíduo inspirará involuntariamente. Enquanto a respiração encontra-se presa, não ocorre eliminação de CO_2 do corpo. Logo, a concentração desse gás no sangue aumenta rapidamente, sensibilizando de forma cada vez mais intensa o bulbo. Em consequência, a respiração é estimulada de tal maneira que o indivíduo não consegue mais segurar o fôlego, passando, inevitavelmente, a respirar.



Sistema respiratório

Nesse objeto de aprendizagem, você terá a oportunidade de interagir com os órgãos que compõem o sistema respiratório, visualizar a ocorrência da hematose nos alvéolos pulmonares e reconhecer o funcionamento dos movimentos de inspiração e de expiração. Bom trabalho!

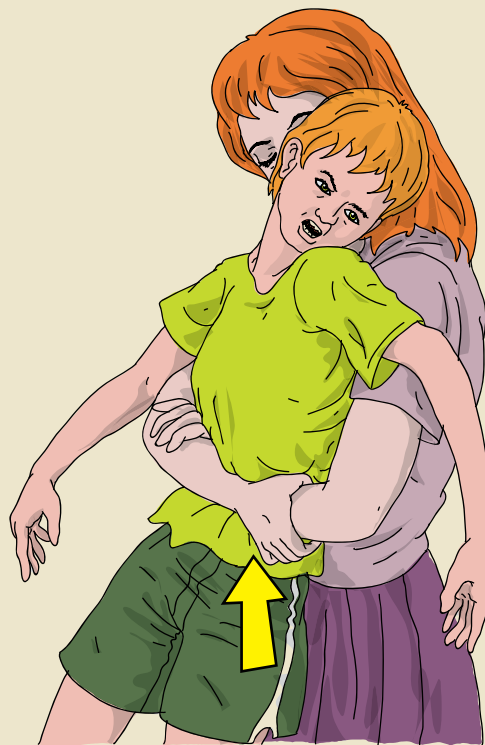


ENGASGAMENTO

O engasgamento resulta da penetração de partículas de alimento ou algum objeto nas vias respiratórias, devido ao não fechamento correto da glote no ato da deglutição. A consequência é a obstrução total ou parcial das vias respiratórias, impedindo a pessoa de respirar ou fazendo com que ela respire com dificuldade.

Além da impossibilidade de respirar, a vítima do engasgamento também não consegue falar, tossir e, normalmente, leva as mãos à garganta. É uma situação que exige um socorro imediato, porque, em pouco tempo, a vítima pode perder a consciência e morrer sufocada.

O socorro imediato é feito de forma diferenciada, conforme a vítima seja adulto ou criança, ou esteja consciente ou inconsciente. Veja as ilustrações a seguir:



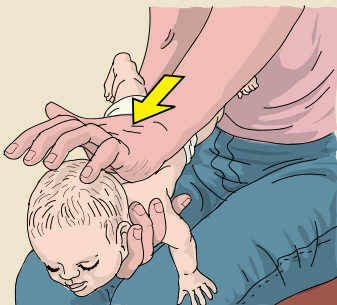
Engasgamento com a vítima consciente (adultos e crianças maiores) – Posicione-se por trás da vítima, com os braços em volta de sua cintura, de modo que suas mãos se encontrem logo acima do umbigo. Com as mãos presas logo acima da cintura da pessoa, faça compressões rápidas e fortes de baixo para cima. Caso a vítima seja uma mulher grávida, faça as compressões mais acima (na base do tórax). Repita essas compressões quantas vezes forem necessárias, pois tais movimentos aumentam a pressão intratorácica, expelindo o objeto para fora. Caso o objeto não saia e a vítima esteja respirando, leve-a imediatamente ao pronto-socorro.



Engasgamento com a vítima inconsciente (adultos e crianças maiores) – Deite a vítima de barriga para cima. Após se debruçar sobre o corpo do indivíduo, com um joelho de cada lado, puxe o queixo da pessoa para frente e procure visualizar o objeto que está causando o engasgamento. Se estiver visível, cuidadosamente, tente retirá-lo. Caso não consiga, apoie suas mãos na região abdominal da vítima (logo acima do umbigo) e faça compressões rápidas de baixo para cima. Se esse procedimento não der resultado, tente o que está ilustrado na figura a seguir:



Engasgamento com a vítima inconsciente (adultos e crianças maiores) – Sente-se em uma cadeira e coloque uma almofada (ou travesseiro) sobre os seus joelhos. Coloque a vítima de bruços sobre a almofada, de modo que a cabeça dela fique para baixo. Pressionando as costas da pessoa, faça com que o abdome e o tórax dela sejam comprimidos contra os seus joelhos.

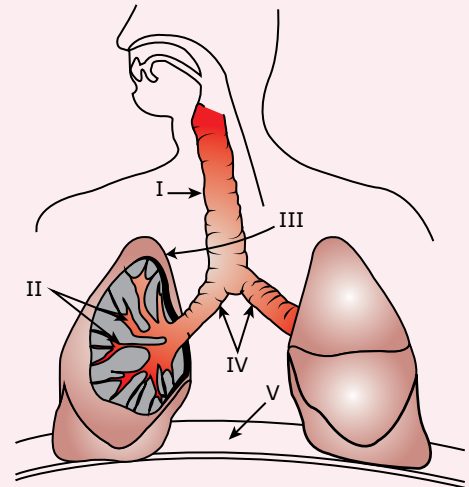


Engasgamento em bebês e crianças pequenas – Sente-se em uma cadeira e coloque o bebê de barriga para baixo, apoiando-o em um de seus braços, de modo que a mão desse braço segure o queixo da criança. A cabeça do bebê deve ficar em posição mais baixa. Com a outra mão, faça compressões firmes nas costas da vítima.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01. (UFV-MG) Observe o esquema representado a seguir, de parte do sistema respiratório humano, e assinale a alternativa incorreta.



- A) O ar chega aos pulmões pelo esôfago, indicado por I.
- B) O diafragma, indicado por V, auxilia nos movimentos respiratórios.
- C) Os pulmões e os brônquios estão indicados por III e IV, respectivamente.
- D) Embora não esteja indicada, a laringe se localiza acima da traqueia.
- E) Os bronquíolos, indicados por II, conduzem o ar aos alvéolos.

02. (FUVEST-SP) No homem, o controle dos movimentos respiratórios é exercido



- A) pelo cérebro.
- B) pelo cerebelo.
- C) pelo bulbo.
- D) pela medula.
- E) pela hipófise.

03. (PUC-SP) Considere as seguintes etapas do processo respiratório no homem:



- I. Produção de ATP nas mitocôndrias.
- II. Ocorrência de hematose no nível de alvéolos.
- III. Transporte de oxigênio aos tecidos pelas hemácias.

A ordem em que essas etapas se realizam, a partir do momento em que um indivíduo inspira o ar do ambiente, é

- A) I → II → III.
- B) II → I → III.
- C) II → III → I.
- D) III → I → II.
- E) III → II → I.

04. (PUC-Campinas-SP-2022)

Respirando microplásticos

Uma classe importante dos chamados poluentes emergentes, os microplásticos, foi encontrada em pulmões humanos. Uma equipe de pesquisadores da USP e do IPT identificou 33 partículas e 4 fibras de polímeros em 13 de 20 amostras de tecido pulmonar investigadas. As partículas mediam menos de 5,5 µm e as fibras entre 8,12 e 16,8 µm. A maior parte dos polímeros identificados era de polipropileno e de polietileno, os tipos de plástico mais fabricados no mundo, usados em embalagens de alimentos e em vários outros objetos.

Revista Pesquisa Fapesp, jul. 2021.

Após serem inalados, poluentes como os microplásticos percorrem estruturas do sistema respiratório, na seguinte ordem:

- A) cavidade nasal, alvéolos, palato e faringe.
- B) faringe, laringe, traqueia e brônquios.
- C) traqueia, laringe, brônquios e alvéolos.
- D) palato, alvéolos, laringe e traqueia.
- E) cavidade nasal, brônquios, traqueia e faringe.

05. (UFAL) Considere os seguintes itens:

- I. Concentração de CO₂ no sangue.
- II. Ação do bulbo.
- III. Ritmo respiratório.

Nos mamíferos, quando I

- A) diminui, II promove o aumento de III.
- B) aumenta, II promove a diminuição de III.
- C) aumenta, II promove o aumento de III.
- D) é estável, II promove a diminuição de III.
- E) é estável, II promove o aumento de III.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (UECE) O quadro a seguir apresenta a composição do ar inspirado e do ar expirado por uma pessoa.

Gases	% no ar inspirado	% no ar expirado
Nitrogênio - N ₂	79%	79%
Oxigênio - O ₂	20,9%	14%
Gás carbônico - N ₂	0,03%	5,6%

Assinale a alternativa que apresenta corretamente a estrutura pulmonar onde ocorre a respiração aeróbica e a denominação do processo de difusão de gases que ocorre durante tal respiração.

- A) brônquios - nitrose
- B) traqueia - carbonose
- C) bronquíolos - oxidose
- D) alvéolos - hematose



(Vunesp) Respirar é uma ação automática. Nós respiramos enquanto estamos acordados ou dormindo sem que, para isso, tenhamos que fazer qualquer esforço consciente. Podemos variar o ritmo de respiração, como em geral acontece quando paramos para pensar sobre isso, e podemos conscientemente respirar mais profundamente." O que não podemos fazer é parar de respirar mais de um minuto. Se a respiração é contida por muito tempo, nosso encéfalo assume o controle enviando automaticamente impulsos nervosos ao diafragma e aos músculos intercostais, instruindo-os a se contraírem. O ritmo e a profundidade da respiração também são controlados quimicamente. Durante o esforço, os músculos aumentam a produção de gás carbônico, que começa a se acumular no sangue. O centro respiratório do bulbo detecta esse aumento e acelera o ritmo e a profundidade dos movimentos respiratórios de maneira a eliminar o excesso indesejável de gás carbônico através dos pulmões.

Responda:

- A) Por que respiramos diferentemente quando estamos dormindo e quando corremos?
- B) Qual o principal mecanismo que nosso corpo usa para informar a necessidade de mudar o ritmo respiratório?



(PUC RS) Considere as figuras a seguir, bem como seus conhecimentos a respeito dos músculos e dos processos envolvidos na ventilação pulmonar basal, que ocorre num estado de repouso.

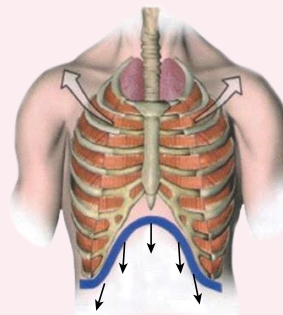


Figura 1

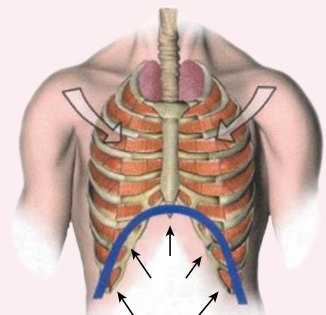


Figura 2

Com base nas figuras e em seus conhecimentos, é correto afirmar:

- A) Na figura 1, podemos observar o relaxamento do diafragma, enquanto a 2 representa sua contração.
- B) Os movimentos do diafragma e das costelas, na figura 2, geram uma pressão intratorácica inferior à atmosférica, favorecendo a expansão pulmonar e a entrada de ar nesse órgão.
- C) O diafragma é considerado o principal músculo ventilatório, porque se acopla diretamente ao pulmão, expandindo-o durante sua contração.
- D) A elevação das costelas e o abaixamento do diafragma, apresentados na figura 1, são representativos das alterações da caixa torácica durante a inspiração.
- E) Os processos representados na figura 1 dizem respeito à fase passiva da ventilação, enquanto a 2 representa a fase ativa da ventilação.



(UFRJ) O uso, por atletas, de câmaras e tendas que reproduzem as condições de treinamento em cidades e regiões de altitude é um dos temas polêmicos que vem sendo debatido pelos representantes da área médica do comitê executivo do Comitê Olímpico Internacional (COI).

O principal fator alterado nesses ambientes artificiais e o efeito produzido no organismo dos atletas que melhora o seu rendimento físico são, respectivamente,

- A) aumento da pressão parcial do oxigênio respirado e aumento do oxigênio dissolvido no plasma sanguíneo.
- B) rarefação do ar respirado e aumento do número de glóbulos brancos.
- C) menos oxigênio no ar respirado e aumento do número de glóbulos vermelhos.
- D) aumento da pressão atmosférica e aumento da concentração de oxigênio no sangue.
- E) redução da pressão atmosférica e aumento do oxigênio dissolvido no plasma sanguíneo.

05. (UEL-PR) Nosso organismo é frequentemente exposto a agentes poluentes liberados na atmosfera. Para evitar a absorção de tais agentes contaminantes, nosso sistema respiratório apresenta mecanismos de filtração e produção de muco nas vias respiratórias superiores. Sobre o tema, é correto afirmar:

- A) O muco resulta do acúmulo de líquidos e de partículas inaladas da atmosfera e sua produção depende da umidade relativa do ar.
- B) A eficácia na remoção das partículas depositadas na parede das vias aéreas depende da atividade do sistema mucociliar.
- C) A respiração rápida e superficial estimula o acúmulo de partículas estranhas na região alveolar.
- D) O muco que recobre o epitélio pulmonar tem como função a hidratação das vias aéreas e pouco contribui para a sua limpeza.
- E) A viscosidade do muco depende da quantidade de partículas inaladas e independe do estado de hidratação do indivíduo.

06. (UEPA) Vírus (1), como os do resfriado e os da gripe, podem atacar as fossas nasais (2) fazendo as células aumentarem a produção de muco (3); a faringe (4) provocando dor de garganta; a laringe (5), fazendo a voz ficar rouca, e finalmente, os brônquios, causando tosse.

LINHARES; GEWANDSZNADJDER.
Biologia, volume único, 2008.

Sobre as palavras em destaque no texto, analise as afirmativas a seguir:

- I. O organismo 1 apresenta estrutura celular em que o DNA é envolvido pelo capsídeo.
- II. No órgão 2, o ar é filtrado, aquecido e umidificado.
- III. A substância 3 retém partículas que penetram nas vias aéreas junto com o ar inalado.
- IV. O órgão 4 faz parte do sistema digestório e aloja o órgão responsável pela voz.
- V. No órgão 5, encontra-se a epiglote, que impede que os alimentos passem para os pulmões.

De acordo com as afirmativas anteriores, a alternativa correta é

- A) I, II e III.
- B) II, III e IV.
- C) I, II e IV.
- D) II, III e V.
- E) I, II, III, IV e V.



(FGV) Para realizar o teste do etilômetro, popularmente chamado de bafômetro, uma pessoa precisa expirar um determinado volume de ar para dentro do equipamento, através de um bocal.

Assinale a alternativa que explica, respectivamente, o movimento muscular exercido na expiração e a origem do álcool no corpo humano, a ser eventualmente detectado pelo equipamento.

- A) Contração do diafragma; células sanguíneas vermelhas, responsáveis pelo transporte de gases respiratórios.
- B) Relaxamento do diafragma; células sanguíneas brancas, responsáveis pelo transporte de substâncias ingeridas.
- C) Contração do diafragma; ar proveniente do estômago e do esôfago, o qual contém resquícios do álcool ingerido.
- D) Relaxamento do diafragma; plasma sanguíneo, responsável pelo transporte de substâncias ingeridas.
- E) Relaxamento do diafragma; ar proveniente do estômago, do esôfago e da cavidade bucal, o qual contém resquícios do álcool ingerido.

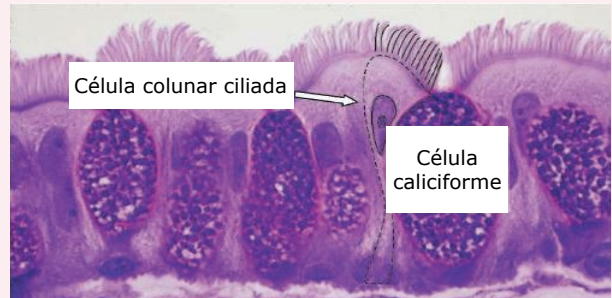
08. (UEM-PR-2020) Alguns estudos mostram que a proteína transmembrana ACE2 presente na superfície de diversas células do corpo humano, como o epitélio do sistema respiratório, tem relação com os mecanismos de entrada na célula de alguns coronavírus, inclusive o SARS-CoV-2, causador da covid-19. Pessoas com hipertensão arterial teriam uma maior expressão do gene ACE2, tornando-se mais suscetíveis à infecção pelo novo coronavírus. Com base no exposto e em conhecimentos correlatos, assinale o que for correto.

01. A proteína ACE2 é sintetizada no retículo endoplasmático rugoso da célula, enviada por vesícula ao complexo de Golgi e, posteriormente, também por vesícula, à membrana plasmática.
02. O epitélio do sistema respiratório faz parte de um tecido que é classificado por ter células mergulhadas na matriz extracelular, cuja composição caracteriza o subtipo de tecido.
04. A hipertensão arterial se caracteriza pela elevação anormal e constante da pressão arterial, causando lesões nos vasos sanguíneos e podendo levar ao acidente vascular cerebral (AVC).
08. Brônquios intrapulmonares, bronquíolos e alvéolos fazem parte da porção pulmonar do sistema respiratório humano.
16. O oxigênio exalado pelos pulmões é produzido nas mitocôndrias durante o processo de respiração celular.
- Soma ()

09. (PUC RS-2022) Sabe-se que os pulmões são órgãos diretamente afetados pelo SARS-CoV-2. Assim, em casos de covid-19, pacientes podem desenvolver sequelas resultantes de inflamações pulmonares graves. A inflamação se dá pela infecção das células alveolares. Sobre os alvéolos, afirma-se:

- I. São estruturas pulmonares, em forma de sáculos, no interior das quais ocorrem as trocas gasosas.
- II. Têm seu colabamento impedido por substância surfactante liberada em seu interior.
- III. Localizam-se na porção final dos bronquíolos terminais, envolvidos por capilares sanguíneos. Está/Estão correta(s) a(s) afirmativa(s)
- A) III, apenas.
B) I e II, apenas.
C) II e III, apenas.
D) I, II e III.

10. (FGV) O epitélio respiratório humano é composto por células ciliadas e pelas células caliciformes produtoras de muco. A figura ilustra tal organização histológica em um brônquio humano.



Disponível em: <http://medicinestuff.tumblr.com/post/949709042/epitelio-respiratorio>.

A destruição dos cílios bronquiolares, promovida pelo alcatrão presente na fumaça do cigarro, propicia

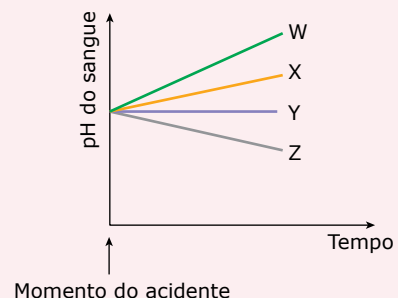
- A) o impedimento da ventilação pulmonar em decorrência da obstrução da traqueia.
B) uma maior absorção da nicotina realizada pelo muco nos alvéolos.
C) a diminuição da atividade dos glóbulos brancos que atuam nos brônquios.
D) a redução da hematose, em função da destruição dos capilares.
E) a instalação de infecções respiratórias, devido à deficiência no transporte de muco.



11. (UERJ) Um dos equipamentos de segurança de uma cápsula espacial tripulada efetua a remoção do gás carbônico desse ambiente.

Admita que, após um acidente, esse equipamento tenha deixado de funcionar.

Observe as curvas do gráfico a seguir:



A curva que representa a tendência do que deve ter ocorrido, após o acidente, com o pH sanguíneo dos tripulantes está identificada por

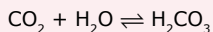
- A) W.
B) X.
C) Y.
D) Z.



(UEG-GO) As duas reações a seguir ilustram os principais equilíbrios envolvidos no tamponamento do sangue, sendo o bicarbonato o composto tampão mais significativo no sangue humano. Os outros agentes tamponantes incluem proteínas e ácidos orgânicos.

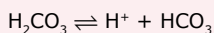
Reação 1

CO₂ gasoso dissolvido no sangue e a formação de ácido carbônico



Reação 2

Formação de ácido carbônico pela dissociação de H⁺ do bicarbonato



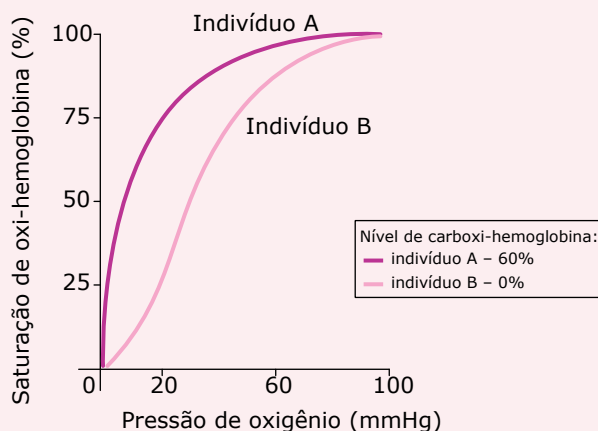
Sobre o sistema de tamponamento do sangue em humanos, pode-se afirmar:

- A) A obstrução pulmonar impede a expiração de CO₂, causando acidose respiratória.
- B) A hiperventilação causa alcalose respiratória pelo aceleramento no ganho de CO₂.
- C) O CO₂ gasoso expirado pelos pulmões é produto do ganho de água pelo gás carbônico.
- D) A alcalose respiratória pode ser corrigida com NaHCO₃ intravenoso.



(UERJ) Em todo o mundo, o tabagismo é considerado a principal causa de morte evitável. Além dos prejuízos causados pela nicotina e outros componentes, os fumantes apresentam um acúmulo de monóxido de carbono CO no sangue, que pode levar à hipoxia, ou seja, menor oxigenação dos tecidos.

Considere, no gráfico, as curvas de saturação da oxi-hemoglobina de dois indivíduos, A e B, de mesmo sexo, idade, peso e altura. Um desses indivíduos não fuma e o outro é fumante crônico.



Com base na análise das curvas, identifique o indivíduo fumante. Explique, ainda, por que o acúmulo de CO pode levar à hipoxia nos tecidos. Sabendo que o CO pode se ligar à enzima citocromo-c-oxidase e inibi-la, indique a etapa do metabolismo aeróbico que será prejudicada pela presença desse gás e uma consequência direta de seu acúmulo para as células afetadas.

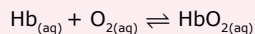
SEÇÃO ENEM

01. (Enem-2022) Diversas substâncias são empregadas com a intenção de incrementar o desempenho esportivo de atletas de alto nível. O chamado *doping* sanguíneo, por exemplo, pela utilização da eritropoietina, é proibido pelas principais federações de esportes no mundo. A eritropoietina é um hormônio produzido pelos rins e fígado e sua principal ação é regular o processo de eritropoiese. Seu uso administrado intravenosamente em quantidades superiores àquelas presentes naturalmente no organismo permite que o indivíduo aumente a sua capacidade de realização de exercícios físicos.

Esse tipo de *doping* está diretamente relacionado ao aumento da

- A) frequência cardíaca.
- B) capacidade pulmonar.
- C) massa muscular do indivíduo.
- D) atividade anaeróbica da musculatura.
- E) taxa de transporte de oxigênio pelo sangue.

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



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

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

- A) elevação da pressão arterial.
 B) aumento da temperatura corporal.
 C) redução da temperatura do ambiente.
 D) queda da pressão parcial de oxigênio.
 E) diminuição da quantidade de hemácias.
- 03.** (Enem) A adaptação dos integrantes da seleção brasileira de futebol à altitude de La Paz foi muito comentada em 1995, por ocasião de um torneio, como pode ser lido no texto a seguir:

A seleção brasileira embarca hoje para La Paz, capital da Bolívia, situada a 3 700 m de altitude, onde disputará o torneio Interamérica. A adaptação deverá ocorrer em um prazo de 10 dias, aproximadamente. O organismo humano, em altitudes elevadas, necessita desse tempo para se adaptar, evitando-se, assim, risco de um colapso circulatório.

PLACAR. fev. 1995 (Adaptação).

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

- A) menor pressão e menor concentração de oxigênio.
 B) maior pressão e maior quantidade de oxigênio.
 C) maior pressão e maior concentração de gás carbônico.
 D) menor pressão e maior temperatura.
 E) maior pressão e menor temperatura.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento 

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

01. A
 02. C
 03. C
 04. B
 05. C

Propostos

Acertei _____ Errei _____

01. D
 02.
 A) Quando estamos dormindo, o metabolismo desacelera, a respiração produz menos CO_2 e o movimento respiratório é lento. Quando corremos, ocorre o oposto.
 B) O bulbo é estimulado quando a taxa de CO_2 no sangue é elevada ou a de O_2 é baixa. Uma vez sensibilizado, o bulbo aumenta o envio de impulso para os músculos respiratórios que, então, começam a se contrair e relaxar de forma mais rápida, aumentando o ritmo respiratório.
03. D
 04. C
 05. B
 06. D
 07. D
 08. Soma = 13
 09. D
 10. E
 11. D
 12. A
 13. O fumante está representado na curva A. O CO se junta à hemoglobina formando a carboxi-hemoglobina que aumenta a afinidade da hemoglobina pelo oxigênio, diminuindo sua liberação para os tecidos. A etapa prejudicada é a cadeia respiratória. O descompasso leva à redução da síntese de ATP / interrupção no transporte de elétrons.

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

01. E
 02. D
 03. A



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Sistema Cardiovascular

Encarregado de realizar o transporte de substâncias em nosso organismo, o sistema cardiovascular ou circulatório pode ser subdividido em **sanguíneo** e **linfático**.

SISTEMA CIRCULATÓRIO SANGUÍNEO



Formado pelo coração e pelos vasos sanguíneos (artérias, arteríolas, capilares, veias e vênulas).



Sistema cardiovascular

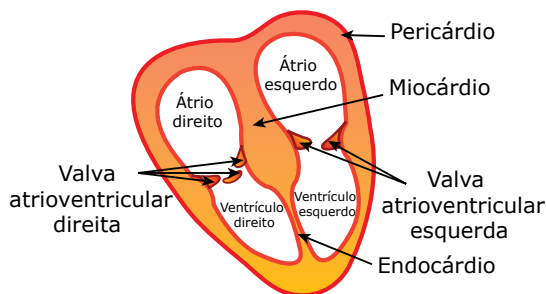
O coração, os vasos sanguíneos e o sangue funcionam conjuntamente para transportar substâncias pelo nosso corpo. Juntos, eles compõem o sistema cardiovascular. Para saber mais sobre ele, assista a essa videoaula.



VV1F

Coração

É um órgão predominantemente muscular, que tem a forma aproximada de um cone (morfologia cônica), o tamanho de um punho e, em um indivíduo adulto, pesa cerca de 250 g. Localiza-se na cavidade torácica, atrás do osso esterno, acima do músculo diafragma, sobre o qual, em parte, repousa no espaço compreendido entre os dois pulmões (mediastino). Fica disposto obliquamente, com a sua maior porção voltada para o lado esquerdo do plano mediano do nosso corpo.



Coração – Externamente, é envolvido e protegido por uma membrana serosa, o pericárdio. Internamente, é dividido em quatro câmaras (cavidades), ou seja, é um coração tetracavitário. As câmaras cardíacas superiores são os átrios (aurículas) direito e esquerdo, enquanto as câmaras inferiores são os ventrículos direito e esquerdo. O revestimento interno dessas câmaras é o endocárdio. Entre o pericárdio e o endocárdio, há predominância de tecido muscular, o tecido muscular estriado cardíaco que forma o miocárdio (músculo do coração).

Conforme mostra a figura anterior, os átrios direito e esquerdo não se comunicam, e o mesmo acontece com os dois ventrículos. Entretanto, cada átrio comunica-se com o ventrículo do mesmo lado por meio das chamadas comunicações atrioventriculares, nas quais encontramos as valvas atrioventriculares direita e esquerda.

A valva atrioventricular direita (tricúspide) é constituída por três membranas e localiza-se entre o átrio direito (AD) e o ventrículo direito (VD). A valva atrioventricular esquerda (bicúspide), também chamada de valva mitral, é formada por duas membranas e localiza-se entre o átrio esquerdo (AE) e o ventrículo esquerdo (VE). Essas valvas ora fecham as comunicações atrioventriculares, ora abrem-nas, dando um sentido unidirecional ao sangue, impedindo seu refluxo dos ventrículos para os átrios.

O coração, por ser um órgão predominantemente muscular, é especializado em realizar contração e relaxamento (descontração). A contração da musculatura cardíaca recebe o nome de sístole, enquanto o seu relaxamento é chamado de diástole. Durante as sístoles, ocorre o esvaziamento das cavidades cardíacas, enquanto, nas diástoles, há o enchimento dessas cavidades.

A atividade de contração e de relaxamento do coração se faz da seguinte maneira: enquanto a porção superior do órgão, onde estão os átrios, contrai-se, a porção inferior, onde ficam os ventrículos, relaxa-se, e vice-versa. Assim, temos:

- **Sístole Atrial (SA):** contração apenas da porção superior do coração, onde se localizam os átrios. Há o esvaziamento dos átrios.
- **Sístole Ventricular (SV):** contração apenas da porção inferior do coração, onde se localizam os ventrículos. Há o esvaziamento dos ventrículos.
- **Diástole Atrial (DA):** relaxamento apenas da porção superior do coração. Há o enchimento dos átrios.
- **Diástole Ventricular (DV):** relaxamento apenas da porção inferior do coração. Há o enchimento dos ventrículos.

Enquanto os átrios estão se enchendo de sangue, ou seja, durante a diástole atrial, as valvas atrioventriculares mantêm fechadas as comunicações atrioventriculares.

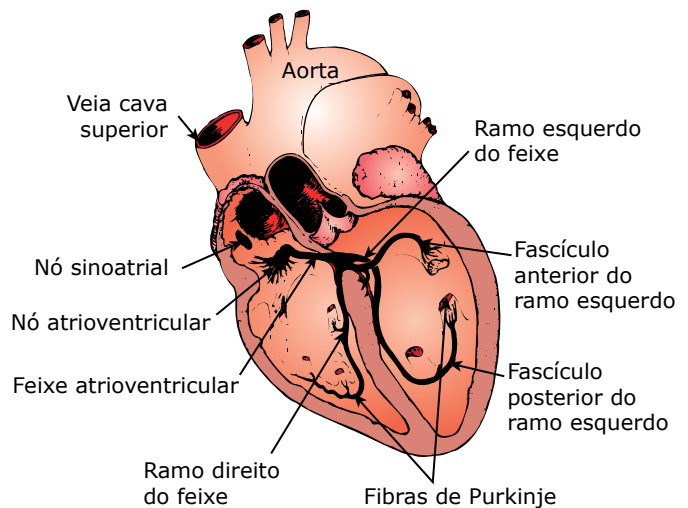
Com a contração dos átrios, ou seja, na sístole atrial, as valvas abrem as comunicações atrioventriculares, e, assim, o sangue passa dos átrios para os ventrículos que, então, começam a se encher (diástole ventricular). Durante a diástole dos ventrículos, as valvas semilunares (no ponto de comunicação das artérias com os ventrículos) encontram-se fechadas. Quando cheios de sangue, os ventrículos contraem-se (SV), e, nesse momento, as valvas cardíacas voltam a fechar as comunicações atrioventriculares, impedindo, assim, que o sangue retorne dos ventrículos para os átrios.

Simultaneamente, ocorre a abertura das valvas semilunares, e, assim, o sangue é lançado bruscamente no interior das artérias, que nascem nas cavidades inferiores do coração. Enquanto os ventrículos se esvaziam (SV), os átrios já estão novamente se enchendo (DA). Portanto, durante a sístole atrial (SA) e a diástole ventricular (DV), as valvas cardíacas, tricúspide e mitral estão abertas; durante a sístole ventricular (SV) e a diástole atrial (DA), essas valvas se mantêm fechadas.

Cada diástole imediatamente seguida por uma sístole constitui um batimento cardíaco. O número de batimentos cardíacos realizados por minuto é a frequência cardíaca.

Em um indivíduo adulto normal, em condições de repouso, a frequência cardíaca fica em torno de 70 batimentos por minuto. O aumento dessa frequência é denominado taquicardia, e a diminuição, bradicardia.

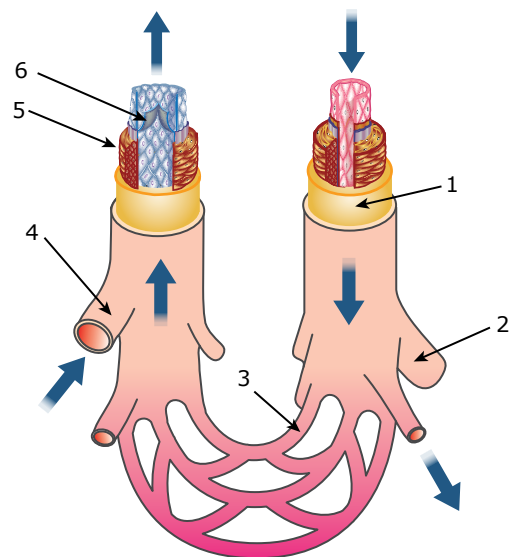
Embora tenha o ritmo de suas contrações regulado pelo sistema nervoso, o miocárdio não depende deste para se contrair, uma vez que é um músculo autoestimulável, isto é, possui um sistema próprio para gerar estímulos e transmitir a excitação produzida. Desse sistema, fazem parte estruturas constituídas por células musculares especializadas, as quais são denominadas nós, nodos ou nódulos, que se localizam no átrio direito. Existem o nó sinoatrial (situado no ponto onde a veia cava superior penetra no átrio direito) e o nó atrioventricular (localizado entre o átrio direito e o ventrículo direito). O nó sinoatrial comanda os impulsos, sendo, portanto, o controlador das contrações cardíacas, o que o torna um marca-passo da dinâmica do coração. Também fazem parte desse sistema autoestimulável do coração o fascículo atrioventricular (feixe de Hiss) e as fibras de Purkinje (miócitos condutores cardíacos). O fascículo atrioventricular origina-se do nódulo atrioventricular e é formado por células semelhantes às do nódulo, que conduzem o estímulo elétrico para o septo interventricular. As fibras de Purkinje são formadas por células semelhantes às do fascículo atrioventricular, porém mais alongadas, e têm como função distribuir o estímulo pelas paredes dos ventrículos.



Esquema do sistema gerador e condutor do estímulo cardíaco – O batimento do coração é controlado pelo nó sinoatrial, que funciona como o marca-passo do coração. Desse nódulo, o estímulo espalha-se pelo tecido muscular atrial, fazendo com que os dois átrios se contraíam simultaneamente. Quando a onda de excitação alcança o nó atrioventricular, suas fibras condutoras passam o estímulo ao feixe atrioventricular e às fibras de Purkinje, desencadeando a contração simultânea dos ventrículos. Como as fibras do nódulo atrioventricular conduzem o estímulo de modo relativamente lento, os ventrículos só se contraem depois de completada a batida atrial.

Vasos sanguíneos

Compreendem as artérias, as arteríolas, as vênulas, as veias e os capilares sanguíneos.



Sistema vascular sanguíneo – 1. Artéria; 2. Arteríola; 3. Capilar; 4. Vênula; 5. Veia; 6. Válvula venosa. Observe que os capilares fazem a conexão entre a circulação arterial e a circulação venosa.

As artérias são vasos que conduzem o sangue do coração para os diversos tecidos do corpo. Pode-se dizer que são vasos sanguíneos eferentes em relação ao coração, isto é, vasos que saem do coração. São dotadas de uma parede muscular espessa e elástica. O tecido muscular liso de suas paredes confere a elasticidade necessária para suportar a grande pressão do sangue no seu interior. Não fosse essa elasticidade, as artérias se romperiam, em consequência da grande pressão exercida pelo sangue, notadamente no momento da sístole ventricular (momento em que o sangue passa bruscamente dos ventrículos para o interior das artérias). Por isso, as artérias pulsam.

A pressão arterial é a força que o sangue exerce sobre as paredes das artérias. Com o auxílio de um aparelho denominado esfigmomanômetro, pode-se medir os valores da pressão arterial. Seu valor máximo, em torno de 120 mmHg nos indivíduos adultos normais, ocorre durante a sístole ventricular. Por outro lado, no momento da diástole ventricular, a pressão arterial alcança valores mínimos, em torno de 80 mmHg. Assim, temos:

Pressão arterial máxima ou sistólica:

é obtida quando ocorre a sístole ventricular.

Pressão arterial mínima ou diastólica:

é obtida quando ocorre a diástole ventricular.

A hipertensão (pressão alta) ocorre quando a pressão mínima está acima de 90 ou 100 mmHg, e a máxima atinge mais de 150 mmHg. Essa anomalia pode ser desencadeada por vários fatores, como o estresse emocional, a alimentação inadequada (rica em gorduras e sais) e a vida sedentária. A hipertensão aumenta os riscos de doenças cardiovasculares e seu controle pode ser feito com medicamentos, dieta, exercícios físicos e relaxamento.

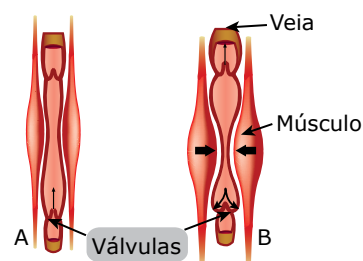
A queda nos valores normais da pressão arterial constitui a hipotensão (pressão baixa). Uma pressão sistólica abaixo de 100 mmHg para o adulto é considerada baixa. A hipotensão pode ocorrer em algumas doenças, como na tuberculose, na doença de Addison (insuficiência do córtex da suprarrenal), no hipotireoidismo, etc. Os casos agudos de hipotensão são denominados choques circulatórios, durante os quais a pressão pode cair a 40, 30 e mesmo 0 mmHg.

Ao longo de sua trajetória, as artérias dão origem a ramificações que penetram os diversos órgãos do corpo. Essas ramificações vão se tornando cada vez mais finas, até que, nos tecidos, atingem o seu menor diâmetro e passam a ser chamadas de arteríolas. As arteríolas, por sua vez, dão origem a ramificações ainda mais finas, formando os capilares.

Os capilares são os vasos sanguíneos de menor calibre. Suas paredes são delgadas, permeáveis, formadas por uma única camada de células, através das quais ocorre troca de materiais entre o sangue e os tecidos adjacentes.

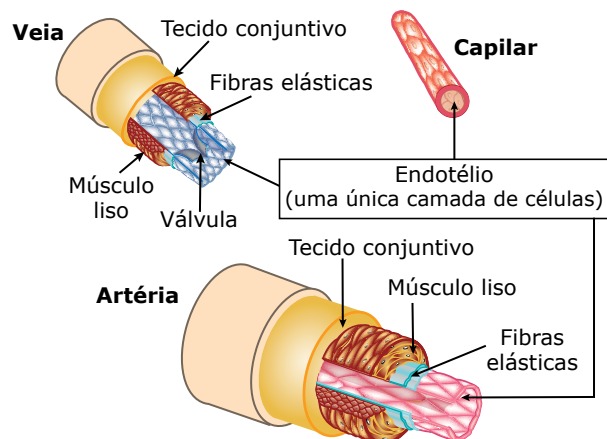
É na rede de capilares que se dá a passagem do O_2 da corrente sanguínea para as células dos tecidos, a transição do CO_2 produzido pela atividade respiratória dos tecidos para a corrente sanguínea, a passagem de nutrientes (aminoácidos, glicose, vitaminas, etc., que foram absorvidos no intestino) para as células dos tecidos, etc. Após certa trajetória pelos tecidos, os capilares reúnem-se, formando vasos com calibre um pouco maior, denominados vênulas. As vênulas, por sua vez, desembocam numa veia.

As veias são vasos que conduzem o sangue para o coração. São, portanto, vasos aferentes em relação ao coração, isto é, vasos que chegam (desembocam) ao coração, trazendo sangue das diversas partes do nosso corpo. Suas paredes são mais finas e delicadas do que as das artérias e possuem válvulas (válvulas venosas) para impedir o refluxo de sangue no seu interior.



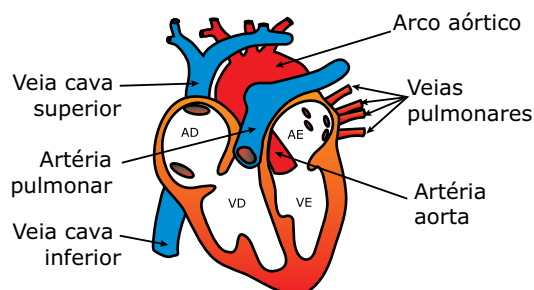
Válvulas venosas – As válvulas existentes nas paredes das veias se abrem para permitir o movimento do sangue em direção ao coração e se fecham para evitar o refluxo. A. Os músculos estriados esqueléticos ao redor da veia estão relaxados; o fluxo de sangue é lento, as válvulas venosas estão abertas. B. Os músculos estão contraídos, pressionando as paredes da veia; as válvulas inferiores se fecham impedindo o refluxo do sangue.

A figura a seguir mostra algumas diferenças estruturais entre as artérias e as veias.



Estrutura dos vasos sanguíneos – Observe que as artérias têm paredes mais grossas, capazes de suportar a grande pressão do sangue que deixa o coração no momento da sístole ventricular. As paredes dos capilares são finas, constituídas por uma única camada de células, o que permite uma rápida troca de gases, nutrientes e resíduos entre o sangue e os tecidos. As veias possuem luzes mais amplas e paredes mais finas em relação às das artérias.

A figura a seguir mostra os locais do coração onde nascem e desembocam os principais vasos sanguíneos do nosso corpo: a artéria aorta, a artéria pulmonar, as veias cavas e as veias pulmonares.



Coração humano e vasos sanguíneos – Na origem das artérias, junto aos ventrículos, também existem valvas: as válvulas semilunares (válvula aórtica, do lado esquerdo, e válvula pulmonar, do lado direito). São essas valvas que impedem o sangue de retornar aos ventrículos depois que deles saem. AD. Átrio direito; VD. Ventrículo direito; AE. Átrio esquerdo; VE. Ventrículo esquerdo.

A) Artéria aorta – É o maior vaso sanguíneo do corpo humano. Nasce no ventrículo esquerdo, dirige-se para cima, onde assume uma trajetória arqueada, formando o arco aórtico. Em sequência, desce por trás do coração, percorre toda a cavidade torácica, atravessa o músculo diafragma (músculo que separa a cavidade torácica da cavidade abdominal) e penetra na cavidade abdominal, percorrendo-a em toda a sua extensão. Ao longo de toda essa trajetória, a artéria aorta dá origem a ramificações, tais como as artérias coronárias (irrigam o coração), as artérias carótidas (levam o sangue para a cabeça), as artérias subclávias (irrigam os braços), a artéria gástrica (irriga o estômago), a artéria hepática (irriga o fígado), a artéria pancreática (leva sangue para o pâncreas), artérias mesentéricas (irrigam os intestinos), as artérias renais (levam sangue para os rins), as artérias pudendas (irrigam os órgãos genitais) e as artérias ilíacas (levam sangue para os membros inferiores).

A artéria aorta conduz sangue arterial (sangue rico em O_2 e pobre em CO_2) do coração para os diferentes tecidos do nosso corpo. Ao passar pela rede de capilares dos tecidos, ocorre a troca de gases respiratórios entre o sangue e os tecidos, isto é, o O_2 difunde-se daquele para estes, e o CO_2 faz uma trajetória inversa. Desse modo, o sangue se torna venoso (sangue rico em CO_2 e pobre em O_2). Esse sangue venoso, então, retorna ao coração por intermédio das veias cavas. Assim, o sangue que sai do coração através da artéria aorta retorna a esse órgão pelas veias cavas.

B) Veias cavas – Desembocam no átrio direito, trazendo o sangue venoso dos diferentes tecidos para o coração. A veia cava superior traz o sangue da cabeça e dos membros superiores, enquanto a cava inferior traz o sangue dos membros inferiores, do abdome e do tórax.

Do átrio direito, onde é despejado, o sangue venoso passa ao ventrículo direito, de onde sai através da artéria pulmonar.

C) Artéria pulmonar – Nasce no ventrículo direito e, após um curto trajeto, bifurca-se, originando a artéria pulmonar direita, que se dirige para o pulmão direito, e a artéria pulmonar esquerda, que vai para o pulmão esquerdo. A artéria pulmonar conduz sangue venoso do coração para os pulmões. Nos pulmões, no nível dos capilares alveolares, esse sangue passa de venoso a arterial. Desse modo, volta a ficar rico em O_2 e retorna ao coração por intermédio das veias pulmonares.

D) Veias pulmonares – Em número de quatro, essas veias desembocam no átrio esquerdo, trazendo sangue arterial dos pulmões para o coração. De cada pulmão, saem duas veias pulmonares. O sangue arterial que é despejado por essas veias no átrio esquerdo passa para o ventrículo esquerdo, de onde sai para as diferentes partes do nosso corpo através da artéria aorta.

A circulação do sangue em nosso organismo é feita através de dois circuitos bem definidos: grande circulação e pequena circulação.

- **Grande circulação (circulação sistêmica)** – Começa no ventrículo esquerdo e termina no átrio direito. É realizada entre o coração e os tecidos do corpo. O sangue arterial do ventrículo esquerdo sai do coração através da artéria aorta, sendo levado aos tecidos, onde, no interior dos capilares, ocorre a troca de gases respiratórios: o sangue deixa o O_2 para as células dos tecidos e recebe destas o CO_2 . Assim, passa de arterial a venoso. O sangue venoso retorna ao coração por meio das veias cavas, sendo despejado no átrio direito. Essa trajetória do sangue pode ser resumida da seguinte maneira:

Grande circulação

Ventrículo esquerdo → Artéria aorta → Capilares (tecidos) → Veias cavas → Átrio direito

- **Pequena circulação (circulação pulmonar)** – Começa no ventrículo direito e termina no átrio esquerdo. É realizada apenas entre o coração e os pulmões. O sangue venoso sai do ventrículo direito através da artéria pulmonar, sendo levado aos pulmões, onde, no interior dos capilares alveolares, ocorre a hematose (passagem do sangue venoso para sangue arterial). O sangue arterial retorna ao coração por intermédio das veias pulmonares, sendo despejado no átrio esquerdo. Essa trajetória do sangue pode ser resumida da seguinte maneira:

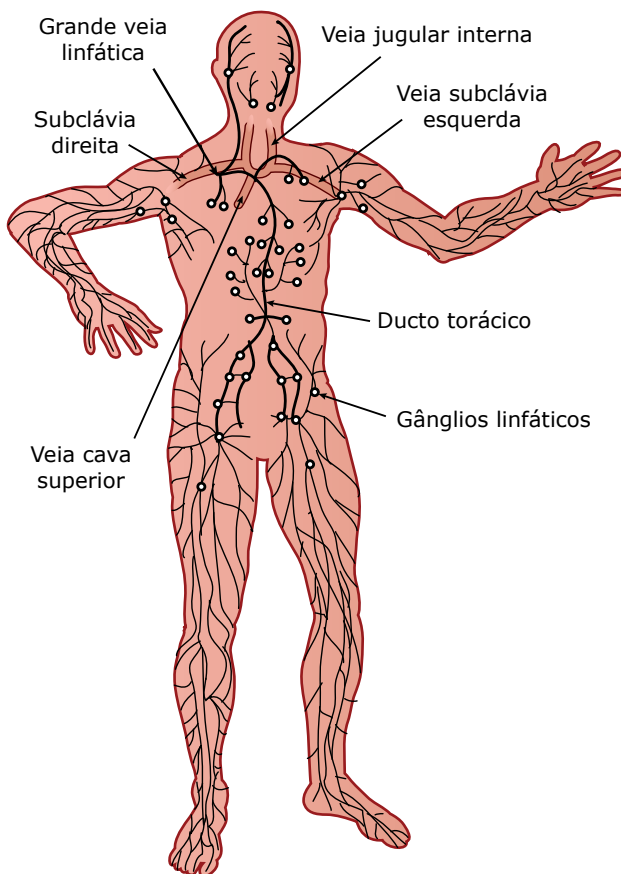
Pequena circulação

Ventrículo direito → Artéria pulmonar → Capilares alveolares → Veias pulmonares → Átrio esquerdo

SISTEMA CIRCULATORIO LINFÁTICO



É formado pelos vasos linfáticos que se distribuem por todo o corpo. Os vasos linfáticos de menor calibre são os capilares linfáticos, que têm diâmetro um pouco maior que o dos capilares sanguíneos. Os capilares linfáticos nascem nos tecidos e se reúnem uns com os outros, formando vasos cada vez mais grossos, que convergem para o canal torácico ou para a grande veia linfática, os dois maiores vasos linfáticos do corpo. Esses dois vasos abrem-se na circulação sanguínea: o canal torácico abre-se na veia subclávia esquerda, enquanto a grande veia linfática desemboca na veia subclávia direita. As veias subclávias são ramos da veia cava e se localizam na altura das clavículas.



Rede linfática do organismo humano – A linfa, depois de circular pelo interior dos vasos linfáticos, é lançada na corrente sanguínea.

Ao longo de sua trajetória, os vasos linfáticos atravessam nódulos constituídos por tecido linfóide denominados linfonodos (gânglios linfáticos). Esses gânglios funcionam como filtros, retirando da linfa substâncias nocivas, partículas estranhas (bactérias, vírus, etc.) e células mortas.

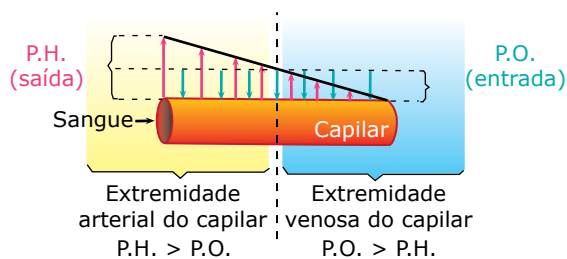
Além disso, neles há uma intensa maturação de linfócitos (células de defesa, produtoras de anticorpos). Portanto, os linfonodos são órgãos de defesa do organismo humano. O inchaço desses órgãos, em consequência de algum tipo de infecção, é conhecido por íngua. Muitas vezes, quando o nosso corpo é invadido por micro-organismos causadores de infecção, os glóbulos brancos dos linfonodos próximos ao local da invasão começam a se multiplicar ativamente para combater os invasores, e, assim, os gânglios incham, originando as ínguas.

Os vasos linfáticos também ajudam no transporte de certos nutrientes, sobretudo os de origem lipídica (gorduras), que são absorvidos no intestino e entram nos vasos quilíferos (vasos linfáticos das vilosidades intestinais).

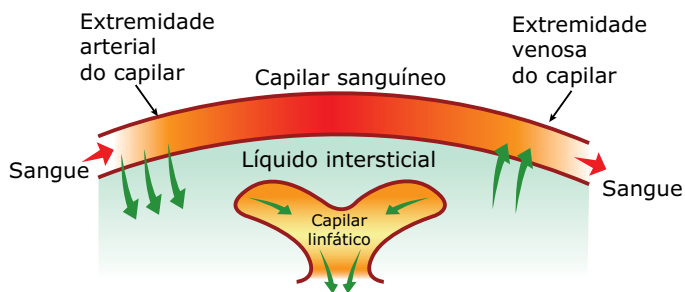
A linfa que circula pelo interior dos vasos linfáticos resulta do plasma sanguíneo acumulado nos tecidos. Sua circulação é impulsionada principalmente pelas contrações dos músculos do corpo. No interior dos vasos linfáticos, em especial nos de maior calibre, existem valvas semelhantes às valvas venosas que impedem o refluxo da linfa.

A formação da linfa

Quando o sangue atinge os finos capilares sanguíneos, a pressão sanguínea (pressão hidrostática) força a saída de parte do plasma sanguíneo através das delgadas paredes dos capilares. Essa parte do plasma que sai da corrente sanguínea e banha diretamente as células dos tecidos passa a ser chamada de líquido tissular ou líquido intersticial. O líquido tissular tem a mesma composição química do plasma sanguíneo, com exceção das macromoléculas proteicas. Estas normalmente não atravessam as paredes dos capilares, permanecendo em altas concentrações no interior dos vasos, onde exercem uma força de natureza osmótica denominada pressão oncótica, que reabsorve parte do líquido tissular para o interior dos capilares. Desse modo, constatamos a existência de duas forças antagônicas atuando no nível dos capilares sanguíneos: a pressão sanguínea (pressão hidrostática) e a pressão oncótica. A pressão sanguínea, predominantemente mais forte na extremidade arterial do capilar, provoca o extravasamento do líquido plasmático. Com a saída desse líquido para os tecidos, a pressão sanguínea, no interior do capilar, diminui progressivamente. Assim, na extremidade venosa do capilar sanguíneo, a pressão sanguínea torna-se menor que a pressão oncótica, o que, então, determina a reabsorção de boa parte do líquido tissular para o interior dos capilares.



P.H. = Pressão Hidrostática (pressão sanguínea) – provoca a saída de plasma sanguíneo na extremidade arterial do capilar sanguíneo; P.O. = Pressão Oncótica (pressão osmótica das proteínas plasmáticas) – provoca a reabsorção de parte do líquido tissular pela extremidade venosa do capilar sanguíneo.



A parte do líquido tissular que não é reabsorvida pela extremidade venosa do capilar sanguíneo é coletada pelos capilares linfáticos que nascem nos tecidos. Uma vez no interior dos vasos linfáticos, esse líquido passa a ser denominado linfa. A linfa é, na realidade, um filtrado do plasma sanguíneo que é recolhido do meio intersticial pelos vasos linfáticos e devolvido ao sangue após a eliminação de elementos nocivos.

PARADA CARDIORRESPIRATÓRIA

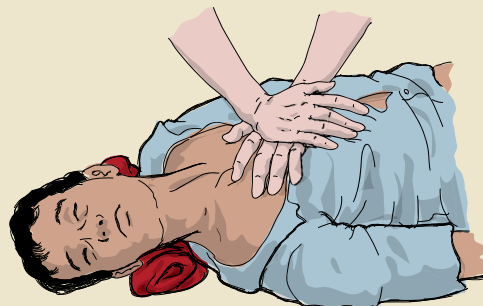
A parada cardiorrespiratória (PCR) é a interrupção completa da circulação do sangue e da respiração. Esse fenômeno não escolhe hora nem local para ocorrer, podendo acontecer em casa, na rua, no escritório, no ônibus, etc. O socorro médico precisa ser imediato.

Enquanto se aguarda a chegada do desfibrilador (aparelho que ajuda o coração a voltar a funcionar) e a ajuda especializada para o paciente, proceda da seguinte forma:

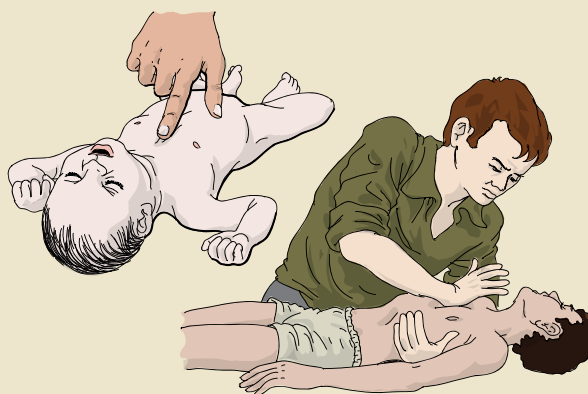
- 1) Coloque a pessoa deitada no chão de barriga para cima ou em outra superfície plana e firme.
- 2) Incline a cabeça da vítima para trás, de modo que o queixo aponte para cima.
- 3) Comece a reanimação (também conhecida por ressuscitação cardiopulmonar) fazendo as compressões torácicas (massagem cardíaca) e as respirações boca a boca. A reanimação deve ser realizada até que a vítima recupere sua respiração e seus batimentos cardíacos ou até a chegada do atendimento médico.



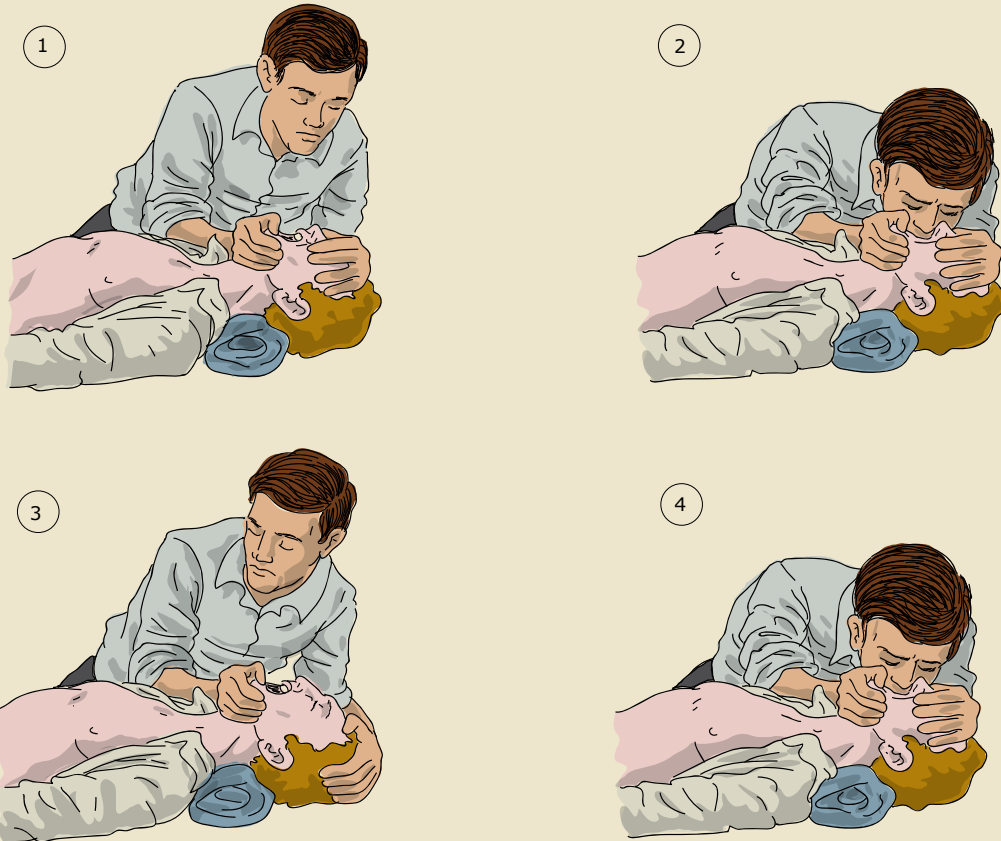
Reanimação – A reanimação deve alternar 30 compressões torácicas para cada 2 respirações boca a boca. Assim, será mais eficaz se realizada por 2 socorristas (enquanto um faz a massagem cardíaca, o outro faz a respiração boca a boca). Após a reanimação, mantenha a vítima deitada (não deixe que ela se sente ou se levante) até a chegada do socorro médico.



Massagem cardíaca – Coloque-se de joelhos ao lado dos ombros da vítima. Apoie suas mãos, uma em cima da outra, no meio do osso esterno (osso do peito), na altura da linha imaginária que vai de um mamilo a outro. Usando o peso da parte de cima do seu corpo, e não a força dos braços, comprima verticalmente o tórax do acidentado, assim como na reanimação.



Massagem cardíaca em bebês e crianças – Em bebês, as compressões devem ser feitas apenas com um ou dois dedos posicionados no centro do tórax, entre os dois mamilos. Em crianças de até 10 anos, use somente uma das mãos para fazer as compressões torácicas.



Respiração boca a boca – Incline a cabeça do acidentado para trás. Caso a língua da vítima esteja bloqueando a entrada de ar, puxe-a para frente. 1. Tape as narinas da vítima e abra-lhe a boca; 2. Encha seus pulmões de ar e, com a boca colada na boca da vítima, sopra com força até observar que o tórax dela se eleva; 3. Destape as narinas da vítima e observe o esvaziamento dos pulmões; 4. Recomece a operação.

INFARTO DO MIOCÁRDIO

O infarto do miocárdio, também conhecido por "ataque cardíaco", é resultante da interrupção súbita do fluxo sanguíneo para uma parte do músculo cardíaco, devido à obstrução em uma das coronárias (ramos da artéria aorta que irrigam o coração). Essa interrupção pode causar a morte das células por falta de oxigênio e nutrientes.

Pessoas com excesso de peso, com taxas elevadas de colesterol e triglicérides, sedentárias, fumantes, hipertensas, diabéticas e pessoas que possuem histórico familiar de doença coronariana correm um risco maior de ter um infarto. Seu sintoma clássico é a dor que causa a sensação de aperto no peito, com duração de mais de 20 minutos e irradiação para o braço esquerdo. Sudorese excessiva, palidez, tontura e desmaio também são frequentes. É preciso ressaltar, entretanto, que algumas pessoas com infarto podem apresentar um quadro clínico pouco típico, como desconforto torácico, náuseas, vômitos, azia e dores no pescoço.

Havendo suspeita de infarto, a pessoa precisa urgentemente de assistência médica. Enquanto se aguarda o atendimento médico, alguns procedimentos podem ser úteis e até salvar a vida do infartado. São eles:

- 1) Não deixar que a pessoa faça qualquer esforço (andar, abaixar-se, subir escada, etc.). O esforço faz com que o coração seja mais solicitado (trabalhe mais), o que agrava o processo de necrose (morte) do músculo cardíaco.
- 2) Afrouxar as roupas da vítima e procurar mantê-la deitada em local calmo e ventilado.
- 3) Caso a vítima esteja consciente, providenciar, se possível, que ela tome 2 comprimidos de ácido acetilsalicílico (aspirina) infantil. Isso diminui a possibilidade de formação de trombos. Não lhe dê nenhuma bebida ou calmante.
- 4) Fazer a reanimação cardiopulmonar caso haja parada cardíaca.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01. (UERJ–2019) Pessoas com varizes nas pernas frequentemente utilizam meias elásticas para aliviar a sensação de peso nos membros inferiores. Esse alívio decorre da colaboração da ação das meias com o processo, presente nas extremidades do corpo, de

- A) redução da pressão linfática.
- B) retorno do sangue pelas veias.
- C) contração das paredes das artérias.
- D) troca de substâncias entre capilares.

02. (FCC-SP) Sabendo-se que a estrutura das veias e das artérias está estreitamente relacionada com a sua função, deve-se esperar que as paredes das artérias tenham, em relação às paredes das veias,

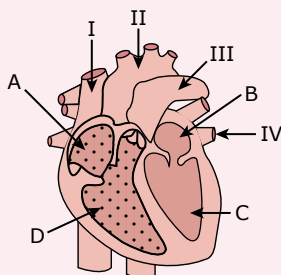
- A) a mesma quantidade de tecido muscular e tecido elástico.
- B) menos tecido muscular e mais tecido elástico.
- C) mais tecido muscular e menos tecido elástico.
- D) mais tecido muscular e mais tecido elástico.
- E) menos tecido muscular e menos tecido elástico.

03. (Unisinos-RS–2022) “Em humanos, a pequena circulação ou circulação pulmonar é o caminho que o sangue percorre do coração aos pulmões e dos pulmões ao coração. No decorrer desta circulação, o coração bombeia o _____ do _____ para o _____, que se divide em artérias pulmonares esquerda e direita, que levam o sangue até os pulmões.”

As lacunas são corretamente preenchidas, respectivamente, por:

- A) sangue arterial, ventrículo direito, veia pulmonar.
- B) sangue venoso, átrio esquerdo, veia pulmonar.
- C) sangue arterial, ventrículo direito, tronco pulmonar.
- D) sangue venoso, ventrículo direito, tronco pulmonar.
- E) sangue venoso, ventrículo esquerdo, veia cava.

04. (Fatec-SP) A figura a seguir esquematiza o coração de um mamífero, com suas câmaras (representadas por letras), veias e artérias (representadas por numerais romanos).



Identifique cada parte do coração e indique a alternativa que apresenta a correspondência correta.

- A) O sangue rico em O_2 chega nas câmaras A e B.
- B) O sangue rico em CO_2 chega na câmara B.
- C) Os vasos identificados por I, II e III são, respectivamente, veia cava superior, artéria pulmonar e artéria aorta.
- D) O vaso indicado por IV traz sangue arterial dos pulmões ao coração.
- E) O vaso indicado por III leva sangue arterial do coração para o corpo.

05.

NW20



(CMMG) Galeno (129-200) foi provavelmente o autor que mais influenciou no desenvolvimento das ciências biomédicas, tendo sua influência se estendido por 15 séculos. Ele ensinava que o coração do homem tem pequenos orifícios nas paredes que separam o lado direito e o esquerdo e que o coração pode continuar batendo mesmo quando separado dos nervos.

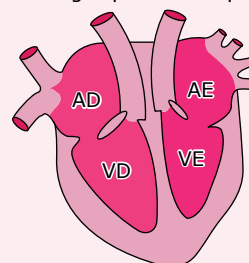
Esses ensinamentos continham acertos e erros. De acordo com o texto anterior e com os seus conhecimentos de Biologia, pode-se considerar correto que

- A) o coração continua batendo mesmo quando isolado dos nervos.
- B) no coração humano só há comunicação interatrial, mas não interventricular.
- C) no coração humano só há comunicação interventricular, mas não interatrial.
- D) todos esses ensinamentos estão incorretos, à luz da ciência atual.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (Albert Einstein) O esquema a seguir representa, de forma simplificada, o coração humano. Há grandes vasos que levam sangue dos órgãos e tecidos para o coração e outros que levam sangue desse órgão para outras partes do corpo.



No coração humano

- A) a entrada de sangue rico em oxigênio se dá pelas veias cavas.
- B) a entrada de sangue pobre em oxigênio se dá pela artéria pulmonar.
- C) a saída de sangue rico em oxigênio se dá pela artéria aorta.
- D) a saída de sangue pobre em oxigênio se dá pelas veias pulmonares.

02.
G08V

(Mackenzie-SP) A respeito do coração, assinale a alternativa correta.

- A) Os nódulos atrioventricular e sinoatrial são responsáveis pelo controle do ritmo cardíaco.
- B) As valvas são responsáveis por estimular a contração do miocárdio.
- C) A contração do miocárdio é completamente independente da ação do sistema nervoso.
- D) A oxigenação desse órgão é feita pelo sangue que circula em seu interior.
- E) Todo sangue que sai do coração é arterial.

03.

(UEG-GO) A velocidade do sangue através do corpo varia em função da área de secção transversa de um vaso. Considerando-se que a velocidade do sangue seja hipoteticamente constante,

- A) a diferença de pressão é inexistente, sendo a pressão inicial constante até a região distal do vaso.
- B) há diferença de pressão, com a pressão inicial maior que a pressão na região distal do vaso.
- C) há diferença de pressão, com a pressão inicial menor que a pressão na região distal do vaso.
- D) há diferença de pressão, com aumento da pressão entre as regiões inicial e distal do vaso.

04.

(Unichristus-CE-2022) O anúncio da *Sanofi Medley* de que está recolhendo preventivamente todos os seus produtos com o princípio ativo losartana provocou dúvidas em pacientes que usam o remédio. O losartana pertence à classe de bloqueadores dos receptores de angiotensina. A angiotensina é uma substância responsável pela vasoconstrição, ou seja, estreitamento dos vasos sanguíneos. O medicamento impede a ligação desta substância aos seus receptores, impedindo a diminuição do diâmetro das artérias.

Disponível em: <https://www.folhape.com.br/noticias/losartana-retirada-do-mercado-quem-toma-o-remedio-deve-fazer-o-que/219012/>. Acesso em: 14 mar. 2022.

A utilização desse medicamento impede o(a)

- A) ocorrência de aterosclerose.
- B) elevação da pressão arterial.
- C) aumento da glicemia no sangue.
- D) aumento do diâmetro das artérias.
- E) diminuição da frequência cardíaca.

05.

(Unioeste-PR-2022) Em janeiro de 2022, David Benett foi submetido a um transplante cardíaco com coração de porco geneticamente modificado. O procedimento foi bem sucedido, mas Benett era um paciente terminal e faleceu 2 meses após o transplante. Sobre coração e circulação sanguínea em mamíferos, assinale a alternativa correta.

- A) Corações de mamíferos, como humanos e porcos, estão relacionados à circulação aberta.
- B) O trajeto coração – órgãos do corpo – coração caracteriza a circulação pulmonar, na qual ocorre oxigenação do sangue.
- C) Sangue oxigenado chega ao átrio direito na circulação pulmonar.

D) Na diástole atrial, o átrio contrai para que o sangue entre no ventrículo.

E) Artérias são vasos que também podem transportar sangue com baixa concentração de oxigênio.

06.
AXRB

(PUC Rio) O coração humano apresenta uma série de peculiaridades para que a circulação sanguínea se dê de forma eficiente.

Assinale a alternativa que apresenta a afirmativa correta em relação a essas características.

- A) A musculatura mais espessa do ventrículo esquerdo é necessária para aumentar a pressão do sangue venoso.
- B) O sangue oxigenado nos pulmões entra no coração pela veia pulmonar, e o sangue rico em gás carbônico entra nos pulmões pela artéria pulmonar.
- C) As válvulas do coração têm por função permitir o refluxo do sangue para a cavidade anterior durante o processo de diástole.
- D) As paredes internas do coração permitem uma certa taxa de difusão de gases, o que faz com que esse órgão seja oxigenado durante a passagem do sangue por ele.
- E) A separação das cavidades do coração impede o maior controle do volume sanguíneo.

07.

(FUVEST-SP) No intestino humano, cada uma das vilosidades da superfície interna do intestino delgado tem uma arteríola, uma vênula e uma rede de capilares sanguíneos. Após uma refeição, as maiores concentrações de oxigênio, glicose e aminoácidos no sangue são encontradas nas

	Oxigênio	Glicose	Aminoácidos
A)	Vênulas	Vênulas	Vênulas
B)	Vênulas	Vênulas	Arteriolas
C)	Arteriolas	Arteriolas	Arteriolas
D)	Arteriolas	Arteriolas	Vênulas
E)	Arteriolas	Vênulas	Vênulas

08.

(FUVEST-SP) Em caso de hipertensão, recomenda-se uma dieta sem sal porque este atua

- A) diminuindo o volume de sangue circulante.
- B) aumentando o volume de sangue circulante.
- C) reduzindo o calibre dos vasos sanguíneos.
- D) dilatando o calibre dos vasos sanguíneos.
- E) obstruindo os capilares arteriais com lacas de ateromas.

09.
84EQ

(UNIFESP) As afirmações a seguir encontram-se em um folheto para agentes de saúde responsáveis por medir a pressão sanguínea de pacientes que chegam a um centro médico. Você foi chamado a revisá-lo, usando seus conhecimentos sobre o sistema circulatório.

- I. A pressão máxima medida é obtida quando o ventrículo esquerdo se contrai e a mínima, quando ele relaxa.
- II. A pressão sanguínea pode ser medida em qualquer parte do corpo, já que ela é igual em todo o sistema circulatório.
- III. O paciente deve evitar esforços físicos antes do exame, pois isso alteraria os resultados.

- IV. Os resultados serão alterados caso o paciente tenha ingerido alimentos excessivamente salgados antes do exame.
- V. A pressão sanguínea é maior no coração e nas veias e menor nas grandes artérias.

As informações corretas são

- A) I, II e III.
- B) I, III e IV.
- C) I, IV e V.
- D) II, III e V.
- E) III, IV e V.



10. (FGV) Um dos procedimentos médicos em casos de obstrução de vasos sanguíneos cardíacos, causada geralmente por acúmulo de placas de gordura nas paredes (Figura 1), é a colocação de um tubo metálico expansível em forma de malha, denominado *stent* (Figura 2), evitando o infarto do miocárdio.

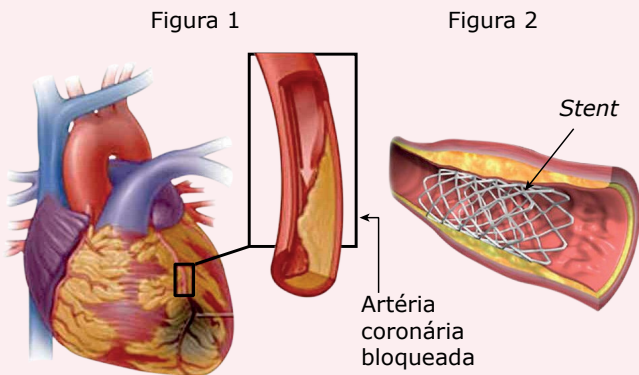


Figura 1 - Disponível em: <http://www.omnicni.com.br>.
Figura 2 - Disponível em: <http://www.infoescola.com>.

- Tal procedimento, quando realizado nas artérias coronárias, tem como objetivo desbloquear o fluxo sanguíneo responsável pela condução de gás oxigênio
- A) dos pulmões em direção ao átrio esquerdo do coração.
 - B) e nutrientes para o tecido muscular cardíaco.
 - C) do ventrículo esquerdo em direção à aorta.
 - D) e nutrientes para todos os tecidos corpóreos.
 - E) dos pulmões em direção ao ventrículo esquerdo do coração.

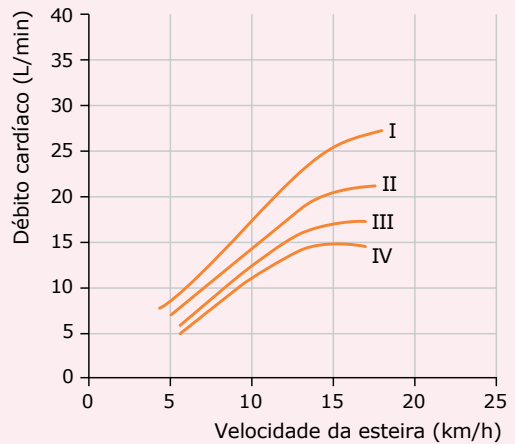


11. (UERJ) Em avaliações físicas, é comum a análise conjunta de duas variáveis:

1. débito cardíaco – volume de sangue que o coração é capaz de bombear em determinado período de tempo;
2. frequência cardíaca – número de batimentos do coração nesse mesmo período de tempo.

Em geral, atletas apresentam elevado débito cardíaco, ou seja, o coração bombeia um volume maior de sangue com menos batimentos, se comparado a um indivíduo sedentário.

Admita que quatro homens não fumantes, sem diagnóstico de patologia cardíaca, com mesmo peso corporal e idade, foram submetidos à corrida em uma mesma esteira. Durante esse processo, foi registrado o débito cardíaco de cada um, obtendo-se os resultados indicados no gráfico.

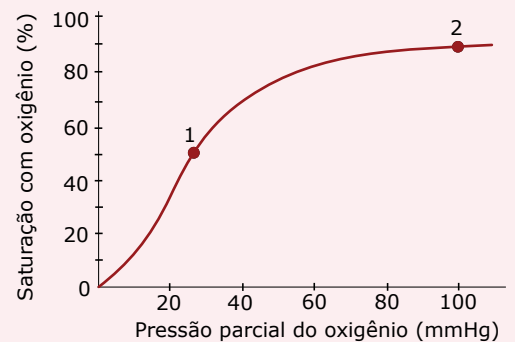


Disponível em: ekgmachines.org.

- De acordo com os resultados apresentados, a curva que representa o indivíduo com maior frequência cardíaca é
- A) I.
 - B) II.
 - C) III.
 - D) IV.



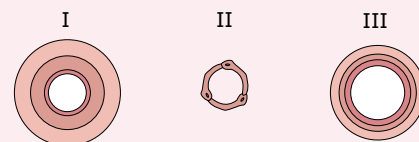
12. (UFRJ) O gráfico a seguir representa a saturação da hemoglobina com o oxigênio em função da pressão parcial do oxigênio no ambiente. Os dois pontos assinalados na curva representam os níveis de saturação da hemoglobina em função das pressões parciais de oxigênio no sangue arterial e no sangue venoso de um homem.



Identifique qual ponto corresponde à saturação venosa e qual corresponde à saturação arterial. Justifique sua resposta.



13. (UFPR) As figuras a seguir apresentam esquemas da estrutura da parede de três tipos de vasos sanguíneos encontrados em mamíferos:

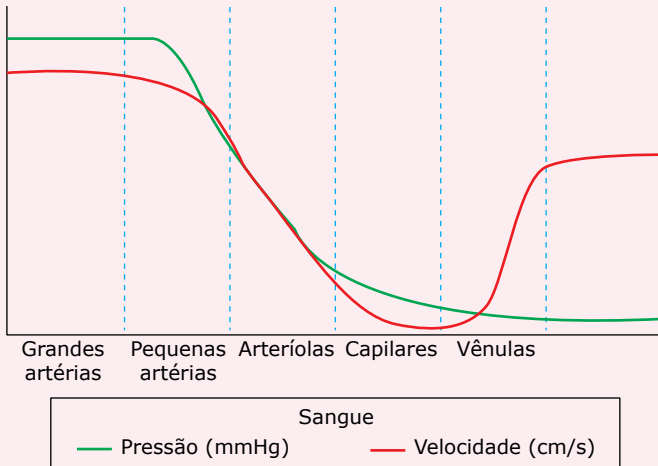


- A) Indique o nome de cada um dos vasos.
- B) Relacione, para cada vaso, características da estrutura de sua parede com a sua função.

14. OOV5



(UERJ) O sistema circulatório humano apresenta características estruturais específicas para suportar a grande pressão do sangue bombeado pelo coração, no caso das artérias, bem como para manter a velocidade do fluxo em direção ao coração, mesmo sob baixa pressão, no caso das veias. Observe no gráfico as principais variações nesse sistema.



Indique duas características da composição da parede das artérias que possibilitam a passagem do sangue sob grande pressão. Indique, também, dois fatores que possibilitam a passagem do sangue pelas veias em velocidade quase tão alta quanto a verificada nas artérias.

15. YICS



(USF) Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), as doenças cardiovasculares são as principais causas mundiais de morte. No Brasil, 300 mil pessoas morrem anualmente, ou seja, um óbito a cada dois minutos é causado por esse tipo de enfermidade.

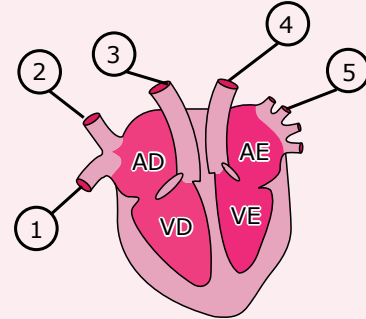
Embora fatores não modificáveis, como predisposição genética, contribuam para a ocorrência de tais doenças, para o cardiologista Leonardo Spencer, do Hospital do Coração do Brasil, em Brasília, essas estatísticas podem ser explicadas principalmente pelos maus hábitos de vida da população. "Alimentação não balanceada, rica em gordura saturada, aliada ao sedentarismo, ao sobrepeso, à hipertensão, ao diabetes e ao tabagismo, por exemplo, aumenta consideravelmente o risco de o indivíduo ter um problema cardíaco no futuro".

Várias enfermidades estão no guarda-chuva das doenças cardiovasculares. O dr. Leonardo Spencer enumera as 4 que mais levam a óbito no Brasil: infarto agudo do miocárdio, doença vascular periférica, acidente vascular cerebral e morte súbita.

Disponível em: <http://coracaoalerta.com.br/fique-alerta/4-doencas-cardiovasculares-que-mais-matam-pais-2/>. Acesso em: 2 out. 2015.

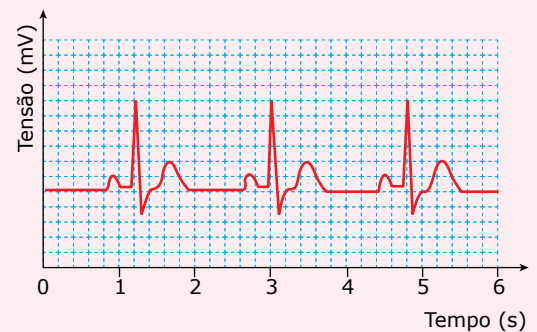
A) Como uma pessoa que apresenta predisposição genética às doenças cardiovasculares pode adotar medidas profiláticas contra esses males?

- B) O modo de vida atual nas grandes cidades leva as pessoas a consumirem cada vez mais alimentos industrializados ricos em sódio e gordura. Cite as consequências para a saúde humana de uma dieta com esses compostos.
- C) No esquema que segue sobre o coração, identifique os vasos numerados de 1 a 5, informando o tipo de sangue que circula pelo vaso indicado.



SEÇÃO ENEM

01. (Enem) O eletrocardiograma, exame utilizado para avaliar o estado do coração de um paciente, trata-se do registro da atividade elétrica do coração ao longo de um certo intervalo de tempo. A figura representa o eletrocardiograma de um paciente adulto, descansado, não fumante, em um ambiente com temperatura agradável. Nessas condições, é considerado normal um ritmo cardíaco entre 60 e 100 batimentos por minuto.

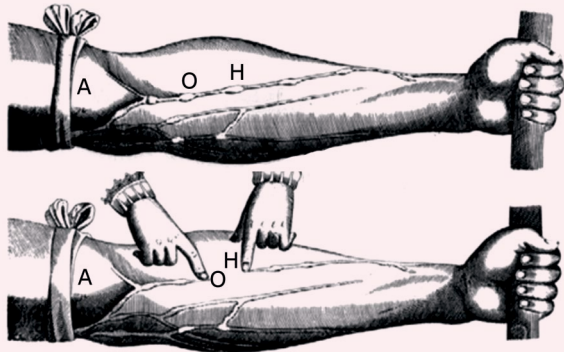


Com base no eletrocardiograma apresentado, identifica-se que a frequência cardíaca do paciente é

- A) normal.
 B) acima do valor ideal.
 C) abaixo do valor ideal.
 D) próxima do limite inferior.
 E) próxima do limite superior.

02. (Enem) A imagem representa uma ilustração retirada do livro, *De Motu Cordis*, de autoria do médico inglês Willian Harvey, que fez importantes contribuições para o entendimento do processo de circulação do sangue no corpo humano. No experimento ilustrado, Harvey, após aplicar um torniquete (A) no braço de um voluntário e esperar alguns vasos incharem, pressionava-os em um ponto (H).

Mantendo o ponto pressionado, deslocava o conteúdo de sangue em direção ao cotovelo, percebendo que um trecho do vaso sanguíneo permanecia vazio após esse processo (H-O).



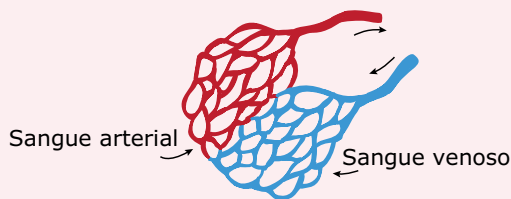
Disponível em: www.answers.com.
Acesso em: 18 dez. 2012 (Adaptação).

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

- A) pressão arterial.
- B) válvulas venosas.
- C) circulação linfática.
- D) contração cardíaca.
- E) transporte de gases.

03. Os capilares sanguíneos fazem a conexão entre a circulação venosa (sangue transportado pelas veias) e a circulação arterial (sangue transportado pelas artérias). Após o nascimento, as artérias (com exceção das artérias pulmonares) transportam sangue arterial (rico em O_2), e as veias (com exceção das veias pulmonares) transportam sangue venoso (rico em CO_2). Na rede de capilares de determinados órgãos, o sangue venoso passa a arterial e, em outros órgãos, ocorre o contrário, ou seja, o sangue arterial passa a sangue venoso.

A ilustração a seguir mostra a ligação entre a circulação venosa e a circulação arterial feita por capilares.



Com base na ilustração e em outros conhecimentos sobre o assunto, é correto dizer que esses capilares localizam-se

- A) no cérebro.
- B) nos pulmões.
- C) no coração.
- D) no fígado.
- E) no intestino.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. B
- 02. D
- 03. D
- 04. D
- 05. A

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. C
- 02. A
- 03. B
- 04. B
- 05. E
- 11. D
- 12. O ponto 1 é o nível de saturação do sangue venoso. Essa pressão é baixa, pois grande parte do O_2 foi consumida pelos vários tecidos. O ponto 2 é o nível de saturação do sangue arterial. Essa diferença deve-se à hematose que ocorre no nível dos alvéolos pulmonares.
- 13.
 - A) I – artérias; II – capilares e III – veias.
 - B) As paredes das artérias são bem espessas para suportar e manter a pressão arterial. Os capilares são vasos finos que permitem trocas entre o sangue e os tecidos adjacentes. As paredes das veias são delgadas, pois transportam sangue com baixa pressão.
- 14. As paredes das artérias são formadas por músculos lisos, possuem terminações nervosas do SNA e mantêm a pressão arterial ideal. O transporte pelas veias é mantido pela musculatura esquelética, que comprime as veias e válvulas em seu interior, o que impede o retorno do sangue.
- 15.
 - A) Não fumar, consumir uma alimentação balanceada, evitar o sedentarismo, ingerir bastante água, controlar o peso, cuidar do estresse.
 - B) Obesidade, hipertensão, infarto, AVC, problemas renais e diabetes.
 - C) 1 – Veia cava inferior: pobre em oxigênio; 2 – Veia cava superior: pobre em oxigênio; 3 – Artéria pulmonar: pobre em oxigênio; 4 – Artéria aorta: sangue rico em oxigênio; 5 – Veias pulmonares: sangue rico em oxigênio.

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. C
- 02. B
- 03. B

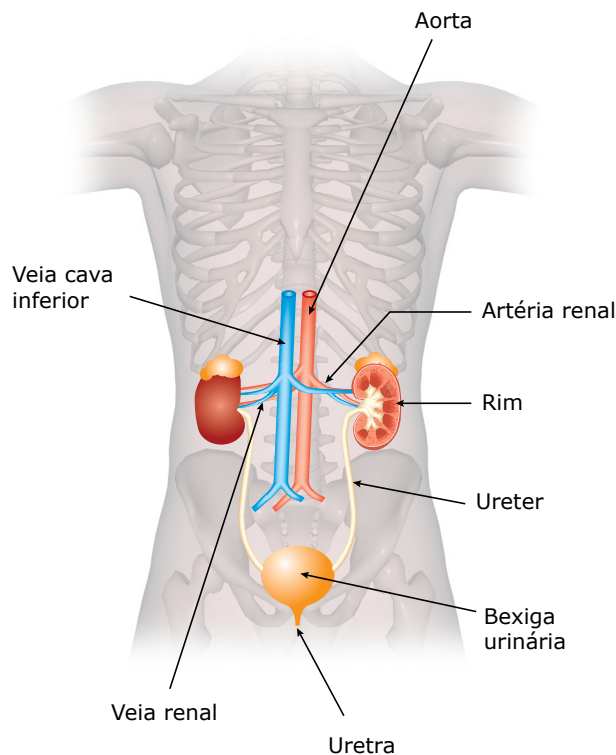


Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Sistema Urinário

Durante as reações do metabolismo celular, formam-se resíduos denominados catabólitos que, por serem inúteis e muitas vezes tóxicos, devem ser eliminados para o meio externo. A excreção consiste na eliminação desses catabólitos, bem como na eliminação de substâncias que estejam em excesso no meio interno.

Entre os catabólitos, estão as excretas nitrogenadas (amônia, ureia e ácido úrico), provenientes de reações metabólicas que envolvem a participação de compostos nitrogenados, como aminoácidos e proteínas. As excretas nitrogenadas são retiradas do meio interno e conduzidas ao meio externo através do sistema urinário.



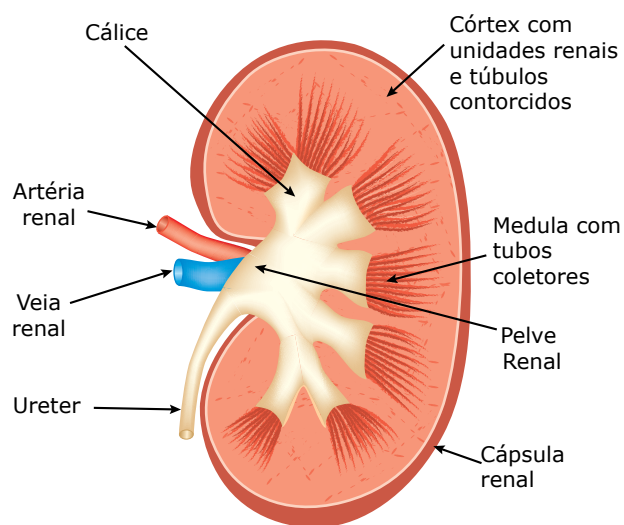
Sistema urinário humano – Constituído por rins, ureteres, bexiga urinária e uretra.

Os rins humanos possuem uma morfologia típica que lembra grãos de feijão, envolvidos por uma cápsula, a cápsula renal, constituída por tecido conjuntivo denso e, portanto, rico em fibras colágenas. Logo abaixo dessa cápsula,

fica a região cortical (região mais periférica do órgão) também conhecida por córtex renal, seguida da região mais central, a medula renal.

A medula renal é composta de 10 a 18 estruturas de aspecto piramidal, as pirâmides renais (pirâmides de Malpighi), cujos vértices se comunicam com os cálices renais, os quais se reúnem para formar a pelve renal, que é a parte superior e dilatada do ureter (canal que comunica o rim com a bexiga urinária).

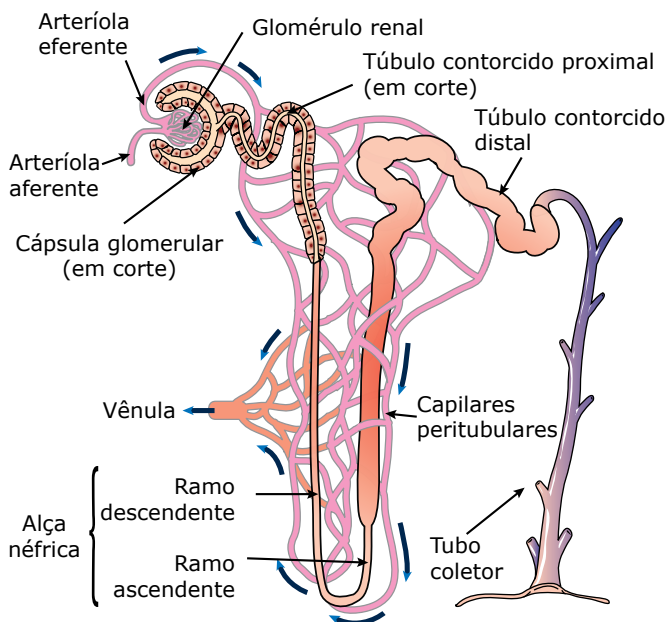
Em cada rim, penetra uma artéria – a artéria renal – que é um ramo da artéria aorta. No interior do rim, a artéria renal origina arteríolas que, por sua vez, dão origem a uma rede de capilares. Esses capilares reúnem-se formando vênulas que desembocam numa veia, a veia renal. Ela sai do rim e abre-se na veia cava inferior.



Rim humano (esquerdo) em corte longitudinal.

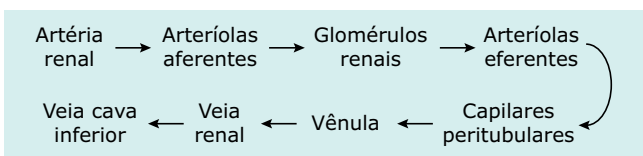
Cada rim humano possui cerca de um milhão de unidades denominadas néfrons. Cada néfron, por sua vez, é constituído por um glomérulo renal (glomérulo de Malpighi), pelo túbulo contorcido (contornado) proximal, pela alça néfrica (alça de Henle) e pelo túbulo contorcido distal.

Veja a seguir o esquema de um néfron.



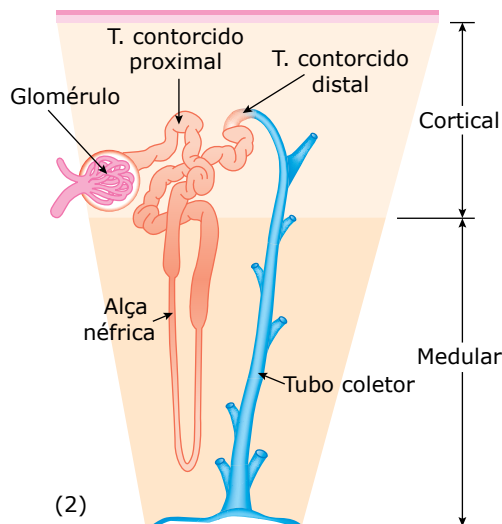
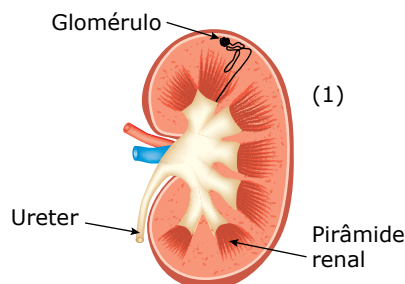
Estruturas de um néfron.

Cada glomérulo renal é um novelo de vasos sanguíneos de menor calibre, originários de uma arteriola, a arteriola aferente, envolvido por uma cápsula, a cápsula glomerular (cápsula de Bowman). O glomérulo e a cápsula que o envolve formam o corpúsculo renal. Do glomérulo sai a arteriola eferente que origina uma extensa rede de capilares que envolve os túbulos renais. Esses capilares peritubulares reúnem-se formando uma vênula que, por sua vez, desemboca na veia renal. Assim, o sangue proveniente da artéria aorta, ao penetrar no rim, segue a seguinte trajetória:



A cavidade da cápsula glomerular comunica-se com um túbulo de trajetória retorcida, o túbulo contorcido proximal. Este, por sua vez, é continuado por um túbulo em forma de U, a alça néfrica (alça de Henle), que possui dois ramos: um descendente (de paredes mais delgadas) e um ascendente (de paredes mais espessas). O ramo ascendente da alça néfrica é continuado pelo túbulo contorcido distal que, por sua vez, desemboca no tubo coletor. Em um mesmo tubo coletor, desembocam túbulos distais provenientes de diversos néfrons. A reunião de vários tubos coletores forma uma pirâmide renal (pirâmide de Malpighi), cujo vértice se abre num cálice renal. Os cálices renais, por sua vez, abrem-se na pelve renal, de onde sai o ureter em direção à bexiga.

Os glomérulos renais e os túbulos contorcidos (proximais e distais) são encontrados na região cortical do rim, enquanto as alças néfricas se localizam na região medular do órgão.



Rim – Na figura 1, corte esquemático do rim, representando a tomografia geral do órgão. A figura 2 mostra a localização cortical e medular dos componentes do néfron e do sistema de tubos coletores.

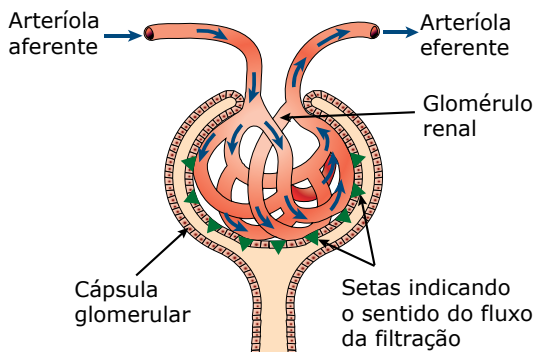
Os néfrons são as unidades fisiológicas dos rins, uma vez que nessas estruturas é que ocorre o processo de formação da urina.

A FORMAÇÃO DA URINA

A formação da urina envolve três etapas: filtração, reabsorção e secreção ativa.

- A) Filtração** – Consiste na passagem de substâncias do plasma sanguíneo, que passa pelo glomérulo renal, para o interior da cavidade da cápsula glomerular. A força responsável por essa filtração é a própria pressão sanguínea no interior do glomérulo. Essa pressão, que normalmente é de 70 a 80 mmHg, é suficiente para fazer com que aproximadamente 1/5 do plasma atravesse as paredes do glomérulo e caia na cavidade da cápsula glomerular. Essa filtração é conhecida por filtração glomerular (filtração renal ou ultrafiltração glomerular).

O material retirado do sangue por meio dessa filtração recebe o nome de filtrado glomerular.



A filtração glomerular.

O filtrado glomerular é constituído por moléculas relativamente pequenas (água, glicose, aminoácidos, vitaminas, ácido úrico, ureia, etc.) e íons (Na^+ , Cl^- , Ca^{2+} , etc.). Macromoléculas, como as proteínas de alto peso molecular, não conseguem passar através das paredes dos glomérulos e, por isso, normalmente não são encontradas no filtrado glomerular. Em condições normais, as células sanguíneas também não são encontradas nesse filtrado.

Calcula-se que, em todos os néfrons, cerca de 120 mL de plasma extravasam por minuto, o que corresponde à formação de, aproximadamente, 7 litros de filtrado por hora. Da cápsula glomerular, o filtrado passa para o interior dos túbulos renais, onde a maior parte das substâncias que o constituem retorna para o sangue por meio da reabsorção.

B) Reabsorção renal – É o retorno para a corrente sanguínea de substâncias do filtrado glomerular. Isso é feito por meio das paredes dos túbulos renais, ou seja, substâncias que foram filtradas do sangue, agora presentes no interior dos túbulos renais, atravessam as paredes desses túbulos e as paredes dos capilares peritubulares, retornando, assim, para a corrente sanguínea. Essa reabsorção pode ser ativa ou passiva. Na reabsorção ativa, substâncias como a glicose, os aminoácidos e os sais retornam à circulação por mecanismo de transporte ativo, ou seja, com gasto de energia (ATP), enquanto a água é reabsorvida passivamente por osmose.

No túbulo proximal, há uma intensa reabsorção ativa de toda a glicose, da totalidade de aminoácidos e de cerca de 85% dos íons (Na^+ e Cl^-) contidos no filtrado. Com a reabsorção desses solutos, há uma diminuição da concentração do líquido tubular (líquido presente no interior do túbulo renal), que se torna, então, hipotônico em relação ao plasma dos capilares peritubulares.

Desse modo, tem início no túbulo proximal uma reabsorção passiva de água (osmose). No túbulo proximal, há absorção de cerca de 85% da água contida no filtrado. Essa reabsorção continua por meio do ramo descendente da alça néfrica.

No ramo ascendente da alça néfrica, as paredes são mais espessas e impermeáveis à água. No entanto, aí ocorre reabsorção ativa de sódio e cloro que são transferidos para o espaço intersticial (peritubular), o que torna o líquido tubular hipotônico (menos concentrado) em relação ao líquido intercelular da região medular do rim. Dessa região, os sais passam para o interior dos capilares peritubulares.

No túbulo contorcido distal, há absorção ativa de sódio e, em presença do hormônio antidiurético (ADH), também haverá reabsorção de água (o ADH torna as paredes do túbulo distal mais permeáveis à água). Ao chegar no tubo coletor, caso haja a presença do hormônio antidiurético, também haverá reabsorção de mais água e, assim, a urina eliminada será hipertônica (mais concentrada). Na ausência desse hormônio, as paredes do túbulo distal e do tubo coletor tornam-se menos permeáveis à água e, desse modo, a urina eliminada será hipotônica (mais diluída).

C) Secreção – Consiste na passagem de substâncias do interior dos capilares peritubulares para o interior dos túbulos renais. Isso é feito por mecanismo de transporte ativo. Por esse processo, são eliminados, por exemplo, os íons H^+ que estejam em excesso no sangue, o que evita o abaixamento do pH do sangue e torna a nossa urina ácida. É também por esse processo que certos medicamentos (antibióticos, por exemplo), presentes no sangue de pessoas em tratamento, são jogados no interior dos túbulos renais e eliminados com a urina. Isso explica o encontro de uma maior taxa de antibiótico na urina do que no filtrado glomerular.

Através dos tubos coletores, a urina chega aos cálices renais que, por sua vez, se abrem na pelve renal. Dela, a urina sai através do ureter, sendo levada à bexiga, onde ficará armazenada até o momento de ser eliminada, por meio da uretra, para o meio externo. Nas mulheres, a uretra abre-se na vulva, sendo um órgão que dá passagem apenas à urina. No sexo masculino, a uretra percorre internamente o pênis, abrindo-se na glândula (extremidade do pênis), que, além da urina, também dá passagem ao esperma durante a ejaculação. A comunicação da uretra com a bexiga é mantida fechada pelos esfíncteres (anéis musculares) uretrais.

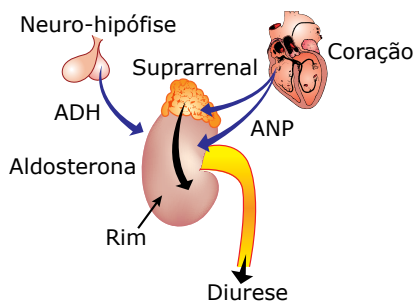
Quando a musculatura estriada desses anéis relaxa e a musculatura lisa da parede da bexiga urinária se contrai, ocorre a eliminação da urina.

Água	95,5%
NaCl	1,0%
Ureia	2,0%
Ácido úrico	0,05%
Outras substâncias	1,45%

Composição química normal da urina humana – A urina humana normal apresenta cerca de 95% de água e 5% de substâncias orgânicas e inorgânicas dissolvidas nessa água.

HORMÔNIOS

Alguns hormônios atuam em nosso organismo regulando a diurese (eliminação da urina) e o volume de líquido corporal. São eles o hormônio antidiurético (ADH), a aldosterona e o peptídeo natriurético atrial (ANP).



Hormônios que atuam na diurese.

Hormônio antidiurético (ADH)

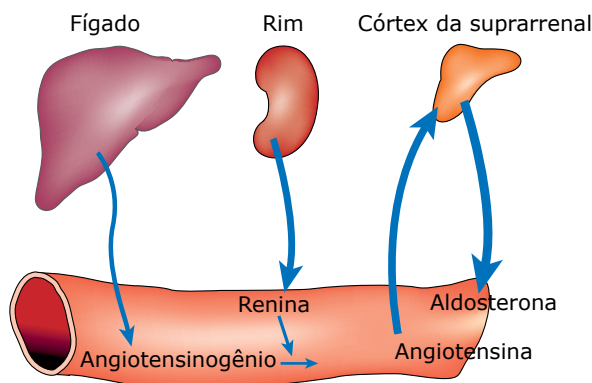
Conhecido também por vasopressina, esse hormônio é produzido no hipotálamo (região do encéfalo) e armazenado na neuro-hipófise (região posterior da glândula hipófise), de onde é liberado na corrente sanguínea. É no hipotálamo que ficam os centros nervosos osmorreguladores que se sensibilizam quando há um aumento da concentração do plasma sanguíneo. Dessa maneira, haverá o estímulo para que a neuro-hipófise libere o ADH na corrente sanguínea. Através da corrente sanguínea, esse hormônio chega aos rins, onde atua especialmente sobre os túbulos distais e coletores, tornando-os permeáveis à água. Desse modo, haverá intensa reabsorção de água nos túbulos distais e coletores, com conseqüente eliminação de uma urina hipertônica (mais concentrada), e maior retenção de água no organismo. Por outro lado, se a concentração do plasma sanguíneo diminui (quando há ingestão de grande quantidade de água, por exemplo), os centros osmorreguladores do hipotálamo são inibidos e, assim, não haverá estimulação para que a neuro-hipófise libere o ADH. Na ausência desse hormônio, as paredes dos túbulos distais e coletores ficam menos permeáveis à água e, conseqüentemente, haverá redução da reabsorção de água nesses segmentos dos túbulos renais. Desse modo, o volume de urina eliminado torna-se maior (aumenta a diurese), bem como a urina eliminada é mais diluída (hipotônica).

O ADH, portanto, torna as paredes dos túbulos distais e coletores mais permeáveis à água e isto, conseqüentemente, aumenta a reabsorção dessa substância.

Aldosterona

É produzida pelas glândulas suprarrenais (adrenais), localizadas sobre os rins. Sua função é aumentar a reabsorção ativa de Na⁺ nos túbulos renais. Essa maior reabsorção de íons traz como conseqüência uma maior reabsorção passiva de água e, assim, também haverá uma maior retenção de água no organismo.

O estímulo para a liberação desse hormônio tem início quando a pressão sanguínea no interior dos glomérulos cai acentuadamente, comprometendo o processo normal de filtração. Nessa situação, algumas células dos rins passam a produzir e liberar na corrente sanguínea uma substância chamada renina. No sangue, a renina estimula a transformação do angiotensinogênio (uma proteína plasmática produzida pelo fígado) em angiotensina. Esta, por sua vez, irá atuar nas glândulas suprarrenais, estimulando a liberação da aldosterona. Através da corrente sanguínea, a aldosterona chega aos rins, onde estimula uma maior reabsorção tubular de Na⁺ que, conseqüentemente, será acompanhada de uma maior reabsorção de água. Com isso, o volume circulatório aumenta e a pressão sanguínea volta aos níveis normais.



A liberação da aldosterona.

Peptídeo natriurético atrial (ANP)

Hormônio produzido pelo coração e liberado em resposta a uma expansão do átrio quando a pressão arterial aumenta em razão do aumento do volume de sangue. Promove a dilatação das arteríolas aferentes, aumentando a taxa de filtração glomerular. Além de inibir a reabsorção de sódio e da água pelos túbulos renais, também inibe a secreção de aldosterona pelas suprarrenais e a liberação de renina. Com isso, há um aumento da eliminação de sódio (natriurese) e água. Age, portanto, de forma antagonista ao sistema renina-angiotensina-aldosterona, promovendo aumento da excreção urinária, redução do volume sanguíneo e redução da pressão arterial, que, então, retorna ao normal.



Sistema urinário

Durante os processos metabólicos, são produzidos catabólitos que devem ser eliminados de nosso corpo. O sistema responsável por fazer essa secreção é o urinário. Assista a essa vídeoaula para conhecer um pouco mais sobre esse interessante sistema fisiológico.

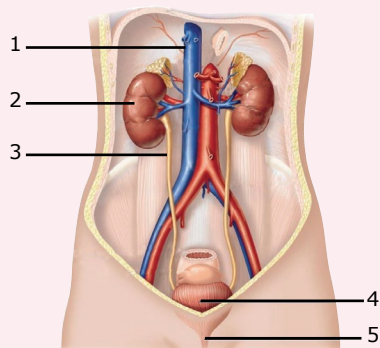


HDPH

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01. (FPS-PE) Analise as estruturas numeradas na imagem a seguir.



Estão associados com o **armazenamento**, a **formação** e a **eliminação** da urina ao meio externo, respectivamente:

- A) 1, 2, 3. C) 4, 2, 5. E) 4, 1, 5.
B) 2, 4, 5. D) 2, 3, 4.

02. (CEFET-SP) Os rins são órgãos do sistema excretor essenciais para a sobrevivência do ser humano. Dentre as funções exercidas por esses órgãos, está

- A) a eliminação do gás carbônico produzido no metabolismo celular.
B) a produção de hormônios que atuam no controle da temperatura corporal.
C) a regulação do volume e da composição do sangue.
D) a produção de hormônios que controlam a taxa de glicose no sangue.
E) o controle da produção de enzimas que agem no pâncreas e no estômago.

03. (UECE-2023) Em relação ao sistema excretor humano, escreva V ou F conforme seja verdadeiro ou falso o que se afirma nos itens a seguir.

- () Os néfrons são estruturas presentes nos rins em grande quantidade.
() A uretra faz a comunicação dos rins com a bexiga.
() Ureia, ácido úrico e amônia são substâncias encontradas na urina.
() A bexiga é um órgão muscular com capacidade elástica que armazena a urina.

Está correta, de cima para baixo, a seguinte sequência:

- A) V, V, V, F. C) F, V, F, F.
B) V, F, V, V. D) F, F, F, V.

04. (IF do Sertão-PE) Sobre o sistema urinário humano, são feitas as seguintes afirmações:

- I. As vias urinárias são formadas por bexiga, ureteres e uretra.
II. Nos homens, a uretra funciona como via de eliminação de urina e de espermatozoides, enquanto nas mulheres, a urina é eliminada pela vagina.
III. Os ureteres conduzem a urina dos rins para a vesícula urinária (bexiga).

Analisando as proposições podemos afirmar que

- A) somente a afirmativa I está correta.
B) somente a afirmativa II está correta.
C) estão corretas as afirmativas I e II.
D) estão corretas as afirmativas II e III.
E) estão corretas as afirmativas I e III.

05. LBSW



(PUC-SP) A baixa liberação do hormônio antidiurético pela I provoca uma diminuição da reabsorção de água nos II e, consequentemente, a eliminação de III volume de urina.

No trecho apresentado, as lacunas I, II e III podem ser preenchidas, correta e respectivamente, por

- A) hipófise, túbulos renais e grande.
B) hipófise, túbulos renais e pequeno.
C) tireoide, néfrons e grande.
D) tireoide, néfrons e pequeno.
E) suprarrenal, néfrons e grande.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (FDSBC-SP) Pessoas cujos rins não funcionam adequadamente têm necessidade de passar por sessões semanais de hemodiálise. Nessas sessões, o sangue passa pelo interior de uma máquina de diálise, que realiza importantes funções renais e faz o sangue retornar ao paciente. Sendo assim, é de se esperar que, em relação ao sangue que entrou na máquina, o sangue que retorna ao paciente tenha

- A) mais glicose. C) mais ácido úrico.
B) menos ureia. D) menos hemácias.

02. (FMP-RJ) Os rins podem excretar grande quantidade de urina diluída ou pequeno volume de urina concentrada sem grandes alterações nas excreções de solutos, como sódio e potássio. As ações do hormônio antidiurético (ADH) têm papel fundamental no controle do grau de diluição ou concentração da urina. A secreção de ADH pode ser aumentada ou diminuída por estímulos no sistema nervoso central, bem como por diversos fármacos e hormônios.

A liberação do ADH é estimulada pelo

- A) consumo de álcool.
B) aumento da volemia.
C) vômito seguido de náusea.
D) aumento da pressão sanguínea.
E) decréscimo da osmolaridade plasmática.

03. (FCI-SP) O consumo de bebida alcoólica produz, além dos efeitos físicos visíveis – como euforia, perda de reflexos, falta de coordenação ou sonolência, em alguns casos –, uma série de reações químicas e metabólicas no organismo. Cerca de 90% do álcool ingerido é absorvido na primeira hora, mas a eliminação demora de 6 a 8 horas.

Disponível em: <http://g1.globo.com>.

No organismo humano, os órgãos responsáveis pela degradação e eliminação do álcool do sangue são, respectivamente,

- A) fígado e rim.
- B) estômago e rim.
- C) fígado e pâncreas.
- D) pâncreas e intestino.
- E) estômago e intestino.

04. (UFMS–2022) Um hormônio chave no circuito regulador do rim é o hormônio antidiurético (HAD; ADH, *antidiuretic hormone*), também denominado vasopressina. Células osmorreceptoras no hipotálamo monitoram a osmolaridade do sangue e regulam a liberação de HAD a partir da hipófise posterior. Mutações que impedem a produção do HAD ou que inativam o gene receptor do HAD desorganizam a homeostase pelo bloqueio da inserção de canais de aquaporina adicionais à membrana do ducto coletor. O distúrbio resultante pode causar desidratação grave e desequilíbrio de solutos, devido à produção de urina copiosa e diluída.

A descrição anterior caracteriza a seguinte doença:

- A) diabetes *insipidus*.
- B) esclerose múltipla.
- C) artrite reumatoide.
- D) diabetes *mellitus* tipo I.
- E) diabetes *mellitus* tipo II.

05. (UFPR) Um laboratório de análises clínicas avaliou a composição de três fluidos corporais de um mesmo mamífero, conforme demonstrado no quadro a seguir:

Concentração (g/cm ³)			
Fluido	Ureia	Proteínas	Aminoácidos
A	2,3	0	0
B	0,28	0	0,48
C	0,28	8,2	0,48

Os fluidos A, B e C são, respectivamente,

- A) plasma sanguíneo – filtrado glomerular – urina.
- B) plasma sanguíneo – urina – filtrado glomerular.
- C) urina – filtrado glomerular – plasma sanguíneo.
- D) filtrado glomerular – urina – plasma sanguíneo.
- E) urina – plasma sanguíneo – filtrado glomerular.

06. (UERJ) Em um experimento em que se mediu a concentração de glicose no sangue, no filtrado glomerular e na urina de um mesmo paciente, os seguintes resultados foram encontrados:

Líquido biológico	Concentração de glicose (mg/dL)
Sangue	140
Filtrado glomerular	120
Urina	0,12

Esses resultados mostram que as células epiteliais dos túbulos renais do paciente estavam reabsorvendo a glicose pelo mecanismo denominado

- A) difusão passiva.
- B) transporte ativo.
- C) difusão facilitada.
- D) transporte osmótico.

07. (UEL-PR) Foram analisadas amostras de urina de cinco pessoas. A composição dessas amostras é a seguinte:

- I. ácido úrico, glicose, água e cloreto de sódio.
- II. ureia, ácido úrico, água e cloreto de sódio.
- III. proteínas, ureia, água e glicose.
- IV. ureia, ácido úrico, glicose, água e cloreto de sódio.
- V. ureia, proteínas, água e cloreto de sódio.

A mostra que corresponde à de indivíduo normal é a

- A) V.
- B) IV.
- C) III.
- D) II.
- E) I.

08. (UNIT-SE/AL) Um indivíduo vegetariano realizou um exame laboratorial de urina.

Para que o resultado desse exame seja classificado como normal, devem ser encontradas, além de água, as substâncias

- A) ureia e amido.
- B) amônia e proteínas.
- C) ureia e sais minerais.
- D) amônia e sais minerais, em elevada quantidade.
- E) ácido úrico e proteínas, em elevada quantidade.

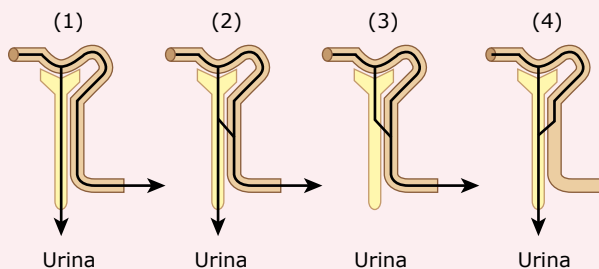
09. (Unicamp-SP–2019) Recentemente, inúmeros casos de *doping* esportivo foram noticiados, como, por exemplo, aqueles envolvendo a delegação russa nos Jogos Olímpicos do Rio de Janeiro em 2016. Um dos métodos mais utilizados no exame *antidoping* é a coleta e análise da urina de atletas, para verificação da presença de medicamentos proibidos. O composto furosemida foi banido pela Agência Mundial *Antidoping*. Sua principal ação é reduzir a reabsorção de sódio e cloro a partir da alça do néfron (alça de Henle) em direção aos vasos sanguíneos adjacentes.

Considerando essas informações e os conhecimentos sobre a fisiologia renal e a excreção em seres humanos, é correto afirmar que a furosemida

- A) diminui a produção de urina, impedindo que medicamentos proibidos sejam eliminados nas amostras a serem analisadas nos testes *antidoping*.
- B) diminui a produção de amônia, mas aumenta a eliminação de medicamentos pelo rim, resultando em diluição das amostras analisadas nos testes *antidoping*.
- C) aumenta a produção de urina, resultando na diminuição da concentração de medicamentos nas amostras, o que dificulta sua detecção nos testes *antidoping*.
- D) aumenta a produção de ureia, o que resulta na diluição das amostras a serem analisadas nos testes *antidoping* e na diminuição da concentração dos medicamentos.

10. (UFES) Os rins desempenham suas funções mais importantes filtrando o plasma e removendo substâncias do filtrado em graus diferentes.

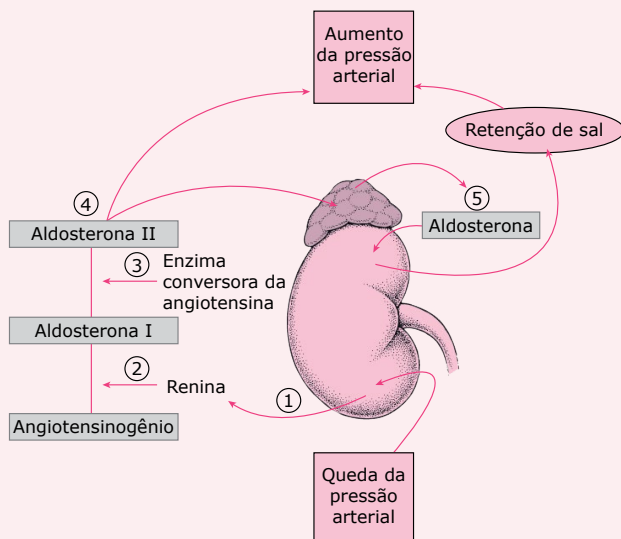
As figuras a seguir mostram como os rins lidam com os diferentes tipos de substâncias. Após analisá-las, indique a alternativa correta.



- A) A figura 1 representa o comportamento de substâncias como a creatinina e a ureia, uma vez que elas são filtradas livremente e em parte reabsorvidas pelos capilares glomerulares.
- B) Na figura 2, a substância (eletrólito ou sódio) é livremente filtrada e em parte reabsorvida nos túbulos, retornando ao sangue. Assim, a quantidade excretada na urina é menor do que aquela filtrada nos glomerulos.
- C) A figura 3 representa o comportamento de aminoácidos e glicose, que são filtrados e não são reabsorvidos durante sua passagem pelos rins.
- D) Na figura 4, a substância é livremente filtrada nos capilares glomerulares e totalmente reabsorvida. Esse mecanismo está relacionado com a eliminação de substâncias altamente tóxicas, como ácido úrico.
- E) Os processos de filtração glomerular, reabsorção e excreção tubular independem das necessidades do organismo e das concentrações de cada metabólito.

11. (PUCPR-2023) Observe a imagem e responda.

Regulação da pressão arterial: o sistema renina-angiotensina-aldosterona



O sistema renina-angiotensina-aldosterona trata-se de uma série de reações concebidas para ajudar a regular a pressão arterial.

Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt-br/casa/multimedia/figure/regula%C3%A7%C3%A3o-da-press%C3%A3o-arterial-o-sistema-renina-angiotensina-aldosterona>. Acesso em: 25 jul. 2022.

Considerando o sistema renina-angiotensina-aldosterona em uma pessoa normal, quando ocorre uma queda de pressão arterial, por exemplo, pressão sistólica 100 mmHg ou inferior, isso provoca

- A) inibição da liberação de renina, seguida da redução de angiotensina II, além do aumento da reabsorção de sódio e a retenção de água provocando aumento da pressão arterial.
- B) aumento da reabsorção de potássio e da eliminação de sódio, desencadeando retenção de água, um vaso dilatação e aumento da pressão arterial.
- C) diminuição da reabsorção de sódio e de água provocado pela conversão da angiotensina I em II e consequentemente aumento da pressão arterial.
- D) liberação de renina proporcionando conversão da angiotensina I em II, seguido da liberação de aldosterona, aumento da reabsorção de sódio e retenção de água, aumentando a pressão arterial.
- E) liberar ação de renina que possibilita a conversão de angiotensina I em II. A angiotensina II faz com que as paredes musculares das arteríolas se distendam, aumentando a pressão arterial.

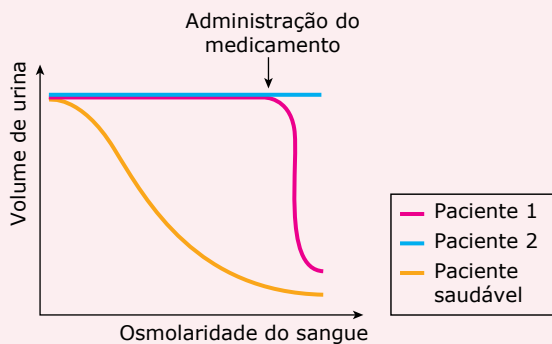
12. (CUSC-SP) Os néfrons são as unidades renais e devem estar íntegros para garantir a homeostase do corpo humano. A respeito das funções realizadas pelos néfrons em uma pessoa saudável, é correto afirmar que:

- A) A glicose e os aminoácidos voltam aos capilares por transporte ativo, já as excretas nitrogenadas, os sais e uma pequena quantidade de água são eliminados na urina.
- B) O ducto coletor recebe o filtrado glomerular, com concentração igual ao do plasma sanguíneo, que será conduzido para o túbulo contorcido proximal, que elimina a urina.
- C) A filtração que ocorre nas alças néfricas garante que substâncias grandes não passem para o interior dos néfrons e, assim, não sejam eliminadas na urina.
- D) Proteínas, água, sais, glicose, aminoácidos e excretas nitrogenadas entram nos néfrons e são conduzidos para o ureter.
- E) A água é reabsorvida ativamente nos túbulos dos néfrons, já os sais, os aminoácidos e a glicose são reabsorvidos passivamente no interior dos capilares.

13. (UERJ) O diabetes *insipidus* (DI), que provoca sede excessiva, aumento da diurese e diluição da urina, pode se apresentar de duas formas:

- DI central, causado pela deficiência no eixo hipotálamo-neuro-hipófise;
- DI nefrogênico, decorrente de problemas nos néfrons.

Para a realização de um exame, três indivíduos, um saudável e dois pacientes com DI, foram submetidos à privação de água por algumas horas. Em certo momento, com a osmolaridade do sangue elevada, os pacientes com DI receberam injeção de um medicamento análogo ao hormônio antidiurético (ADH). Analisou-se o volume de urina em função do aumento da osmolaridade do sangue nos indivíduos, antes e depois da adição do medicamento. Observe os resultados no gráfico:



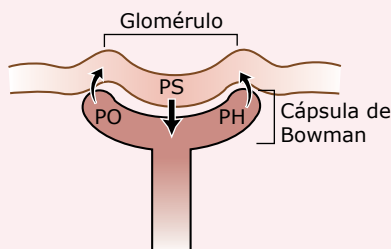
Disponível em: slideshare.net (Adaptação).

Explique a redução do volume de urina em função da osmolaridade sanguínea no indivíduo saudável. Em seguida, identifique o paciente que apresenta DI central, justificando sua resposta.

SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem) Durante uma expedição, um grupo de estudantes perdeu-se de seu guia. Ao longo do dia em que esse grupo estava perdido, sem água e debaixo de sol, os estudantes passaram a sentir cada vez mais sede. Consequentemente, o sistema excretor desses indivíduos teve um acréscimo em um dos seus processos funcionais. Nessa situação, o sistema excretor dos estudantes
- aumentou a filtração glomerular.
 - produziu maior volume de urina.
 - produziu urina com menos ureia.
 - produziu urina com maior concentração de sais.
 - reduziu a reabsorção de glicose e aminoácidos.

- 02.** A filtração glomerular (FG), responsável pela passagem de água e outras substâncias do interior dos glomérulos renais para o interior da cápsula de Bowman, é o resultado de uma interação de forças: PS, PO e PH. PS é a pressão do sangue no interior do glomérulo; PO é a pressão osmótica das proteínas do plasma sanguíneo; PH é a pressão hidrostática do fluido que já se encontra na cápsula de Bowman. A pressão do sangue (PS) no interior do glomérulo é o principal fator que força a saída da água e outras substâncias do interior do glomérulo para o interior da cápsula de Bowman. A pressão osmótica (PO), exercida pelas proteínas presentes apenas no sangue, e não no filtrado glomerular, assim como a pressão hidrostática (PH) exercida pelo fluido que já se encontra na cápsula de Bowman, são duas forças que se antepõem à PS, conforme mostra o esquema a seguir:



Com base nos dados anteriores, a relação existente entre a filtração glomerular (FG) e as forças PS, PO e PH é:

- $FG = PS - (PO + PH)$
- $PS = FG - (PO + PH)$
- $PH = FG - (PS + PO)$
- $PO + PH = FG + PS$
- $FG + PS = PO - PH$

- 03.** Nossos rins têm o importante papel de retirar do sangue muitos resíduos tóxicos do metabolismo, bem como substâncias que se encontram em excesso na circulação. O produto final dessa atividade renal é a urina. Assim, ao produzir a urina, nossos rins reduzem a concentração de resíduos tóxicos na circulação, bem como contribuem para a manutenção do equilíbrio interno (homeostase). Durante a formação da urina, estão envolvidas diferentes etapas: filtração glomerular (FG), reabsorção tubular (RT) e secreção tubular (ST).

A relação entre a urina eliminada pelo organismo e as etapas mencionadas anteriormente é:

- Urina = $FG + ST - RT$
- Urina = $FG - ST + RT$
- Urina = $ST - FG + RT$
- Urina = $ST + FG + RT$
- Urina = $RT + ST - FG$

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <input type="radio"/> 01. C | <input type="radio"/> 03. B | <input type="radio"/> 05. A |
| <input type="radio"/> 02. C | <input type="radio"/> 04. E | |

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <input type="radio"/> 01. B | <input type="radio"/> 04. A | <input type="radio"/> 07. D | <input type="radio"/> 10. B |
| <input type="radio"/> 02. C | <input type="radio"/> 05. C | <input type="radio"/> 08. C | <input type="radio"/> 11. D |
| <input type="radio"/> 03. A | <input type="radio"/> 06. B | <input type="radio"/> 09. C | <input type="radio"/> 12. A |
13. No indivíduo saudável, o volume da urina reduz com a privação de água ou aumento da osmolaridade, pois esses fatores estimulam a secreção de ADH, que aumenta a reabsorção de água. O paciente com DI central é o paciente 1. Após a administração do fármaco, ocorreu diminuição do volume da urina, revelando absorção de água pelos néfrons.

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <input type="radio"/> 01. D | <input type="radio"/> 02. A | <input type="radio"/> 03. A |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|



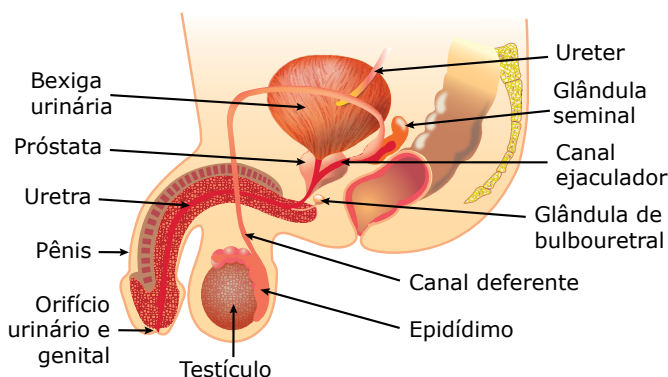
Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Sistema Genital

SISTEMA GENITAL MASCULINO



Compõe-se dos seguintes órgãos: testículos, epidídimos, canais deferentes, canais ejaculadores, glândulas seminais, próstata, glândulas de bulbouretrais, uretra e pênis.



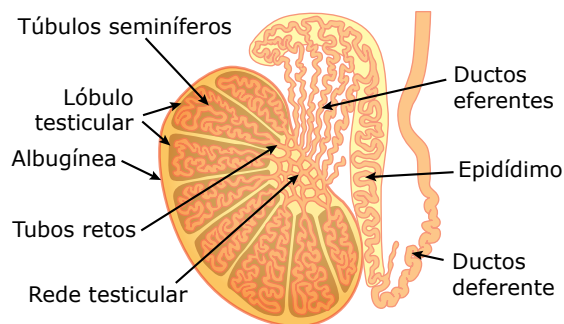
Sistema genital masculino em corte lateral.

Testículos

Em número de dois, os testículos são as gônadas (glândulas sexuais) masculinas. Possuem uma morfologia ovoide e localizam-se no interior da bolsa escrotal (saco escrotal ou escroto).

Durante o desenvolvimento embrionário do indivíduo, os testículos se formam e se desenvolvem no interior da cavidade abdominal. Antes do nascimento, descem e se alojam no interior da bolsa escrotal. Algumas vezes, um ou mesmo os dois testículos podem permanecer retidos na cavidade abdominal. Essa retenção é conhecida por criptorquidia ("testículo escondido"). A criptorquidia compromete a espermatogênese (processo de formação dos espermatozoides), uma vez que a produção dos gametas masculinos exige condições de temperatura um pouco abaixo de 37 °C. No interior da bolsa escrotal, a temperatura é de alguns graus abaixo da temperatura da cavidade abdominal, oscilando, geralmente, entre 33 e 35 °C, que é mais favorável para a espermatogênese. Assim, a retenção dos testículos na cavidade abdominal, onde a temperatura normal é de 37 °C, pode tornar o indivíduo estéril.

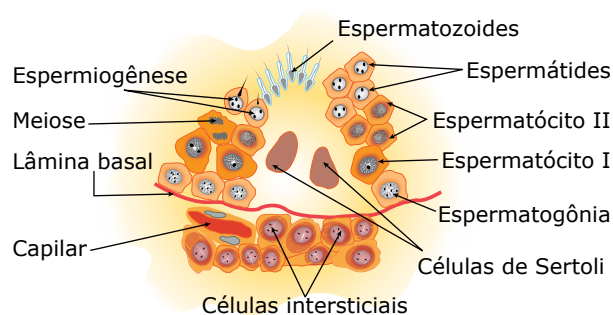
O tratamento usado na criptorquidia para induzir a descida dos testículos para a bolsa escrotal pode ser feito com administração de determinados hormônios. Se o tratamento hormonal não alcançar resultado, recorre-se à cirurgia.



Morfologia interna do testículo.

Cada testículo é envolvido por uma cápsula espessa e resistente, constituída por tecido conjuntivo denso, denominada cápsula testicular (albugínea ou túnica albugínea). Internamente, o testículo é dividido em compartimentos piramidais chamados de lóbulos testiculares. No interior de cada lóbulo, há de um a quatro túbulos contorcidos, denominados túbulos seminíferos.

Os túbulos seminíferos terminam em fundo cego, medem cerca de 0,2 mm de diâmetro e de 30 a 70 cm de comprimento. No interior desses túbulos, encontramos as células germinativas primordiais (espermatogônias) e as células nutrientes de Sertoli (epiteliócitos sustentadores). Veja a figura a seguir:



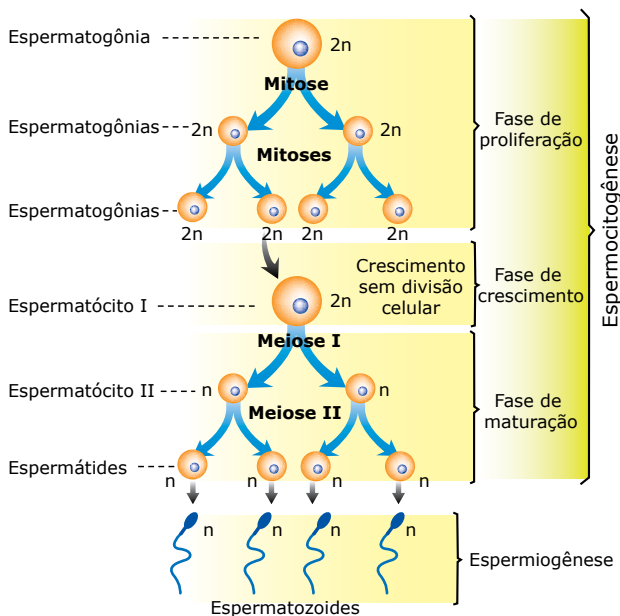
A região superior mostra um corte de um túbulo seminífero, onde se veem as células da linhagem da espermatogênese e as células de Sertoli. A região abaixo da lâmina basal mostra o tecido intersticial do testículo com vasos sanguíneos, fibroblastos e células intersticiais.

As células germinativas primordiais (espermatogônias) darão origem aos espermatozoides, enquanto as células de Sertoli têm por função nutrir as células que se formam durante o processo da espermatogênese.

Preenchendo os espaços existentes entre os túbulos seminíferos, encontramos tecido conjuntivo propriamente dito, nervos, vasos sanguíneos e linfáticos. Nesses espaços, a partir da puberdade, aparece mais um tipo celular: as células intersticiais de Leydig, responsáveis pela produção de testosterona (hormônio sexual masculino).

Os testículos desempenham duas funções: gametogênica e hormonal (endócrina).

A) Função gametogênica dos testículos – Trata-se da gametogênese masculina, também chamada de espermatogênese (formação dos espermatozoides). É realizada no interior dos túbulos seminíferos a partir das células germinativas masculinas (espermatogônias).



Espermatogênese.

O processo de formação de espermatozoides pode ser subdividido em espermcitogênese e espermiogênese. A espermcitogênese, por sua vez, é subdividida em três fases: fase de proliferação, fase de crescimento e fase de maturação. Nela, ocorrem divisões celulares (mitose e meiose) e aumento do volume celular (crescimento). Na fase de proliferação (fase proliferativa, fase de multiplicação, fase germinativa), as espermatogônias sofrem mitoses sucessivas, formando novas espermatogônias. Quando param de se dividir, essas células aumentam de volume e passam a ser chamadas de espermatócitos I (citos I, espermatócitos de 1ª ordem, espermatócitos primários). A etapa em que se dá o aumento do volume celular constitui a fase de crescimento. Na fase de maturação, os espermatócitos I sofrem meiose. Ao término da primeira divisão meiótica (meiose I), surgem os espermatócitos II (citos II, espermatócitos de 2ª ordem, espermatócitos secundários), que, ao sofrerem a segunda divisão da meiose (meiose II), dão origem às espermatídeos.

Na espermiogênese, as espermatídeos passam por um processo de diferenciação celular e se transformam em espermatozoides (gametas masculinos). Cada espermatídeo origina um espermatozoide.

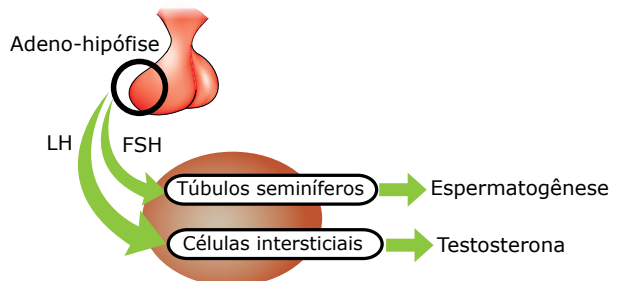
Na espermiogênese (transformação das espermatídeos em espermatozoides), o citoplasma é eliminado em grande parte. Com isso, a célula fica menor e mais leve, o que facilitará a sua locomoção, realizada pelo flagelo (originário de um dos centríolos). A energia para a movimentação desse flagelo vem de numerosas mitocôndrias que se dispõem ao redor de sua base. A partir do complexo golgiense, forma-se o acrossomo(a), vesícula que contém a enzima hialuronidase, necessária para penetração do espermatozoide no gameta feminino por ocasião da fecundação.

Durante a espermiogênese, pode haver formação de espermatozoides anômalos (sem flagelos, sem acrossomos, etc.). Esses espermatozoides não são férteis. Considera-se dentro dos limites da normalidade a ocorrência de até 15% de espermatozoides anômalos. Percentuais maiores podem afetar a fertilidade masculina. Fatores como desnutrição, álcool e outras drogas também podem comprometer a espermatogênese normal.

A espermatogênese é um processo relativamente lento e sua duração varia com a espécie. Na espécie humana, a partir das espermatogônias que param de se dividir e crescem, transformando-se em espermatócitos I, a formação dos espermatozoides dura cerca de 64 dias.

B) Função endócrina (hormonal) dos testículos – É realizada pelas células intersticiais de Leydig. Essas células produzem testosterona, hormônio sexual masculino, responsável pelas características sexuais secundárias masculinas (aparecimento de barba, desenvolvimento dos pelos em várias regiões do corpo, mudança na tonalidade de voz, desenvolvimento dos órgãos sexuais, etc.).

As duas funções (gametogênica e endócrina) dos testículos estão sob o controle da glândula hipófise. Esse controle é feito pelos hormônios gonadotróficos, FSH e LH, produzidos e liberados pela adeno-hipófise.



Controle das funções dos testículos.

Os túbulos seminíferos na região posterior do testículo assumem uma trajetória mais retilínea e passam a ser chamados de túbulos retos, que, por sua vez, se reúnem em uma rede de túbulos, a rede testicular, de onde partem de oito a quinze ductos eferentes que penetram na porção cefálica (cabeça) do epidídimo.

Epidídimos

Órgãos em forma de C que recobrem parte da superfície dos testículos. Cada epidídimo é constituído por um tubo único, longo (4 a 6 metros), intensamente enovelado sobre si mesmo, denominado canal ou ducto epididimário. A função do epidídimo é armazenar os espermatozoides provenientes do testículo. Os gametas masculinos completam a sua maturação nos epidídimos e aí ficam armazenados até o momento de serem liberados por meio da ejaculação.

Canais deferentes

São canais que comunicam os epidídimos com a uretra no interior da próstata. As porções intraprostáticas dos canais deferentes desembocam na uretra e recebem o nome de ductos ou canais ejaculadores (ejaculatórios). Um pouco antes de penetrar na próstata, o canal deferente dilata-se, formando uma região conhecida por ampola, onde também podem ficar armazenados alguns espermatozoides. Antes de penetrarem na próstata, os canais deferentes recebem os ductos provenientes das glândulas seminais.

Glândulas seminais

Glândulas produtoras do líquido seminal, secreção rica em proteínas, vitamina C e frutose que tem função nutritiva para os espermatozoides. A frutose, presente em grande quantidade nessa secreção, é a principal fonte de energia para a movimentação dos flagelos dos espermatozoides.

Próstata

Glândula localizada abaixo da bexiga, responsável pela produção do líquido prostático, secreção de aspecto leitoso, rica em substâncias alcalinas e que tem como função neutralizar temporariamente a acidez das secreções vaginais, permitindo, assim, uma maior viabilidade dos espermatozoides nas vias genitais femininas.

Glândulas de bulbouretrais

Também conhecidas como glândulas de Cowper, são estruturas do tamanho de um grão de ervilha, localizadas abaixo da próstata. Produzem uma secreção de aspecto mucoso, que facilita a relação sexual, devido ao caráter lubrificante que apresenta. Por reflexo nervoso, essa secreção é eliminada durante o estímulo sexual antes mesmo de se iniciar o coito, lubrificando o pênis e facilitando o ato sexual.

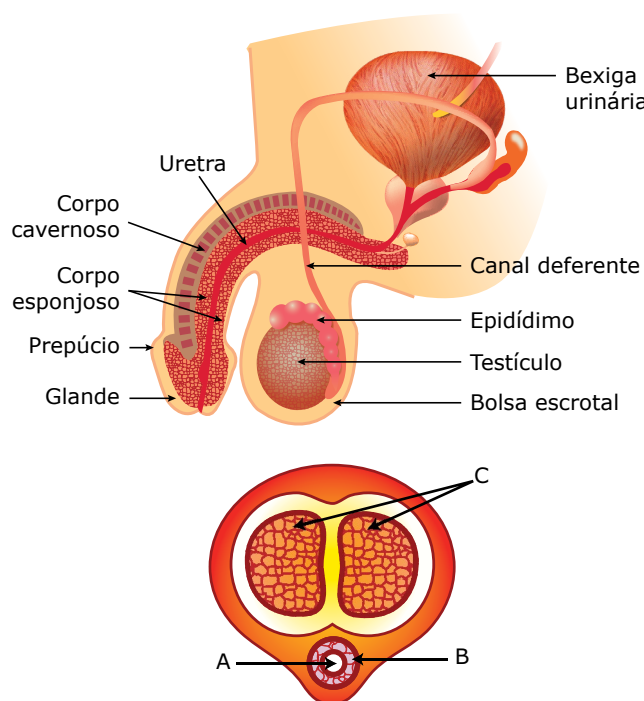
Uretra

Canal que comunica a bexiga com o meio externo. Em sua trajetória, passa pelo interior da próstata e do pênis. Trata-se, portanto, de um órgão pertencente aos sistemas urinário e genital.

Pênis

É o órgão copulador masculino, formado pelos corpos cavernosos, pelo corpo esponjoso e por grande parte da uretra.

A uretra abre-se no meio externo por meio de um orifício, o meato ou óstio externo da uretra, situado na glânde (parte mais volumosa e anterior do pênis, também conhecida por cabeça do pênis). A glânde está recoberta, em extensão variável, por uma dupla camada de pele retrátil, o prepúcio. A fimose é uma condição em que ocorre um estreitamento em graus variáveis do prepúcio. Quando esse estreitamento é acentuado, a glânde fica permanentemente recoberta, o que dificulta os cuidados higiênicos e pode causar desconforto durante as relações sexuais. Nesse caso, a correção é facilmente feita por meio de intervenção cirúrgica com anestesia local.



Pênis em corte sagital e transversal – A. Uretra; B. Corpo esponjoso da uretra; C. Corpos cavernosos.

No interior do pênis, encontramos uma porção da uretra, circundada por uma estrutura esponjosa, o corpo esponjoso. Paralelamente a esse corpo, dispõem-se os corpos cavernosos do pênis, também de natureza esponjosa e erétil. Por estímulos provenientes do sistema nervoso autônomo, os vasos sanguíneos que irrigam esses corpos intensificam o fluxo de sangue nessas estruturas, aumentando-as em volume e tornando-as rijas, ocasionando, assim, a ereção do pênis.

A estimulação do pênis durante o ato sexual dá origem a reflexos que fazem contrair a camada de músculo liso dos canais deferentes, lançando os espermatozoides no interior da uretra. Em seguida, a uretra se contrai e, ao mesmo tempo, as glândulas seminais e a próstata também se contraem, lançando suas secreções na uretra. Essa série de contrações resulta na ejaculação.

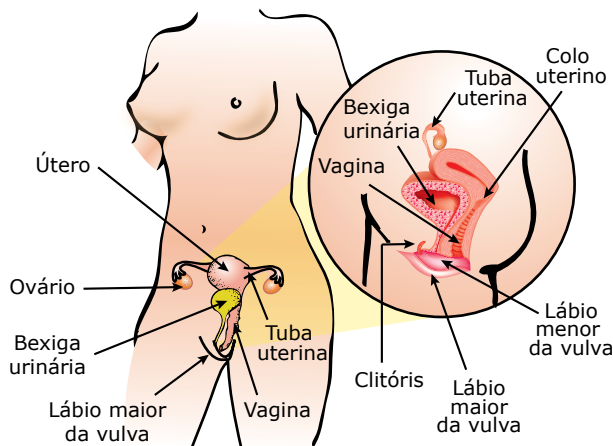
A ejaculação consiste na eliminação do sêmen ou esperma, constituído por espermatozoides, secreções das glândulas seminais, secreção da próstata e secreções das glândulas bulbouretrais. O volume de sêmen eliminado em cada ejaculação é em torno de 3 a 5 mL. Cada mL de sêmen, por sua vez, possui, em média, cerca de 100 milhões de espermatozoides. Assim, cada ejaculação libera de 300 a 500 milhões de gametas masculinos.

A ejaculação é acompanhada por sensações agradáveis e contrações espasmódicas de músculos; o conjunto dessas manifestações recebe o nome de orgasmo. A ejaculação, portanto, é apenas parte do orgasmo masculino.

SISTEMA GENITAL FEMININO



Compõe-se dos seguintes órgãos: ovários, tubas uterinas, útero, vagina e vulva (pudendo).



Sistema genital feminino.

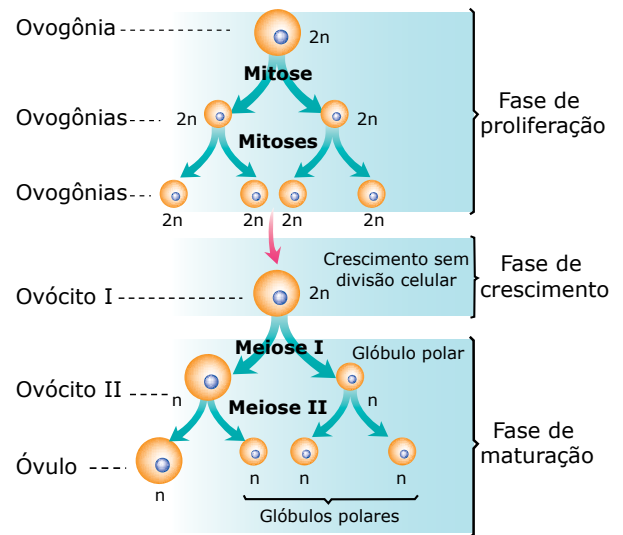
Ovários

Em número de dois, são as gônadas (glândulas sexuais) femininas. Têm forma de amêndoa, medindo até 5 cm em seu maior diâmetro. Localizam-se na parte inferior da cavidade abdominal, uma de cada lado do útero.

No interior dos ovários, existem milhares de vesículas denominadas folículos ovarianos. As células que formam as paredes dessas vesículas são chamadas de células foliculares. No interior de cada folículo, há uma célula, o ovócito, que é precursora do gameta feminino. O número total de folículos nos dois ovários da criança recém-nascida é estimado em 400 000. Destes, a maioria sofrerá processo degenerativo (atresia folicular), desaparecendo, enquanto outros se desenvolvem, sofrendo um processo de maturação.

Os ovários desempenham duas funções: gametogênica e endócrina (hormonal).

A) Função gametogênica dos ovários – Ocorre no interior dos folículos ovarianos e corresponde à gametogênese feminina, processo conhecido por ovogênese (oogênese ou ovulogênese), subdividido em três fases ou etapas: fase de proliferação, fase de crescimento e fase de maturação.



Ovogênese.

Na fase de proliferação (fase proliferativa, fase de multiplicação, fase germinativa), as células germinativas primordiais, também chamadas de ovogônias ou oogônias, sofrem sucessivas divisões mitóticas. Quando param de se dividir, as ovogônias aumentam de volume e passam a ser chamadas de ovócitos I (ócitos I, ovócitos primários, ovócitos de 1ª ordem). Esse período de tempo em que as ovogônias crescem e dão origem aos ovócitos I constitui a fase de crescimento da ovogênese. Na fase de maturação, os ovócitos I sofrem meiose. Ao término da divisão I da meiose, cada ovócito I dá origem a duas células haploides: uma maior, denominada ovócito II (ócitos II), e outra menor, conhecida por 1º glóbulo polar (1º corpúsculo polar, 1º polócito). O ovócito II, sofrendo a divisão II da meiose, dá origem a uma célula maior, o "óvulo", e a uma célula menor, o 2º glóbulo polar (2º corpúsculo polar, 2º polócito). Já o 1º glóbulo polar, caso realize a divisão II da meiose, origina o 3º e o 4º glóbulos polares.

Ao contrário da gametogênese masculina (espermatoogênese), que ocorre totalmente após o nascimento, a partir da puberdade, a gametogênese feminina (ovogênese) tem início já na vida intrauterina.

A fase de proliferação da ovogênese humana ocorre por volta do 4º mês de desenvolvimento. Por essa ocasião, nos ovários do feto, as ovogônias multiplicam-se por mitoses sucessivas. Esse período de multiplicação termina por volta do 5º mês de gestação, quando se inicia a fase de crescimento que dura até o 7º ou o 8º mês, com o aparecimento dos ovócitos I. Ainda na vida intrauterina, por volta do oitavo mês, tem início a fase de maturação, em que todos os ovócitos I começam a divisão I da meiose. Entretanto, com o nascimento, essa divisão é interrompida no período diplóteno da prófase I. Assim, ao nascer, a menina tem, no interior de seus folículos ovarianos, ovócitos I com a meiose interrompida na prófase I.

Essa interrupção da ovogênese permanecerá até a puberdade, quando, a cada mês, por estímulos hormonais, geralmente um ovócito I reiniciará a meiose, completando a divisão I e dando origem ao ovócito II e ao 1º glóbulo polar.

Por meio da ovulação, essas células são liberadas do ovário e penetram na tuba uterina. Após a sua saída do ovário, o ovócito II, agora no interior da tuba uterina, inicia a divisão II da meiose, sendo viável por cerca de 24 horas. Se nesse intervalo de tempo o mesmo não for penetrado por um espermatozoide, ele entra em degeneração por autólise. Por outro lado, se for penetrado por um espermatozoide, o ovócito II completa a divisão II da meiose, dando origem ao óvulo e ao 2º glóbulo polar. Nesse caso, ocorre a anfimixia ou cariogamia, isto é, o núcleo do espermatozoide junta-se ao núcleo do óvulo, e a célula, agora com um núcleo 2n, passa a ser chamada de célula-ovo ou zigoto. Caso o 1º glóbulo polar realize a divisão II da meiose, originará o 3º e o 4º glóbulos polares. Os glóbulos polares são células que sofrem degeneração. Assim, temos mais uma diferença entre a gametogênese masculina e a feminina. Enquanto na espermatogênese formam-se 4 gametas por espermatócito I, na ovogênese, temos a formação de apenas um gameta para cada ovócito I.

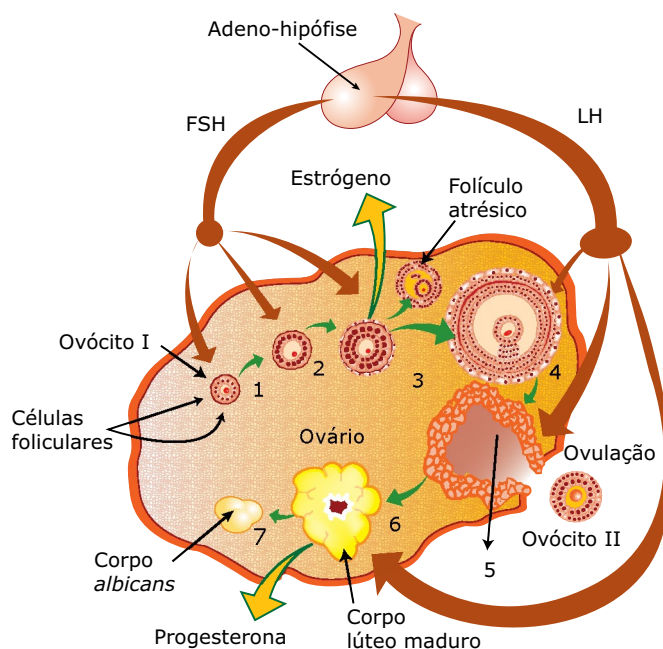
Conforme vimos, durante a ovogênese, os ovócitos I passam por um período de interrupção da meiose. Essa interrupção recebe o nome de período dictiôteno. Assim, por exemplo, se uma mulher ficar grávida aos 20 anos de idade, o ovócito I, que deu origem ao óvulo que foi fecundado, teve um período dictiôteno de cerca de 20 anos; se uma mulher teve o seu último ciclo ovulatório ou última ovulação aos 50 anos de idade, o seu último ovócito I terá tido um período dictiôteno de cerca de 50 anos. Acredita-se que, quanto mais longo for o período dictiôteno, maior é a probabilidade de não ocorrer a separação ou disjunção correta dos cromossomos, quando a meiose for reiniciada. Isso poderia explicar a maior frequência de anomalias cromossômicas (síndrome de Down, por exemplo) em recém-nascidos de mulheres com mais de 40 anos de idade.

B) Função endócrina (hormonal) – É a produção dos hormônios sexuais femininos, estrógeno e progesterona.

O estrógeno (estrogênio, estradiol), produzido pelas células foliculares, além de ser responsável pelas características sexuais secundárias femininas (desenvolvimento de pelos na região pubiana, desenvolvimento das mamas, desenvolvimento dos órgãos sexuais, etc.), também participa do controle do ciclo menstrual, estimulando a reconstituição do endométrio (revestimento interno do útero) após a menstruação.

A progesterona é produzida pelo corpo lúteo (corpo amarelo), que é o folículo ovariano após a saída do ovócito II, isto é, após a ovulação. Também participa do controle do ciclo menstrual e atua no endométrio, preparando-o para receber um possível embrião, caso tenha ocorrido a fecundação.

O controle das atividades ou funções dos ovários é feito pelos hormônios gonadotróficos, FSH e LH, produzidos e liberados pela adeno-hipófise. Vejamos, resumidamente, como é feito esse controle que se encontra esquematizado na figura a seguir:



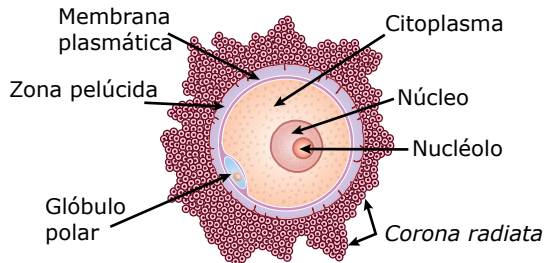
1. Folículo ovariano primário; 2. e 3. Folículo ovariano em desenvolvimento; 4. Folículo ovariano maduro (Folículo de Graaf); 5. Ovulação; 6. Corpo lúteo (corpo amarelo); 7. Corpo albicans (corpo branco).

Conforme vimos, ao nascer, a mulher já possui em seus ovários os folículos ovarianos, cada um contendo um ovócito I com a meiose interrompida na prófase I. Esses folículos são chamados de folículos ovarianos primários. A partir da puberdade (por volta dos 12 anos de idade), a hipófise começa a produzir e liberar o FSH, que, então, vai atuar em um folículo ovariano primário, estimulando o seu desenvolvimento. Durante o desenvolvimento desse folículo, que dura em média 14 dias, ocorre aumento de volume e multiplicação das células foliculares, que, sob estímulo do FSH, passam a produzir o estrógeno. Ainda sob estímulo do FSH, o ovócito I, contido no interior do folículo ovariano, reinicia a meiose, completando a divisão I. Durante esse desenvolvimento, o ovócito I também aumenta de volume e em sua volta surge uma camada protetora de glicoproteínas, denominada zona pelúcida. A origem dessa zona pelúcida é discutida. Ela seria formada pelo ovócito, ou pelas células foliculares, ou por ambos.

Com o término da divisão I da meiose, surgem no interior do folículo o ovócito II e o 1º glóbulo polar. Esse folículo, agora contendo o ovócito II, é denominado folículo ovariano maduro (folículo ovariano secundário ou folículo de Graaf).

Como foi abordado, durante o desenvolvimento do folículo ovariano, também ocorre a síntese de estrógeno. Assim, com o decorrer dos dias em que esse desenvolvimento se processa, a taxa desse hormônio vai aumentando na circulação da mulher. Ao atingir taxas elevadas no organismo feminino, o estrógeno reduz a liberação do FSH pela hipófise e estimula uma maior liberação do LH.

O LH atuará completando a maturação do folículo ovariano e, em seguida, promove a sua ruptura, o que permitirá, então, a liberação do ovócito II. A esse fenômeno dá-se o nome de ovulação. O LH, portanto, é o hormônio que promove a **ovulação**. Atente para o fato de que, na espécie humana, quando ocorre a ovulação, há liberação do ovócito II, e não do óvulo.



Ovócito II – Revestido pela membrana plasmática e pela zona pelúcida, é liberado junto com o 1º glóbulo polar e com algumas células foliculares que se dispõem ao seu redor, formando a corona radiata. É aí que existe o ácido hialurônico, substância que, à maneira de uma cola, mantém a união entre as células da corona radiata.

Após a ovulação, as células do folículo de Graaf que permaneceram no ovário passam a produzir luteína (um pigmento amarelo de natureza lipídica), transformando-se, assim, no chamado corpo lúteo ou corpo amarelo. Não ocorrendo fecundação e, conseqüentemente, a gravidez, o corpo lúteo é dito corpo lúteo menstrual. Havendo fecundação e, conseqüentemente, gravidez, ele é dito corpo lúteo gravídico. Podemos dizer que o corpo lúteo é o que restou do folículo de Graaf após a liberação do ovócito II. Sob estímulo do LH, as células do corpo lúteo passam a produzir progesterona e também pequena quantidade de estrógeno.

A progesterona age no útero, mantendo a integridade do endométrio, preparando-o para receber o ovo, caso o ovócito II liberado tenha sido fecundado. Entretanto, cerca de 6 a 7 dias após a ovulação, a taxa de progesterona está alta no organismo feminino e isso inibe a hipófise de continuar a liberar o LH. Deixando de receber o LH, o corpo amarelo começa a sofrer degeneração e, à medida que suas células vão morrendo, diminui a produção de progesterona e estrógeno. Vejamos, então, o que acontece no ovário e no útero, considerando as duas possibilidades que podem ocorrer com o ovócito II após a ovulação, isto é, ou ele não é penetrado por um espermatozoide ou ele é penetrado por um espermatozoide.

- **Não há a penetração do espermatozoide no ovócito II** – Cerca de 6 a 7 dias após a ovulação, a elevação da taxa de progesterona inibe a hipófise de continuar a liberar o LH. O corpo lúteo, deixando de receber esse hormônio, entra em processo de degeneração e morre. As células do corpo lúteo menstrual sofrem degeneração por autólise, sendo os seus restos celulares fagocitados por macrófagos. Assim, cerca de 14 dias após a ovulação, as células do corpo amarelo já estarão todas degeneradas, restando na superfície do ovário uma cicatriz, denominada corpo *albicans* (corpo branco).

Evidentemente, por essa ocasião, a taxa de progesterona e a de estrógeno no organismo feminino estarão baixas. A baixa taxa de progesterona promove a descamação do endométrio, com conseqüente hemorragia chamada menstruação, enquanto a baixa taxa de estrógeno estimula a hipófise a voltar a liberar o FSH, que, então, atuará em um outro folículo ovariano primário, estimulando o seu desenvolvimento, recomeçando tudo.

- **Ocorre a penetração do espermatozoide no ovócito II** – Nesse caso, haverá a formação da célula-ovo, que, então, começará a ser levada através da tuba uterina para o útero. Cerca de 4 a 5 dias depois, ocorre a nidação, isto é, a implantação do embrião no endométrio. Logo após a nidação, tem início a formação da placenta, com o aparecimento das vilosidades coriônicas. Essas vilosidades produzem um hormônio, conhecido por HCG (gonadotrofina coriônica), que vai atuar no ovário, impedindo a degeneração do corpo lúteo. Assim, o HCG “substitui” fisiologicamente o LH, mantendo o corpo lúteo íntegro e, conseqüentemente, mantendo a produção de progesterona, o que impede a descamação do endométrio e a ocorrência da menstruação. Esse corpo lúteo é dito corpo lúteo gravídico. O corpo lúteo gravídico é maior e seu diâmetro atinge cerca de 5 cm. Permanece com essa dimensão até o 4º, 5º ou 6º mês da gravidez, quando começa a sofrer uma regressão por autólise, mas não desaparece totalmente, permanecendo no ovário, secretando progesterona, até o fim da gestação. Seu desaparecimento total ocorre após o parto.

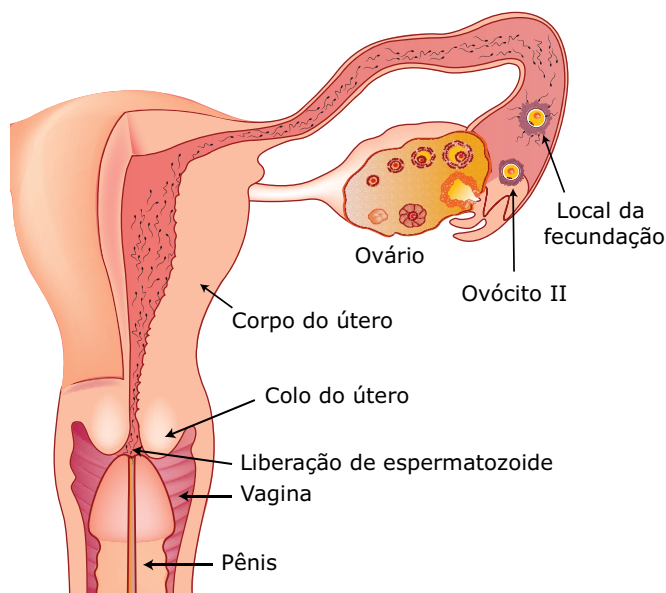
O corpo lúteo gravídico também secreta relaxina, hormônio polipeptídico que amolece o tecido conjuntivo da sínfise púbica, das outras articulações pélvicas e do colo uterino, facilitando o parto. O primeiro indício da gravidez, portanto, é a suspensão da menstruação. A gonadotrofina coriônica (HCG) começa a ser detectada no sangue e na urina da mulher cerca de uma semana após ter ocorrido a nidação. Esse fato constitui-se, portanto, num teste clínico de gravidez.

O HCG é produzido, aproximadamente, até o quarto mês do período de gestação, quando, então, para de ser fabricado. Com a paralisação da produção do HCG, o corpo lúteo entra em degeneração e, assim, a taxa de progesterona deveria diminuir. Entretanto, por essa mesma ocasião, a placenta, estando mais desenvolvida, passa a produzir progesterona, mantendo a taxa desse hormônio elevada até o final da gestação.

Tubas uterinas

Conhecidos também como trompas de Falópio ou ovidutos, são canais musculares e flexíveis, com cerca de 12 cm de comprimento, que fazem a comunicação dos ovários com o útero. Nas suas extremidades, próximas aos ovários, possuem franjas móveis (fimbrias) que sugam o ovócito II, logo que ele é liberado do ovário por meio da ovulação. É o órgão onde normalmente ocorrem os fenômenos da fecundação e da segmentação.

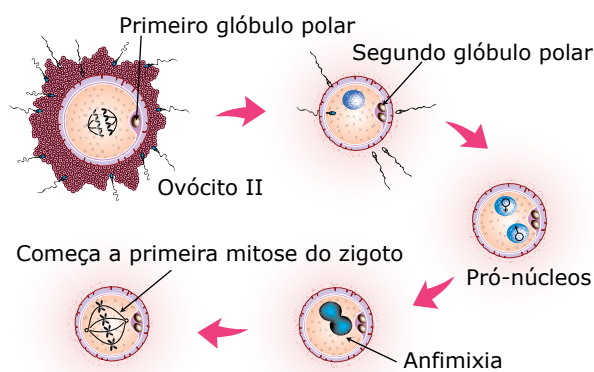
A) Fecundação – Consiste na união do espermatozoide com o “óvulo”. Resumidamente, acontece da seguinte maneira: os espermatozoides, em grande número, são liberados na cavidade vaginal, cujo meio é ácido. Apesar de existirem no sêmen substâncias alcalinas (secreções prostáticas) para neutralizar essa acidez, muitos espermatozoides morrem ainda na vagina em consequência da acidez do meio. As secreções prostáticas, portanto, não garantem a sobrevivência de todos os milhões de espermatozoides liberados na cavidade vaginal. Os espermatozoides que sobrevivem a essa primeira barreira chegam ao colo do útero, onde existe uma secreção viscosa (o muco cervical) que retém aí um grande número de espermatozoides. Os espermatozoides que vencem essa segunda barreira deslocam-se pela mucosa franjada do útero (endométrio), o que torna o caminho até as entradas das tubas uterinas muito mais longo e, por isso, um grande número de espermatozoides acaba morrendo durante essa “caminhada”.



Migração dos espermatozoides nas vias genitais femininas.

Os espermatozoides que conseguem chegar até as entradas das tubas uterinas penetram nesses órgãos e começam a subida pelo seu interior. Uma vez no interior das tubas, os gametas masculinos terão de vencer o peristaltismo e o movimento ciliar que existem nesses ovidutos. O movimento peristáltico tubário é decorrente das contrações da musculatura lisa das paredes do órgão e se realiza no sentido dos ovários para o útero. O movimento ciliar do epitélio que reveste internamente as tubas uterinas também é feito no sentido do ovário para o útero. Desse modo, os espermatozoides terão de “nadar contra a correnteza” e, por isso, muitos não conseguem vencer mais esse obstáculo. Assim, um grupo muito pequeno de espermatozoides consegue chegar até o ovócito II, no qual encontrará mais um obstáculo: a *corona radiata* que envolve o ovócito II.

Será necessário abrir caminho entre as células da *corona radiata* que se mantêm unidas por um material contendo o ácido hialurônico. Para tal, os espermatozoides liberam dos seus acrossomos a enzima hialuronidase, que desfaz o ácido hialurônico existente entre as células dessa camada, deixando a superfície do ovócito II mais exposta. Nesse momento, o espermatozoide que se encontra mais próximo da superfície do ovócito II adere a ela e, imediatamente, inicia a penetração mediante movimentos rotatórios à maneira de um saca-rolhas. Após essa penetração, o núcleo haploide (n) do espermatozoide passa a ser chamado de pró-núcleo masculino. Com essa penetração, o ovócito II sofre a segunda divisão da meiose, originando o óvulo, cujo núcleo, também haploide, é denominado de pró-núcleo feminino. Assim, na espécie humana, há um breve momento de óvulo que só se forma se o ovócito II for penetrado por um espermatozoide. Em seguida, ocorre a anfimixia ou cariogamia, que consiste na união dos pró-núcleos masculino e feminino, formando um núcleo diploide ($2n$). Com a formação desse núcleo diploide, a célula passa a ser chamada de célula-ovo ou zigoto.



Fecundação na espécie humana.

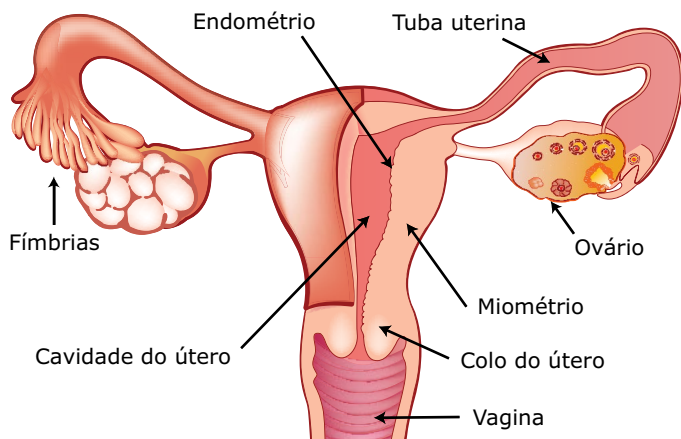
Uma vez ocorrida a fecundação com a consequente formação da célula-ovo (zigoto), essa célula é conduzida para o útero por meio do peristaltismo tubário e dos movimentos ciliares do epitélio que reveste internamente a tuba uterina. Enquanto desce pela tuba em direção ao útero, o zigoto realiza a segmentação ou clivagem.

B) Segmentação (clivagem) – É a primeira etapa do nosso desenvolvimento embrionário. Consiste em sucessivas divisões mitóticas (mitoses) realizadas a partir da célula-ovo (zigoto), que culminam com a formação de uma estrutura embrionária denominada blástula.

A segmentação na espécie humana dura de 4 a 6 dias. Assim, por volta do 4º, 5º ou 6º dia, após a ocorrência da fecundação, a blástula já estará no útero, onde deverá se implantar no endométrio (nidação) e dar continuidade ao seu desenvolvimento. Assim, todo o restante do desenvolvimento embrionário ocorrerá no útero.

Útero

É um órgão cavitário com parede predominantemente muscular. Em estado não gravídico, possui cerca de 7,5 cm de comprimento e 5 cm de largura. A porção muscular da parede uterina é denominada miométrio e o revestimento da sua cavidade é uma mucosa conhecida por endométrio.



Útero.

A parte superior do útero, isto é, a porção do útero situada acima dos pontos onde desembocam as tubas uterinas, é denominada fundo do útero. A parte inferior que se abre na vagina é o colo ou cérvix. A porção compreendida entre o fundo e o colo constitui o chamado corpo do útero.

O endométrio é formado por um epitélio simples cilíndrico com células ciliadas apoiadas numa lâmina própria (tecido conjuntivo propriamente dito). Durante o chamado ciclo menstrual, o endométrio sofre uma série de modificações estruturais decorrentes da ação de certos hormônios liberados pelos ovários.

É no útero, mais precisamente no endométrio, que normalmente ocorre o fenômeno da nidação.

A nidação consiste na fixação ou implantação da blástula no endométrio. Essa blástula também pode ser chamada de blastocisto.

A partir da nidação, o restante do desenvolvimento embrionário humano ocorrerá no útero, até o nascimento do novo indivíduo. À medida que o embrião vai se desenvolvendo e crescendo, o útero, graças a sua grande capacidade de distensão, também vai aumentando de volume.

Vagina

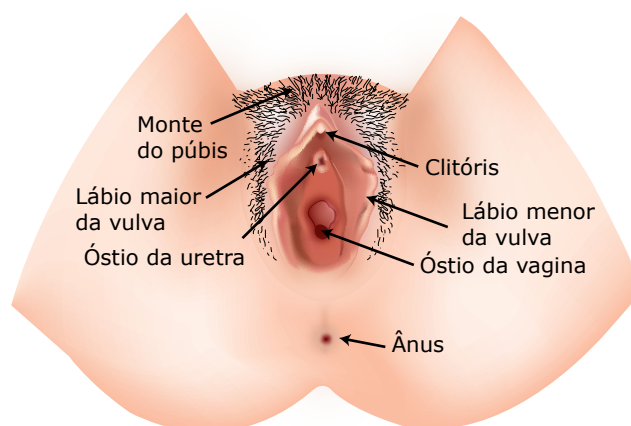
É um canal com cerca de 10 a 15 cm de comprimento que faz a comunicação entre o útero e o meio externo. Seu revestimento interno, constituído por um epitélio estratificado pavimentoso, sob estímulo do estrogênio, sintetiza e acumula grande quantidade de glicogênio. Quando essas células descamam, o glicogênio é lançado na luz (cavidade) da vagina, onde será metabolizado por bactérias da flora vaginal normal, em especial os bacilos de Doderlein, produzindo o ácido láctico. O ácido láctico é responsável pelo meio ácido normalmente observado na vagina. Essa acidez confere certa proteção contra micro-organismos patogênicos, embora também seja desfavorável aos espermatozoides.

Nas mulheres virgens, a entrada da vagina é parcialmente obstruída por uma membrana perfurada (geralmente uma perfuração central de diâmetro variável), delicada e pouco vascularizada, denominada hímen. O hímen é rompido, geralmente, durante a primeira relação sexual.

Além de ser o órgão copulador feminino, a vagina também dá passagem ao feto por ocasião do parto e, mensalmente, aos produtos da menstruação.

Vulva

Compreende as seguintes estruturas: monte do púbis, lábio maior da vulva, lábio menor da vulva, vestibulo da vagina e clitóris.



Pudendo feminino.

O monte do púbis é uma elevação constituída principalmente por tecido adiposo que, após a puberdade, apresenta-se coberta por pelos espessos. Os lábios maiores da vulva são duas pregas (dobras) da pele, contendo grande quantidade de tecido adiposo. Após a puberdade, a face externa dos lábios maiores da vulva também apresenta-se coberta por pelos grossos. Já os lábios menores da vulva são dobras da mucosa vaginal que ficam escondidas pelos lábios maiores da vulva. O vestibulo da vagina é região existente entre os pequenos lábios. Nele, localizam-se o ostio (abertura) externo da uretra, o ostio da vagina e os orifícios dos ductos das glândulas vestibulares. As glândulas vestibulares produzem secreções nos momentos preparatórios e durante o coito, tornando as estruturas úmidas e facilitando a relação sexual. As duas maiores glândulas vestibulares são as glândulas de Bartholin, localizadas uma de cada lado do vestibulo. Além destas, existem numerosas outras glândulas vestibulares menores. O clitóris é uma estrutura rudimentar homóloga ao pênis. A glândula do clitóris é visível no local onde se fundem anteriormente os pequenos lábios. É uma estrutura extremamente sensível, que entra em ereção por mecanismo semelhante à ereção do pênis, e está ligada à excitabilidade sexual feminina.

MÉTODOS ANTICONCEPCIONAIS (OU CONTRACEPTIVOS)

Os métodos anticoncepcionais permitem que o ato sexual seja dissociado de sua consequência natural, a concepção. A finalidade de todos os métodos é, portanto, evitar a gravidez.

Métodos químicos

Utilizam-se de substâncias químicas com finalidade de destruir ou dificultar a sobrevivência dos espermatozoides, ou substâncias que impedem a ovulação. Entre elas, destacamos:

- A) Substâncias espermicidas (espermaticidas)** – São cremes, geleias, etc., que matam os espermatozoides. São substâncias ácidas que devem ser aplicadas no interior da vagina antes do ato sexual. São pouco eficazes se usados isoladamente. O ideal é que sejam utilizados em associação com outros métodos, como o diafragma.
- B) Substâncias hormonais** – São hormônios sintéticos que, se administrados corretamente em dosagens certas, têm normalmente a finalidade de evitar a ovulação. Entre eles, a pílula anticoncepcional é, sem dúvida, o mais amplamente utilizado. As pílulas anticoncepcionais tradicionais são comprimidos que contêm hormônios sexuais femininos (estrógeno e progesterona) sintéticos, semelhantes aos produzidos pelos ovários. O uso diário desses comprimidos mantém as taxas de estrógeno e progesterona sempre elevadas no organismo feminino. As taxas elevadas desses hormônios inibem a hipófise de secretar as gonadotrofinas FSH e LH. Não havendo a liberação de FSH e LH, não há o desenvolvimento dos folículos ovarianos e, conseqüentemente, não haverá a ovulação. A pílula, portanto, é um anovulatório.

No primeiro mês de uso da pílula, é aconselhável usar também outro método, como a “camisinha”. Isso porque, às vezes, ainda ocorre ovulação nesse primeiro mês.

Se usada corretamente, a pílula oferece uma margem de segurança em torno de 99%. Existem diversos tipos de pílulas, com diferentes dosagens de hormônios. Cabe ao médico determinar qual o tipo de pílula adequado ao organismo de cada paciente. Assim, antes de iniciar o uso da pílula, é imprescindível buscar orientação médica.

É bom ressaltar que algumas mulheres não se adaptam a esse método devido aos efeitos colaterais observados (enjoo, dores de cabeça, nervosismo, retenção de líquidos, hipertensão, aumento de peso, etc.). Às vezes, tais efeitos podem trazer conseqüências extremamente graves.

Mulheres que já possuem problemas circulatórios, por exemplo, não devem fazer uso da pílula, pois isso aumenta a probabilidade de ocorrência de distúrbios cardiovasculares, como as trombozes e enfartes. Está também comprovado que o fumo aumenta os riscos da pílula causar distúrbios cardiovasculares.

Existem também implantes subcutâneos (pequenos bastões colocados sob a pele do braço), que liberam os hormônios sexuais femininos durante um período de 3 a 5 anos.

A chamada “pílula do dia seguinte” (pílula pós-coital) possui os mesmos hormônios da pílula anticoncepcional comum, porém em doses bem mais altas, o que altera o equilíbrio normal entre estrógeno e progesterona no organismo feminino. Deve ser utilizada apenas em algumas situações emergenciais, como casos de agressão sexual ou falha de outro método contraceptivo. Age de diferentes formas: impede ou retarda a ovulação, caso esse fenômeno ainda não tenha ocorrido; altera a secreção produzida nas vias genitais femininas, dificultando a mobilização dos espermatozoides, impedindo assim, o encontro dos dois gametas (fecundação); altera o endométrio, impedindo a ocorrência da nidação, caso a fecundação já tenha ocorrido. Entretanto, caso a nidação já tenha ocorrido, seu uso não será capaz de impedir a continuidade da gestação que ocorrerá sem causar danos ao embrião.

Métodos mecânicos

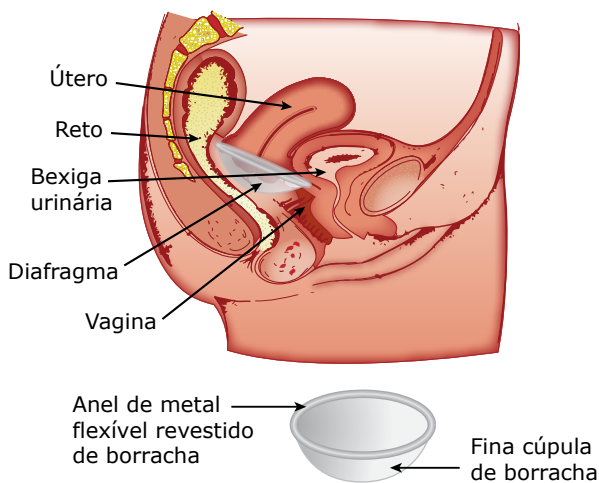
São dispositivos que impedem a fecundação ou a nidação. Entre eles, temos:

- A) “Camisinhas” (condoms, preservativos, camisas de vênus)** – É um revestimento de látex (borracha fina) que deve ser colocado no pênis ereto, antes da penetração na vagina. Assim, o esperma ejaculado fica dentro da camisinha, impedindo que os espermatozoides entrem nas vias genitais femininas. Ao colocar a “camisinha”, é preciso deixar um espaço livre no fundo para que o esperma se deposite ali. O preservativo deve ser retirado ao término da relação sexual, com o pênis ainda ereto. Sendo de boa qualidade e usada corretamente, a camisinha oferece alta margem de segurança. Como impede o contato direto entre o pênis e a mucosa vaginal, a camisinha também serve como profilaxia de doenças sexualmente transmissíveis (aids, gonorreia, sífilis, etc.).
- B) “Camisinha” feminina** – É uma pequena bolsa de plástico fino e macio, que é colocada dentro da vagina antes de cada relação e retirada depois. Atua como uma barreira, impedindo que os espermatozoides entrem no útero. Permite que a mulher também possa se prevenir das doenças sexualmente transmissíveis, sem depender do seu parceiro.

C) Diafragma – É um disco de borracha flexível que deve ser colocado na parte mais profunda da vagina, de modo a tampar a entrada do colo do útero, impedindo, dessa maneira, a passagem dos espermatozoides para o útero e daí para as trompas, onde normalmente ocorre a fecundação.

A colocação do diafragma não é muito simples, é preciso um pouco de treino. Deve-se consultar um médico, que indicará o tamanho adequado de diafragma adaptado para cada mulher e que a ensinará a usá-lo. Para aumentar a sua eficiência, aconselha-se lubrificar as bordas do diafragma com geleia ou pomada espermicida.

Deve ser colocado antes da relação sexual e retirado cerca de oito horas depois.

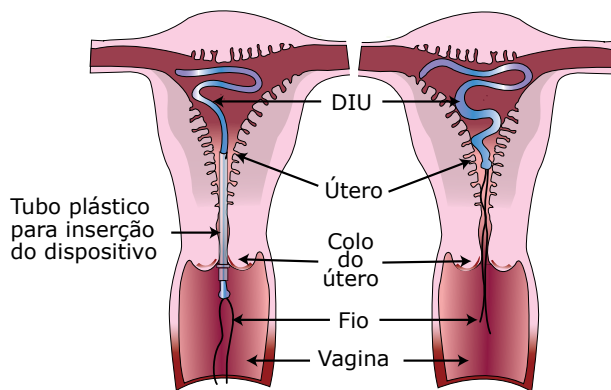


Posição do diafragma no aparelho feminino.

Por não prejudicar a saúde e não alterar a mecânica da cópula, o diafragma vem sendo recomendado por muitos médicos, em substituição à pílula anticoncepcional. Sua eficiência, porém, é um pouco menor que a da pílula.

D) DIU (dispositivo intrauterino) – É uma peça de plástico ou de cobre que é colocada pelo médico dentro do útero, de tal forma que fique bem ajustada ao endométrio.

O DIU de plástico não impede a fecundação, mas funciona como um corpo estranho que provoca uma pequena irritação ou inflamação no útero e acelera suas contrações, impedindo a nidação. Nesse caso, funciona como um abortivo. Já o DIU de cobre possui um fino fio desse metal revestindo sua haste e libera sais de cobre que matam os espermatozoides assim que eles penetram no útero. Sendo sua primeira ação espermicida, impedindo a fecundação, esse tipo de DIU não seria primariamente abortivo e, por isso, sua fabricação, venda e uso são considerados legais no Brasil. Entretanto, ainda é discutida a ação desse tipo de DIU na contracepção.



Inserção do DIU no útero.

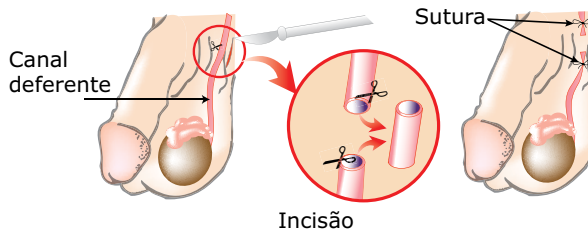
A colocação do DIU é feita pelo médico por meio de um tubo plástico, pelo qual o dispositivo é injetado no fundo do útero, onde pode ficar vários anos. Essa operação é rápida e indolor, e o dispositivo pode ser retirado puxando-se os fios que estão ligados à sua base.

Além de não interferir nas relações sexuais, o DIU é um método bastante seguro, desde que haja um acompanhamento médico periódico, atingindo uma eficácia em torno de 98%. No entanto, ele apresenta algumas desvantagens, como não ser tolerado por muitas mulheres (é expelido pelo organismo), provocar cólicas durante os primeiros dias de uso e aumentar a perda de sangue menstrual.

Métodos cirúrgicos

São os que oferecem maiores margens de segurança (próximas a 100%). Entre eles, temos:

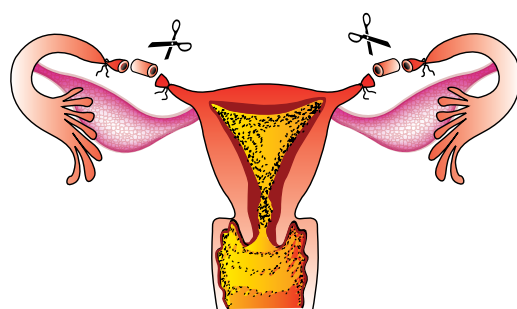
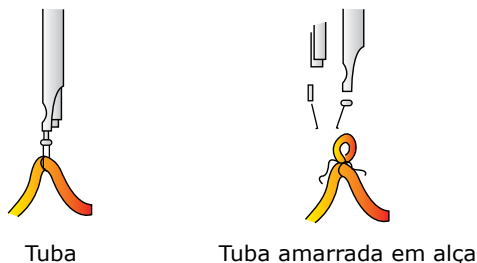
A) Vasectomia (deferentectomia) – Consiste na secção dos canais deferentes, impedindo assim que os espermatozoides cheguem à uretra. Trata-se de um procedimento relativamente simples; em um mesmo dia, o homem pode ser operado e voltar para casa, retomando suas atividades normais. Ao contrário do que muitos ainda pensam, essa cirurgia não modifica o comportamento sexual do homem: o homem vasectomizado continua tendo ereção e ejacula normalmente, com a diferença de que seu esperma (sêmen) não contém espermatozoides, sendo constituído apenas pelas secreções das glândulas (glândulas seminais, próstata, bulbouretrais).



Vasectomia – A vasectomia é na realidade um método de esterilização masculina. Atualmente, existem técnicas que, em determinadas situações, conseguem, com sucesso, realizar a reinversão desse processo cirúrgico.

B) Laqueadura (ligação, ligadura) das tubas –

Técnica de esterilização feminina que consiste em uma cirurgia em que as tubas uterinas podem ser simplesmente amarradas em forma de alça com um fio inabsorvível ou, então, seccionadas na porção superior do ponto amarrado, de modo a separar em cotos. Esse procedimento impede que os espermatozoides alcancem o ovócito II, evitando a fecundação.



Tuba separada em cotos

Laqueadura das tubas – Com grau de eficiência de quase 100%, a laqueadura é considerada um anticoncepcivo definitivo, uma vez que é difícil de ser revertida com sucesso, porém, do mesmo modo que a vasectomia, novas técnicas têm aumentado as possibilidades de se realizar a reinversão do processo. Por isso, esse método é normalmente aplicado apenas em mulheres que já tiveram filhos e que se acham seguras de que não querem outros, além de não desejarem usar outras medidas anticonceptivas.

Métodos naturais**A) Método do calendário (“tabelinha”, Ogino-Knauss) –**

É um método natural, pois não utiliza nenhum material ou substância química. Consiste em não ter relações sexuais durante o chamado período fértil do ciclo menstrual. Esse período fértil engloba a data da provável ovulação, os três dias antes e os três dias depois dessa data (alguns autores ampliam esse período e mandam considerar quatro dias antes e quatro dias depois da provável data da ovulação). Para determinar a data da provável ovulação, primeiro a mulher precisa saber qual o tempo de duração do seu ciclo menstrual e se o mesmo é regular (28 em 28 dias, 30 em 30 dias, etc.). A data da provável ovulação será o 14º dia do ciclo, contando a partir do primeiro dia de menstruação.

Veja o exemplo a seguir:

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

3 – 1º dia da menstruação

16 – Provável ovulação

12 a 20 – Período fértil

Ciclo = 28 dias.

É preciso muito cuidado: o método da “tabelinha” falha com muita frequência, não funcionando em mulheres com ciclo irregular. E mesmo quando o ciclo é bem regular, pode ocorrer uma irregularidade passageira. Por isso, não é um método adequado para quem quer evitar com sucesso uma gravidez.

Para aumentar a eficácia ou segurança do método da tabelinha, é aconselhável associá-lo ao controle da temperatura basal. Sabe-se que a temperatura corporal (basal) aumenta de 0,2 a 0,5 °C logo após a ovulação, permanecendo elevada até a menstruação seguinte. Assim, se a temperatura for medida todos os dias, de preferência pela manhã, antes de se levantar, pode-se detectar a elevação da temperatura média do corpo e, assim, determinar com maior margem de segurança o dia em que a ovulação ocorreu. Os dias férteis terminam quando a temperatura subiu e permaneceu alta por três dias.

O método da “tabelinha” não exige controle médico e não tem consequência para a saúde física, mas tem a desvantagem de ser o menos seguro de todos. Além disso, requer abstinência das relações sexuais durante um certo período, prejudicando a espontaneidade da vida sexual do casal.

B) Método do coito interrompido – Considerado um método natural, consiste em retirar o pênis da vagina antes da ejaculação.

Não é um método seguro. Às vezes, saem pequenas gotas de esperma antes da ejaculação. Como uma pequena gota tem milhões de espermatozoides, a mulher poderá ficar grávida. Além disso, dificilmente os homens têm controle suficiente sobre o seu próprio corpo para interromper a relação no momento exato. Também não é um método satisfatório, pois pode causar uma diminuição do prazer sexual do casal.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



- 01.** (UFLA-MG) Entre os métodos contraceptivos apresentados a seguir, é eficaz na prevenção de doenças sexualmente transmissíveis o(a)
- diafragma.
 - preservativo.
 - dispositivo intrauterino.
 - pílula anticoncepcional.

- 02.** (UFMG) Com relação à espermatogênese humana, é errado afirmar que

- o espermatozóide I, célula diploide, entra em divisão meiótica, originando o espermatozóide II, célula haploide.
- o hormônio luteinizante (LH) atua sobre as células intersticiais dos testículos (células de Leydig), inibindo a produção de andrógenos.
- a espermiogênese consiste numa série de modificações pelas quais passam as espermátides até se transformarem em espermatozoides.
- a desnutrição, o alcoolismo, a ação de drogas, entre outros fatores, afetam a espermatogênese.
- na criptorquidia (não descida dos testículos) ocorre a inibição da espermatogênese devido à temperatura mais elevada da cavidade abdominal.

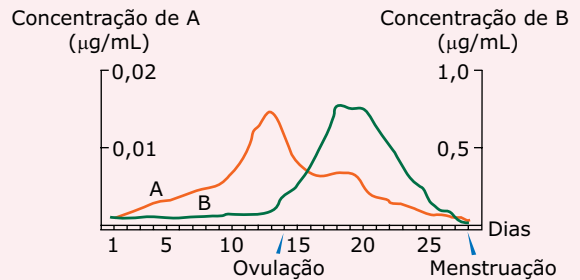
- 03.** (UFMA) Com relação à gametogênese humana, é correto afirmar que:

- cada ovócito I produz 4 ovócitos II.
- ovogônias e ovócitos primários são formados durante toda a vida da mulher.
- espermatogônias são formadas apenas durante a vida intrauterina.
- cada espermatozóide I produz um espermatozóide.
- a ovulogênese só é concluída se o ovócito II for fecundado.

- 04.** (UECE-2023) Sobre os métodos contraceptivos, marque a alternativa correta.

- O dispositivo intrauterino (DIU), a pílula do dia seguinte e a tabelinha atuam como inibidores da nidificação.
- Camisinha e coito interrompido são reversíveis, pois surtem efeito somente quando estão em uso.
- A pílula anticoncepcional é um método hormonal irreversível, pois evita a fecundação de forma definitiva, e não somente quando em uso.
- Os métodos químicos denominados espermicidas são irreversíveis e eliminam os espermatozoides e os óvulos de forma definitiva, e não somente quando em uso.

(FUVEST-SP) O gráfico representa as variações das concentrações plasmáticas de dois hormônios ovarianos durante o ciclo menstrual de uma mulher.



Quais são, respectivamente, os hormônios A e B?

- Luteinizante e folículo estimulante.
- Folículo estimulante e luteinizante.
- Luteinizante e progesterona.
- Progesterona e estrógeno.
- Estrógeno e progesterona.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



- 01.** (Unimontes-MG) O quadro a seguir apresenta componentes do sistema reprodutor feminino e os relaciona com suas respectivas funções. Analise-o.

Sistema reprodutor feminino	
Componentes	Funções
Ovários	I
Trompas de Falópio (ovidutos)	II
Útero	III
Canal cervical e vagina	IV

Considerando o quadro apresentado e o assunto abordado, analise as alternativas a seguir e assinale a que corresponde à função indicada por II.

- Origem de gametas e produção de hormônios.
 - Produção de hormônios e local de gestação.
 - Transporte de gametas e local de fecundação.
 - Órgãos de comunicação com o meio exterior.
- 02.** (UEMG) [...] A patroa de Natalina passou a viajar sozinha. O patrão ficava no quarto dele, de noite levantava e ia buscar Natalina no quarto da empregada. Não falavam nada, naqueles encontros de prazer comedido. [...] Um dia as regras de Natalina não desceram. A patroa aflita pediu a urina, fizeram o exame: positivo. Os três estavam grávidos. O pai sorriu, voltou a viajar sempre. A patroa ficava o tempo todo com ela. Contratou outra empregada. Levava Natalina ao médico, cuidava de sua alimentação e de distraí-la também. [...].

EVARISTO, 2014, p. 47, 48. [Fragmento]

O exame de gravidez dá resultado positivo quando detecta, na urina da mulher, a presença do hormônio

- A) estrógeno.
- B) progesterona.
- C) gonadotrofina coriônica (HCG).
- D) luteinizante (LH).

03. (UFRR) Dentre os métodos contraceptivos que atuam impedindo que os gametas masculinos e femininos se encontrem estão

- A) o diafragma e o dispositivo intrauterino (DIU).
- B) a pílula anticoncepcional e o dispositivo intrauterino (DIU).
- C) a pílula anticoncepcional e a vasectomia.
- D) a camisinha masculina e o diafragma.
- E) a pílula do dia seguinte e a camisinha feminina.

04. (FCM-PB-2019) Por solicitação do seu médico, o urologista Dr. Marcelo, CBA, 42 anos, sexo masculino, realizou o exame para verificação dos valores de referência da concentração de testosterona em seu sangue. Ao receber o resultado, constatou que o hormônio se encontrava num nível abaixo do normal esperado, 140 ng/dL. Imediatamente pediu ao seu médico, a reversão da vasectomia a que se submetera há aproximadamente dois anos.

Considerando-se que a vasectomia consiste no seccionamento dos ductos deferentes presentes nos testículos, o pedido de CBA:

- A) Não procede. O seccionamento impede apenas o transporte dos espermatozoides dos testículos para o pênis. As veias dos testículos não são interrompidas no procedimento.
- B) Procede. A produção desse hormônio ocorre nos ductos deferentes e com seu seccionamento, a produção da testosterona cessa.
- C) Não procede. A testosterona é produzida por glândulas que estão situadas acima dos ductos, bem próximo à próstata, portanto, não tem fundamento a solicitação de CBA.
- D) Procede. A testosterona é produzida no epidídimo e segue o transporte pelos ductos deferentes para o restante do corpo.
- E) Procede. Uma vez que a secção dos ductos deferentes impede o transporte da testosterona dos testículos para o restante do corpo, de maneira que a solicitação de CBA faz sentido.

05. (UEL-PR-2022) A ovulogênese se inicia na fase intrauterina, com a formação dos gametas femininos. Para que ocorra esta formação, são necessários eventos em que ora acontece a mitose, ora a meiose.

Com base nos conhecimentos sobre a ovulogênese e a fecundação, atribua V (verdadeiro) ou F (falso) às afirmativas a seguir.

- () A fecundação ou fertilização é o resultado da fusão entre o óvulo de fase I e o espermatozoide de fase II, com formação de um ovócito diploide.
- () A penetração do espermatozoide induz o gameta feminino, estacionado em fase de ovócito II, a completar a segunda divisão meiótica, formando o óvulo propriamente dito.
- () Durante a penetração do espermatozoide no ovócito I, os cromossomos masculino e feminino sofrem meiose, e, em seguida, ocorre a primeira divisão mitótica do zigoto.
- () A cariogamia refere-se à fusão dos conteúdos citoplasmáticos parentais, sendo considerada o ponto alto da fecundação, pois marca a formação do zigóteno, a primeira célula de um novo ser.
- () Na anáfase da primeira mitose do zigoto, os cromossomos materno e paterno duplicados ligam-se ao fuso e inicia-se a separação das cromátides-irmãs para os polos opostos da célula.

Assinale a alternativa que contém, de cima para baixo, a sequência correta.

- A) V, F, V, F, V.
- B) V, F, F, V, F.
- C) F, V, V, F, F.
- D) F, V, F, F, V.
- E) F, F, V, V, V.

06.

3738



(UECE) Em setembro de 2016, a revista *New Scientist* divulgou o nascimento do primeiro bebê gerado a partir do DNA de três pessoas. Os óvulos, com DNA nuclear da mãe e DNA mitocondrial da doadora, foram fertilizados com espermatozoides do pai e um dos cinco embriões resultantes foi injetado dentro do útero da mãe.

Disponível em: <https://www.newscientist.com/article/2107219-exclusive-worlds-first-baby-born-with-new-3-parenttechnique/>.

Em relação à reprodução humana, é correto afirmar que

- A) os testículos ficam localizados dentro de uma bolsa, o escroto, para que sua temperatura seja mais elevada do que a do restante do corpo, condição ideal para produção dos espermatozoides.
- B) no ciclo uterino, que ocorre paralelamente ao ciclo ovariano, acontece o espessamento do endométrio e, caso não ocorra a fertilização, sua descamação ocasiona a menstruação.
- C) a ovulogênese corresponde à formação dos gametas femininos enquanto a espermatogênese representa a formação dos espermatozoides, processos que ocorrem a partir da puberdade.
- D) dos métodos que previnem a gravidez, denominados contraceptivos, os mais efetivos são a tabelinha, a lavagem vaginal e o coito interrompido (retirada do pênis antes da ejaculação).

07. (UEPA) Atualmente, os casais buscam métodos anticoncepcionais que lhes permitam um planejamento familiar, com um determinado número de filhos. Nos países em desenvolvimento, com altos níveis de pobreza, existem dificuldades no controle da gravidez, pois faltam programas de orientação sexual, educacional e até de condições de acesso aos métodos contraceptivos. Dentre esses métodos, alguns são combinações de hormônios que impedem a maturação dos folículos e a ovulação; outros são cirúrgicos impedindo a fecundação do ovócito e; ainda, há os que também servem como prevenção contra infecções sexualmente transmissíveis (ISTs).

CESAR; SEZAR. *Biologia: seres vivos*. 2009. v. 2 (Adaptação).

Os métodos contraceptivos tratados no texto são, respectivamente,

- A) preservativo (camisinha), pílulas anticoncepcionais e dispositivo intrauterino.
- B) preservativo (camisinha), laqueadura e pílulas anticoncepcionais.
- C) tabela, dispositivo intrauterino e laqueadura.
- D) pílulas anticoncepcionais, laqueadura e preservativo (camisinha).
- E) pílulas anticoncepcionais, laqueadura e tabela.

08. (UFPB) O processo de espermatogênese compreende divisões mitóticas, meióticas e simples diferenciação celular (que não envolve divisão celular), como é o caso da espermatogênese na espécie humana.

Observe o esquema disposto no quadro I, que representa a espermatogênese humana, e analise as afirmativas do quadro II, indicando com V as verdadeiras e com F as falsas.

Quadro I	Quadro II
1. Células germinativas ⇓ [A]	[] As células de 1 a 3 e as etapas mitóticas A e B ocorrem durante o desenvolvimento embrionário.
2. Células germinativas ⇓ [B]	[] As células de 2 a 3 são diploides, a etapa B é uma diferenciação celular, sem divisão, e ocorre apenas quando começa a puberdade.
3. Células germinativas ⇓ [C]	[] A etapa C é mitótica e a célula 4 é haploide com cromossomos duplicados.
4. Células germinativas ⇓ [D]	[] A etapa D é meiótica e a célula 5 é haploide com cromossomos não duplicados.
5. Células germinativas ⇓ [E]	[] A etapa E é de diferenciação celular, sem divisão, e as células 5 e 6 são haploides.
6. Células germinativas	

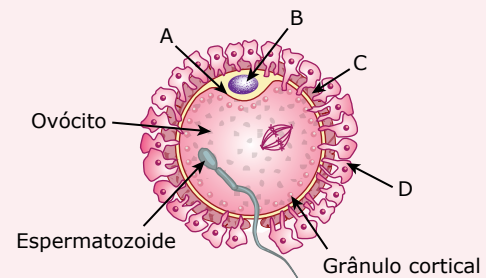
A sequência correta é:

- A) V F V F F C) F F V F V E) F V F V V
- B) V V F V F D) F V F F V

09. (FCMSC-SP-2023) Os órgãos sexuais externos do homem são o escroto, que contém os testículos, e o pênis. Já os órgãos internos são os ductos (epidídimo, deferentes e ejaculatórios) e as glândulas acessórias, importantes para produzir o sêmen.

- A) Em um homem saudável, quais glândulas contribuem em maior parte para a produção do sêmen? Qual a importância de o sêmen ter pH acima de 7?
- B) Por que os testículos devem ficar alojados no interior do escroto e fora da cavidade abdominal? Quais células dos testículos produzem a testosterona?

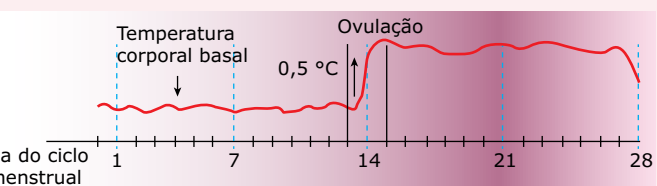
10. (UEL-PR) Observe a ilustração a seguir, que representa o processo de fecundação em vertebrados superiores.



A análise dessa ilustração permite afirmar que as letras A, B, C e D correspondem, respectivamente, a

- A) envoltório nuclear do ovócito, corpúsculo polar, células da corona radiata e zona pelúcida.
- B) envoltório nuclear do ovócito, ovócito em metáfase II, zona pelúcida e células da corona radiata.
- C) membrana plasmática do ovócito, ovócito em metáfase II, células da corona radiata e zona pelúcida.
- D) membrana plasmática do ovócito, corpúsculo polar, células da corona radiata e zona pelúcida.
- E) membrana plasmática do ovócito, corpúsculo polar, zona pelúcida e células da corona radiata.

11. (CMMG) Partindo do pressuposto teórico de que a "carga cromossômica" diferenciada dos espermatozoides influenciam na sua atividade locomotora (os mais "leves" são mais rápidos) e usando o gráfico a seguir sobre a variação da Temperatura Corporal Basal de uma mulher, podemos afirmar que as relações sexuais, visando à concepção de uma criança do sexo masculino, serão mais promissoras quando ocorridas



- A) 24 a 48 horas após o início da elevação da temperatura basal.
- B) 48 horas depois da elevação da temperatura basal.
- C) na fase em que a temperatura basal for mais baixa.
- D) na fase em que a temperatura basal for mais alta.

12.
78KC

(Unicamp-SP) A maior parte dos copinhos de café, copos de água e mamadeiras é feita de policarbonato com bisfenol A, substância que é liberada quando algum líquido quente é colocado nesses recipientes. O bisfenol A é um composto químico cuja estrutura molecular é muito semelhante à do hormônio estrógeno. A ingestão do bisfenol A pode resultar em alterações do ciclo menstrual e também causar alterações no amadurecimento sexual principalmente em adolescentes do sexo feminino.

- A) Considerando a semelhança do bisfenol A com o estrógeno e a sua presença em adolescentes, explique como o bisfenol A pode influenciar no amadurecimento sexual desses adolescentes e no espessamento do endométrio no início do ciclo menstrual.
- B) Embora o amadurecimento sexual ocorra para meninos e meninas em torno dos 12 anos, no sexo feminino a divisão celular meiótica começa muito antes e pode durar décadas. Quando esse processo de divisão começa no sexo feminino e por que essa divisão pode ser tão longa?

13.
UR7F

(UERJ) Novos métodos contraceptivos vêm sendo testados a fim de reduzir os problemas associados ao uso contínuo de hormônios pelas mulheres. Um deles consiste na aplicação de um gel nos vasos deferentes, provocando uma obstrução reversível, sem necessidade de uso diário. Entretanto, a utilização inadequada desses contraceptivos pode resultar em gravidez.

Indique de que maneira a pílula anticoncepcional feminina e o gel citado impedem a gravidez. Em seguida, indique o local ideal no qual os embriões se implantam no caso de gravidez, apresentando uma característica desse órgão que justifique sua resposta.

14.
MFHV

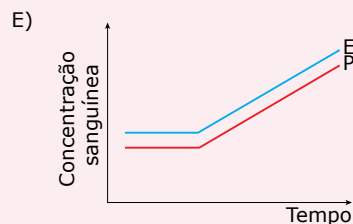
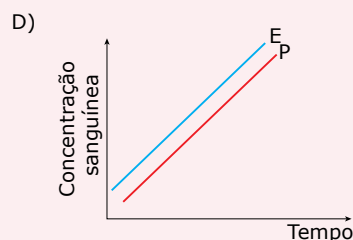
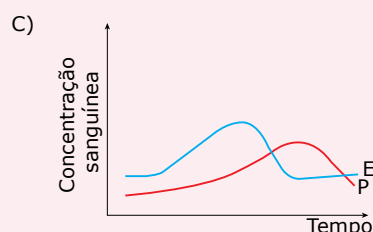
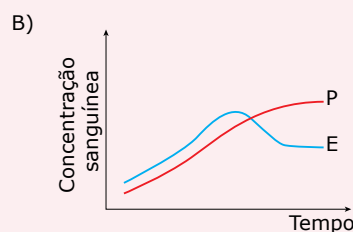
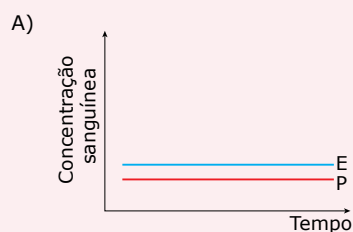
(UFJF-MG) O governo sancionou, no dia 2/8/13, a lei que determina o atendimento obrigatório e imediato no Sistema Único de Saúde (SUS) a vítimas de violência sexual. Segundo a lei, todos os hospitais da rede pública serão obrigados a oferecer, de forma imediata, entre outros serviços, a "profilaxia da gravidez", termo que, de acordo com o Ministério da Saúde, refere-se ao uso da chamada "pílula do dia seguinte", também conhecida como método de anticoncepção oral de emergência. Essa pílula é composta dos mesmos hormônios da pílula anticoncepcional comum, só que em doses mais altas.

- A) Por que a pílula do dia seguinte evita a gravidez?
- B) Quando essa pílula não é eficaz?
- C) Por que não se deve fazer uso indiscriminado em ocasiões recorrentes dessa pílula?

SEÇÃO ENEM

01. (Enem) A pílula anticoncepcional é um dos métodos contraceptivos de maior segurança, sendo constituída basicamente de dois hormônios sintéticos semelhantes aos hormônios produzidos pelo organismo feminino, o estrogênio (E) e a progesterona (P). Em um experimento médico, foi analisado o sangue de uma mulher que ingeriu ininterruptamente um comprimido desse medicamento por dia durante seis meses.

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



02. Analise os dados da tabela a seguir:

Uso de métodos contraceptivos entre mulheres com vida sexual ativa, de 20 a 60 anos. São Leopoldo, Rio Grande do Sul, 2003.

Método contraceptivo	20 a 49 anos		50 a 60 anos	
	n	%	n	%
Anticoncepcional oral	282	48,8	-	-
DIU	42	7,3	2	4,1
Coito interrompido	4	0,7	-	-
Preservativo	100	17,3	4	8,2
Ligadura tubária	108	18,7	39	79,6
Tabelinha	2	0,3	-	-
Anticoncepcional oral e preservativo	1	0,2	-	-
Injetável	20	3,5	-	-
Intradérmico	2	0,3	-	-
Vasectomia	12	2,1	2	4,1
Muco cervical	1	0,2	-	-
Preservativo e anticoncepcional injetável	1	0,2	-	-
Anel	2	0,3	-	-
Preservativo e tabela	1	0,2	-	-
Gotas	-	-	2	4,1
Total	578	100,0	47	100,0

CARRENO, Ioná; DIAS-DA-COSTA, Juvenal Soares; OLINTO, Maria Teresa Anselmo; MENEGHEL, Stela. Uso de métodos contraceptivos entre mulheres com vida sexual ativa em São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, n. 5, v. 22, p. 1 101-1 109, maio 2006.

Os dados da tabela indicam que

- A) há predominância do uso de métodos contraceptivos masculinos na vida sexual dessas mulheres.
- B) os métodos contraceptivos usados pelas mulheres acima de 50 anos são anovulatórios.
- C) os métodos contraceptivos naturais usados pelas mulheres de até 49 anos constituem apenas 0,3% do total.
- D) os métodos contraceptivos de ação hormonal usados pelas mulheres até 49 anos ultrapassam 50%.
- E) a redução do uso de contraceptivos pelas mulheres acima de 50 anos está relacionada com a diminuição da vida sexual.

03. Uma adolescente de 17 anos e seu namorado, também de 17 anos, ficaram juntos, pela primeira vez, em uma relação sexual completa e "transaram" sem preservativo ("camisinha"). A adolescente, que não faz uso de nenhum tipo de anticoncepcional e tem um ciclo menstrual regular de 28 dias, está preocupada porque é muito provável que a relação entre os dois tenha ocorrido durante o período de sua ovulação. Considerando que a última menstruação da adolescente ocorreu no período compreendido entre 1 e 4 de junho, para que a relação sexual do casal possa ter ocasionado uma gravidez indesejada, essa relação deve ter ocorrido no período de

- A) 25 a 30 de junho.
- B) 8 a 11 de junho.
- C) 11 a 17 de junho.
- D) 4 a 8 de junho.
- E) 20 a 25 de junho.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. B
- 02. B
- 03. E
- 04. B
- 05. E

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. C
- 02. C
- 09.
- 03. D
- 04. A
- 05. D
- 06. B
- 07. D
- 08. E
- 10. E
- 11. A
- 12.
- 13. A pílula anticoncepcional feminina evita a gravidez, pois impede a ovulação. Já o gel citado no texto impede a presença de espermatozoides no sêmen. Os embriões devem se implantar no útero. Esse órgão, comparado com outros órgãos do sistema genital feminino, apresenta maior musculatura, vascularização intensa e textura adequada do endométrio.
- 14.
- A) A pílula do dia seguinte atua inibindo ou atrasando a ovulação. Ela pode interferir no transporte do ovócito pela tuba uterina, dificultando o acesso dos espermatozoides a essa região. Além disso, pode impedir a implantação do zigoto.
- B) Essa pílula não é eficaz após 72 horas, pois após esse período os espermatozoides já podem ter fecundado os ovócitos.
- C) Esse fármaco contém a dose hormonal equivalente a uma cartela completa de anticoncepcional. Assim, a mulher pode ter um descontrole hormonal com o excesso.

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. A
- 02. D
- 03. C

Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Vertebrados: Peixes

O estudo particular desse grupo de animais é feito por um ramo da zoologia denominado ictiologia (do grego *ichthys*, peixe; *logos*, estudo).

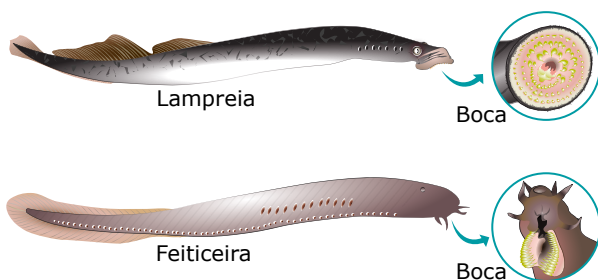
São animais aquáticos, de corpo geralmente alongado ou fusiforme, dotados de esqueleto interno, brânquias e nadadeiras. Alguns são agnatos (sem mandíbulas), mas a maioria é gnatostomada (com mandíbulas).

Os peixes constituem o maior grupo de vertebrados (mais de 20 mil espécies) e podem ser distribuídos em três classes: ciclostomados, condrictes e osteíctes.

Alguns autores não incluem os ciclostomados no grupo dos peixes, preferindo estudá-los em um grupo à parte. Outros, entretanto, consideram-nos “peixes primitivos”.

CICLOSTOMADOS

Os ciclostomados ou ciclóstomos (do grego *kyklos*, círculo; *stoma*, boca) são peixes agnatos (sem mandíbulas), cujos representantes mais típicos são as lampreias e as feiticeiras (peixe-bruxa), espécies de ocorrência restrita ao Hemisfério Norte, não havendo espécies de ciclóstomos no Brasil.



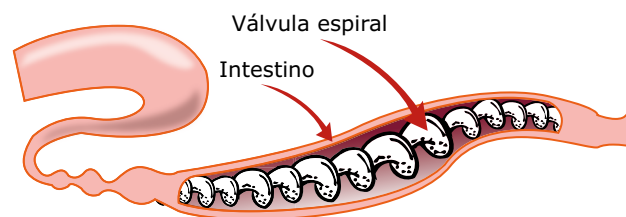
Ciclostomados – As lampreias são parasitos hematófagos de peixes. Fixam-se a suas vítimas por meio de ventosas e raspam-lhes a pele com os dentes e a língua, e, então, sugam-lhes os tecidos juntamente com o sangue, levando-os à morte. As feiticeiras ou mixines geralmente são necrófagas, embora também possam atacar peixes, penetrando em seu interior através das brânquias e sugando suas partes moles.

OBSERVAÇÃO

Apesar de formarem, junto com as lampreias, o grupo dos ciclostomados, os peixes-bruxas (feiticeiras) não possuem vértebras e, por isso, alguns autores não os consideram vertebrados, preferindo chamá-los junto com os vertebrados de craniados. Recentes análises de algumas sequências gênicas sugerem que os peixes-bruxas podem estar mais relacionados às lampreias, tendo perdido algumas de suas características de vertebrados durante sua evolução. Para muitos biólogos, os peixes-bruxas são o grupo-irmão dos demais vertebrados existentes.

Os ciclóstomos são animais aquáticos (dulcícolas e marinhos) de corpo alongado que podem atingir 1 metro de comprimento e possuem esqueleto apenas cartilaginoso.

O tubo digestório é completo. Há um fígado, e o intestino possui uma válvula espiral (prega espiral), destinada a aumentar a superfície de absorção de nutrientes.



Válvula espiral.

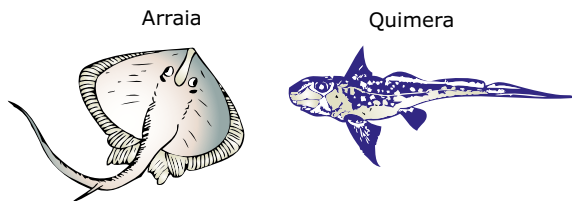
A respiração é branquial, a circulação é fechada e a excreção é feita por meio de rins prônefros ou rins mesênfros.

As espécies podem ser monoicas (feiticeiras) ou dioicas (lampreias). A reprodução é sexuada, por fecundação externa, e o desenvolvimento pode ser direto (feiticeira) ou indireto (lampreias), com larvas chamadas amocete, muito semelhantes ao anfiócio.

CONDRICTES E OSTEÍCTES

Os condrictes (peixes cartilagosos) e os osteíctes (peixes ósseos) são peixes mandibulados (gnastotomados).

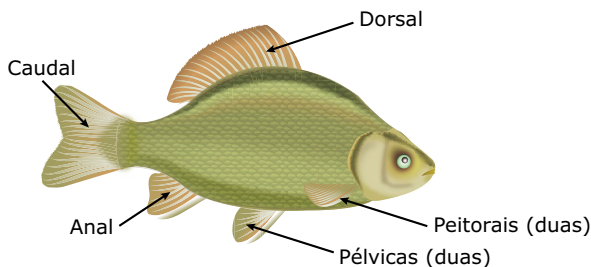
O esqueleto desses peixes pode ser totalmente cartilaginoso (condrictes ou peixes cartilagosos) ou ósseo (osteíctes ou peixes ósseos), mas com algumas partes de cartilagem. Entre os peixes cartilagosos, destacam-se os tubarões, as arraias e as quimeras.



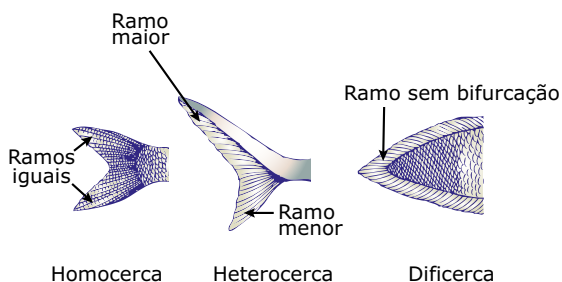
Peixes cartilagosos – Nesses peixes, inclusive o crânio e as vértebras são cartilagosos. Entre as vértebras que formam a coluna, é possível encontrar vestígios da notocorda.

Os peixes ósseos constituem o grupo mais numeroso de peixes (cerca de 20 mil espécies) e, neles, vestígios da notocorda também persistem entre as vértebras.

As nadadeiras são formações laminares, com vários raios internos de sustentação recobertos pela pele. Além da locomoção, as nadadeiras, dependendo da espécie de peixe, podem desempenhar outras funções, como a de proteção (ferrão venenoso, das arraias), a de impulsão no ar (“peixe-voador”), a de estabilização e até a de cópula.



Tipos de nadadeiras – Em função da posição de implantação no corpo, as nadadeiras são classificadas em ímpares e pares.

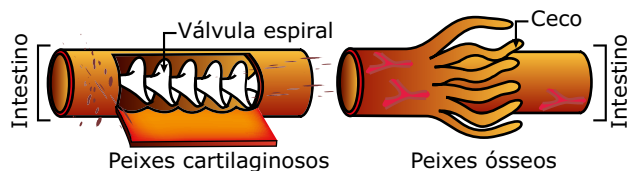


Nadadeira caudal.

A nadadeira caudal pode ser homocerca (com ramos iguais), heterocerca (com ramo dorsal mais desenvolvido) e dificerca (sem bifurcação). Os peixes cartilagosos (condrictes), em geral, possuem nadadeira caudal heterocerca. Nos peixes ósseos, a nadadeira caudal, em geral, é homocerca, existindo espécies, como os peixes dipnoicos, que possuem nadadeira caudal dificerca.

A pele dos peixes é constituída de duas camadas, epiderme e derme, e apresenta glândulas mucosas que lubrificam a superfície do corpo e reduzem o atrito com a água durante a natação. O corpo da maioria das espécies de peixes é recoberto por estruturas anexas denominadas escamas. Nos cartilagosos, as escamas são do tipo placóide, de origem dermoepidérmica, homólogas aos dentes dos demais vertebrados, o que confere à pele desses animais textura de lixa. Nos peixes ósseos, a pele apresenta escamas achatadas, dos tipos cicloide e ctenoide, de origem dérmica. Alguns peixes, como as quimeras (cartilagosos) e os bagres (ósseos), não possuem escamas.

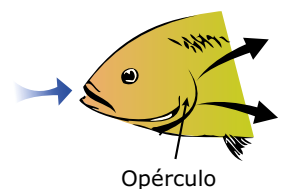
Os peixes, como os demais vertebrados, possuem sistema digestório constituído de um tubo digestório completo e glândulas anexas (fígado e pâncreas). Não existem glândulas salivares. A boca ocupa posição ventral nos cartilagosos, e, nos ósseos, é anterior. A língua é pouco desenvolvida e os dentes são todos morfologicamente semelhantes uns aos outros, variando apenas no tamanho, isto é, os peixes são animais homodontes (possuem homodontia, dentes semelhantes). São também animais polifodontes (formam várias denticões, isto é, caem uns dentes, nascem outros). O intestino é curto e apresenta a mesma espessura em toda a sua extensão. Nos condrictes, o intestino possui uma válvula espiral, e, nos osteíctes, apresenta cecos pilóricos. Essas duas estruturas têm a mesma finalidade: aumentar a superfície de absorção dos nutrientes.



Válvula espiral e cecos pilóricos.

Nos peixes cartilagosos, o intestino se abre em uma cloaca, ao passo que, nos ósseos, termina no ânus.

Os peixes fazem respiração branquial. As brânquias são internas e se comunicam com a superfície externa do corpo por meio das fendas branquiais.

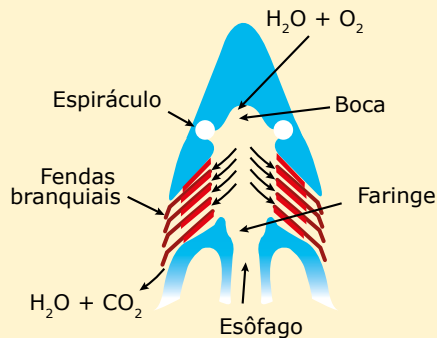


Fendas branquiais

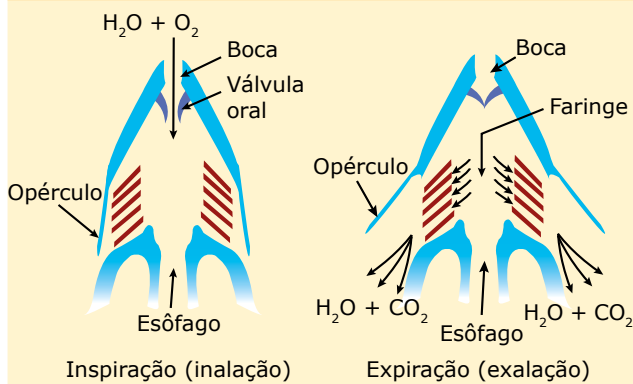
Brânquias – Nos peixes cartilagosos, existem cinco pares de fendas branquiais descobertas, e, nos peixes ósseos, existem quatro pares de fendas branquiais cobertas pelos opérculos.

Nos peixes, a água entra pela boca, passa a faringe, banha as brânquias e sai pelas fendas branquiais. Os peixes cartilagosos possuem espiráculos, situados antes da primeira fenda branquial, que também permitem a entrada da água que banha as brânquias. Os peixes ósseos não possuem espiráculo.

Peixe cartilaginoso



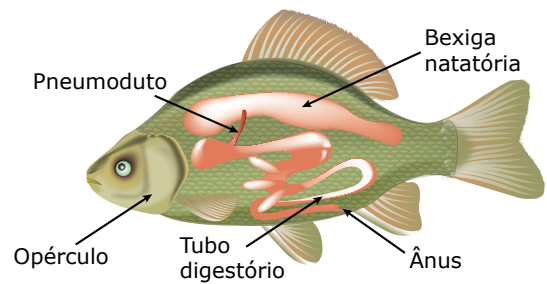
Peixe ósseo



Mecanismo respiratório dos peixes – Nos peixes cartilagosos, a água entra pela boca e também pelos espiráculos, passa pelas brânquias, saindo através das fendas branquiais. Nos peixes ósseos, a água entra pela boca quando a válvula oral está aberta e os opérculos fechados. Como consequência da contração da cavidade bucal, a válvula oral se fecha e a água é empurrada através das brânquias, saindo para o exterior pela abertura do opérculo.

Os peixes dipnoicos (também chamados de “peixes pulmonados”) são peixes ósseos que, além da respiração branquial, também são capazes de realizar troca de gases na bexiga natatória, que funciona, então, como um pulmão.

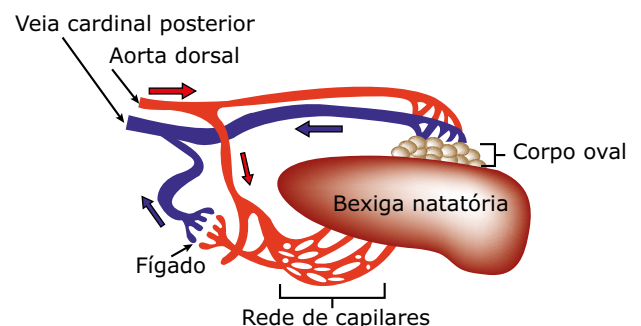
A bexiga natatória é uma estrutura presente na maioria dos peixes ósseos. Trata-se de uma bolsa contendo gases (O_2 , CO_2 e N_2), cujas paredes são vascularizadas. Em alguns peixes, a bexiga natatória permanece ligada à faringe por um canal, o duto pneumático ou pneumoduto; outros não possuem mais o duto pneumático e, portanto, não há ligação anatômica entre a bexiga natatória e a faringe. Os que possuem o duto pneumático são denominados fisóstomos (*fiso*, bexiga; *stoma*, boca). Os que não possuem esse duto são denominados fisóclistos (*clisto*, fechado).



Bexiga natatória – Peixe fisóstomo.

A bexiga natatória tem função hidrostática, uma vez que promove o ajustamento do peso específico do animal em relação ao da água. Os fisóstomos engolem o ar na superfície para encher a bexiga natatória e soltam-na pela boca para esvaziá-la. Alguns fisóstomos podem usar a bexiga natatória como órgão auxiliar na respiração, sendo que, então, esse órgão atua como pulmão.

Os peixes fisóclistos e também os fisóstomos possuem, na parede da bexiga natatória, uma estrutura denominada glândula de gás. Essa glândula retira gases do sangue (principalmente O_2), lançando-os no interior da bexiga natatória e aumentando, assim, a pressão interna. Nos fisóstomos, a diminuição da pressão do gás na bexiga natatória é feita pelo duto pneumático. Já nos fisóclistos, isso ocorre por meio de uma estrutura denominada oval, pela qual os gases da bexiga se difundem para o sangue. Quando o peixe está em águas mais superficiais, para descer, os gases se difundem para o interior dos vasos e, assim, o volume da bexiga natatória diminui, a densidade do animal aumenta e ele afunda. Quando em águas mais profundas, para subir, os gases se difundem dos vasos para o interior da bexiga natatória que, então, aumenta de volume, diminuindo a densidade do animal e fazendo-o subir. Em outras palavras, para encher a bexiga, a glândula mobiliza gases do sangue; para esvaziá-la, os gases são eliminados para o sangue.



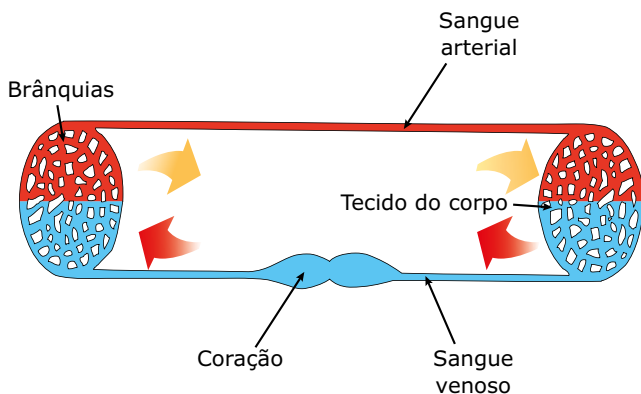
Bexiga natatória e estruturas anexas.

A presença de uma vesícula cheia de gases em um peixe permite-lhe reduzir a densidade de seu corpo até um determinado nível, fazendo-o permanecer imóvel e flutuar.

Nos peixes dipnoicos, a bexiga natatória também funciona como um “pulmão primitivo”, realizando troca de gases. Um bom exemplo desses peixes é a piramboia, encontrada na Amazônia. Esses animais vivem em ambientes estagnados com baixa concentração de oxigênio e, por isso, dirigem-se periodicamente para a superfície para respirar, utilizando a bexiga como pulmão.

Há alguns anos, acreditava-se que, pelo fato de os condrites não possuírem bexiga natatória, eles necessitavam nadar ativamente para manterem-se na coluna de água sem afundar. Na realidade, esses peixes conseguem manter baixa sua densidade devido aos altos teores de óleo no fígado. Desse modo, eles controlam sua flutuabilidade, não precisando nadar o tempo todo para não afundar.

A circulação nos peixes é fechada, simples e completa. O coração dos peixes é bicavitário (uma aurícula e um ventrículo) e, por ele, só passa sangue venoso.



Circulação em peixes.

Por meio de veias, o sangue venoso, proveniente dos tecidos, chega ao coração, desembocando no átrio (aurícula) e passando, em seguida, ao ventrículo. Do ventrículo, o sangue venoso sai pela artéria aorta ventral, sendo levado às brânquias, nas quais, então, ocorre a hematose, isto é, o sangue passa de venoso a arterial. Das brânquias, o sangue, agora arterial, é levado aos tecidos, nos quais deixa o O_2 para as células e recebe delas o CO_2 . Assim, no nível dos tecidos, o sangue passa de arterial a venoso e este, então, retorna ao coração, desembocando no átrio.

A excreção se faz por meio de rins mesonéfrons. Os peixes cartilagenosos são ureotélicos, e os ósseos são amoniotélicos. Além da eliminação de catabólitos, o sistema excretor também tem importante papel no mecanismo da osmorregulação ou equilíbrio hidrossalino.

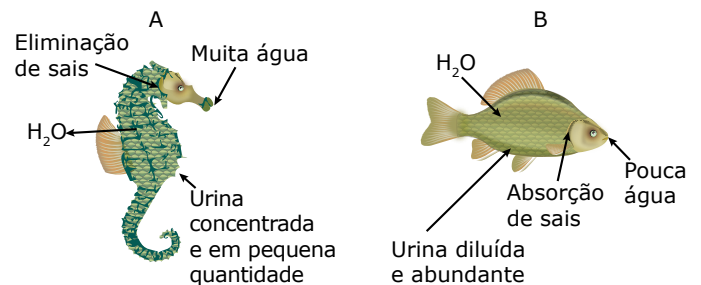
A osmorregulação consiste na manutenção de taxas normais de água e sais no meio interno do organismo.

Por meio de mecanismos de homeostase (equilíbrio), o organismo procura manter constante a composição dos seus líquidos orgânicos (sangue, linfa, líquidos intercelulares). Esses líquidos do corpo devem ficar num estado de constante equilíbrio osmótico com as células e os tecidos. Qualquer desvio na concentração de solutos, nesses líquidos, pode provocar passagens consideráveis de água do meio intracelular para o extracelular ou vice-versa. Para que não ocorram alterações do equilíbrio osmótico, os organismos utilizam os mais diversos expedientes para controlar a concentração de água nos seus líquidos biológicos.

Nos peixes, ocorrem diferentes estratégias para a osmorregulação.

Os peixes ósseos marinhos são hipotônicos em relação à água do mar. Por isso, estão sempre “perdendo” água por osmose para o meio externo. Para não sofrerem desidratação, eles bebem muita água do mar e absorvem essa água no intestino. Também produzem uma urina pouco diluída (muito concentrada), ou seja, a perda de água pela urina é pequena. Para que a ingestão contínua de água salgada não aumente a salinidade dos líquidos corpóreos, as brânquias promovem uma eliminação, por transporte ativo, do excesso de sais. Assim, as brânquias desses peixes, além da função respiratória (troca de gases), possuem uma função excretora e osmorreguladora.

Os peixes ósseos dulcícolas são hipertônicos em relação à água do meio ambiente e, por isso, há uma entrada de água no organismo por osmose. A fim de evitar uma turgência excessiva, esses peixes eliminam grandes quantidades de urina bastante diluída, mas, juntamente com a urina, o animal perde certa quantidade de sais. Como esses peixes praticamente não bebem água e, assim, a ingestão de sais é pequena, as brânquias, então, por transporte ativo, absorvem os sais dissolvidos na água do ambiente. Desse modo, esses peixes mantêm o equilíbrio hidrossalino entre o seu sangue e suas células.



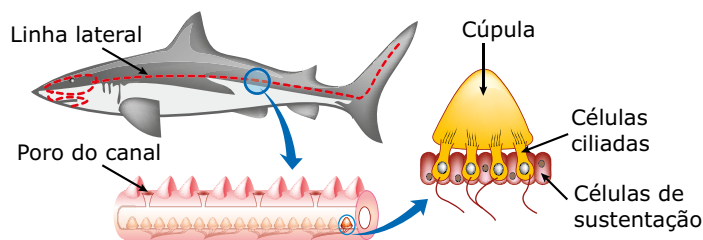
Osmorregulação em peixes ósseos – A. Peixe marinho; B. Peixe dulcícola.

Os peixes cartilagosos são, em sua maioria, marinhos. O balanceamento hídrico nesses peixes é feito por meio de um grande acúmulo de ureia no sangue. Isso seria intolerável para outros animais, mas, para peixes cartilagosos, como o tubarão, não causa danos ao seu organismo. Dessa forma, a concentração do sangue se aproxima da concentração da água do mar, e eles permanecem, então, praticamente isotônicos em relação ao meio em que vivem. Esse processo é chamado de uremia fisiológica.

Muitos peixes conseguem se adaptar às grandes variações de salinidade da água e, por isso, são chamados de eurialinos. O salmão, a truta e o robalo, por exemplo, passam do mar para os rios, procurando as nascentes para a desova. Já a enguia faz o contrário, isto é, sai dos rios para desovar no mar. Os organismos de tais peixes demonstram grande facilidade de inverter o processo de transporte ativo dos sais através das brânquias conforme a circunstância do momento. A maioria dos peixes, entretanto, não tem a mesma facilidade, ou seja, morre quando muda do mar para o rio ou vice-versa. Nesse caso, esses peixes são considerados seres estenoalinos.

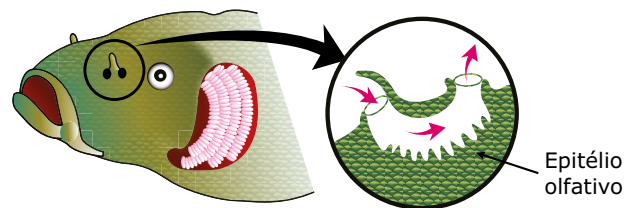
O sistema nervoso dos peixes é do tipo cerebrospinal e está subdividido em sistema nervoso central (SNC) e sistema nervoso periférico (SNP). Nos peixes, a superfície externa do cérebro, conhecida por córtex cerebral, é lisa e, por isso, esses animais são denominados lisencéfalos.

O sistema sensorial dos peixes é constituído de olhos desenvolvidos, ouvido interno, epitélio olfativo e linhas laterais.



Linha lateral – As linhas laterais, uma de cada lado do corpo, são estruturas sensoriais capazes de captar vibrações da água.

Os peixes estão entre os vertebrados que possuem olfato mais desenvolvido. Neles, as cavidades nasais são recurvadas, e os dois poros de cada uma se abrem apenas para o exterior, permitindo a livre circulação da água. Tubarões e piranhas, por exemplo, percebem, pelo olfato, mínimos traços de sangue na água, já os salmões, ao migrarem rio acima para a desova, voltam diretamente para os locais onde nasceram, orientados pelos “odores” dessas regiões, que foram “memorizados”.

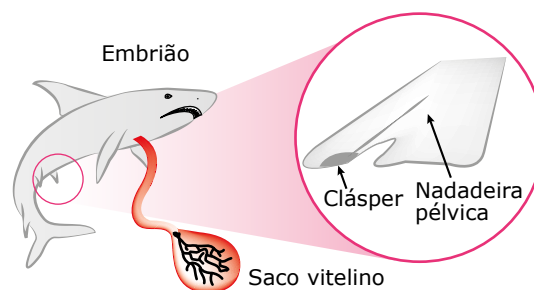


Detalhe das narinas em corte, mostrando a circulação da água.

Nos peixes cartilagosos, existem também as ampolas de Lorenzini, que são eletrorreceptores (conseguem detectar a presença das presas, que mostram pequenas variações de campos elétricos ao redor de seus corpos).

Quanto ao sexo, os peixes são animais dioicos que, dependendo da espécie, podem fazer fecundação interna ou externa.

Nos peixes cartilagosos, a fecundação é interna. Os machos apresentam a nadadeira pélvica modificada em órgão copulador, chamado clássper, usado para abrir a cloaca da fêmea e nela introduzir os espermatozoides. Há espécies ovíparas (botam ovos que se desenvolvem fora do corpo da fêmea) e espécies ovovivíparas (os embriões se desenvolvem dentro do corpo da fêmea, alimentando-se das reservas armazenadas nos ovos). Poucas espécies de tubarões são vivíparas, isto é, os embriões se desenvolvem no interior do corpo da fêmea, alimentando-se de substâncias que retiram do sangue materno. O desenvolvimento é direto. Durante o desenvolvimento embrionário, o único anexo embrionário que se forma é o saco ou vesícula vitelina.



Localização do clássper.

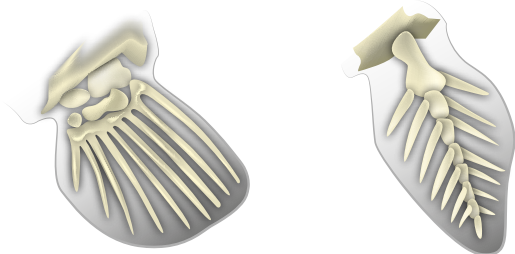
Nos peixes ósseos, a fecundação é geralmente externa. Alguns têm fecundação interna e, nesse caso, a nadadeira anal tem função copuladora. Podem ser ovulíparas, ovíparas, ovovivíparas e vivíparas. O desenvolvimento pode ser direto ou indireto (com formas jovens, denominadas alevinos).

Os peixes cartilagosos podem ser subdivididos em dois grupos: elasmobrânquios e holocéfalos. Os elasmobrânquios (tubarões e arraias) possuem fendas branquiais não protegidas por opérculos e o corpo recoberto por escamas placóides. Os holocéfalos (quimeras), ao contrário, possuem brânquias protegidas por opérculo e não possuem escamas.

Os peixes ósseos podem ser subdivididos em actinoptérgeos e sarcopterígeos. Os actinoptérgeos (*actínos* = raios; *pteryium* = nadadeira) possuem nadadeira sustentadas por um feixe de ossos finos, em forma de leque (nadadeiras raiadas). Os sarcopterígeos (*sarco* = carnoso) possuem nadadeiras carnosas, sustentadas por ossos semelhantes aos dos membros dos tetrápodes.

Nadadeira raiada

Nadadeira lobada



Nadadeiras dos peixes ósseos – Os peixes de nadadeiras raiadas (actinoptérgeos) da ordem dos teleósteos formam o grupo mais diversificado de peixes (salmão, sardinha, linguado, baiacu, cavalo-marinho, tilápias e muitos outros). No grupo dos que possuem nadadeiras lobadas (sarcopterígeos), estão os peixes dipnoicos (peixes pulmonados) e os crossopterígeos (representados atualmente pelos celacantos).



Piramboia – Peixe dipnoico de corpo serpentiforme que vive na Bacia Amazônica.



Celacanto – Pertence ao grupo dos Actinistia, peixes que foram considerados extintos até 1939, quando, então, um exemplar vivo de celacanto foi capturado por pescadores no sudoeste da África. Posteriormente, outros exemplares vivos foram obtidos.

Embora existam algumas exceções, de modo geral, a principal diferença entre os peixes ósseos e cartilagosos estão indicadas no quadro a seguir.

Características	Classes	
	<i>Chondrichthyes</i> (peixes cartilagosos)	<i>Osteichthyes</i> (peixes ósseos)
Habitat	marinho (maioria)	marinhos e dulcícolas
Esqueleto	cartilaginoso	ósseo (predominante)
Boca	ventral	anterior
Nadadeira caudal	heterocerca	homocerca (geralmente) e às vezes difícercas
Escamas	placóides e origem dermoepidérmica	cicloides ou ctenóides de origem dérmica e às vezes ausentes
Fendas branquiais	cinco pares descobertas (sem opérculos)	quatro pares, protegidas (com opérculos)
Espiráculos	presentes	ausentes
Válvula espiral no intestino	presente	ausente
Cloaca	presente	ausente
Principal excreta nitrogenada	ureia	amônia
Bexiga natatória	ausente	presente
Fecundação	interna	externa (maioria) e interna



WE54

Peixes

Essa videoaula abordará um importante grupo de cordados aquáticos: os peixes.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01. (PUC Minas) Observando o exemplar a seguir, é correto afirmar que apresenta, exceto



- A) linha lateral sensorial. D) espiráculos.
B) opérculo. E) bexiga natatória.
C) escamas dérmicas.

02. (UnirG-TO) Leia o texto a seguir.

No acasalamento do cavalo-marinho, o macho e a fêmea ficam frente a frente, com os abdomes bem juntos. Nessa hora, a fêmea transfere os óvulos para o macho, através de uma estrutura parecida com um tubo, chamada papila genital. À medida que são transferidos, os óvulos são fecundados pelos espermatozoides do macho e seguem para sua bolsa incubadora. A bolsa, então, se fecha e os ovos se desenvolvem, dando origem aos filhotes do cavalo-marinho.

CIÊNCIA HOJE DAS CRIANÇAS, n. 235,
a. 25, p. 19, jun. 2012.

Conforme a informação contida no texto, verifica-se que, em relação ao sexo, estes animais são

- A) hermafroditas. C) monoicos.
B) assexuados. D) dioicos.

03. (UFRN) Na maioria dos peixes ósseos, o órgão responsável pela manutenção do equilíbrio hidrostático com o meio é denominado

- A) bexiga natatória. D) brânquias.
B) nadadeira caudal. E) linha lateral.
C) clássper.

04. (UFPel-RS) Os *Chondrichthyes* (peixes cartilaginosos) e os *Osteichthyes* (peixes ósseos) constituem dois grandes grupos do subfilo Vertebrata. Os primeiros são conhecidos como raias, tubarões e quimeras. Os peixes ósseos, por sua vez, são conhecidos por sua ampla biodiversidade global e presença em nosso dia a dia, seja na culinária, como o bacalhau, a sardinha e o atum, seja na ornamentação, como as carpas coloridas, o beta e o popular *guppy*.

Diferenças anatômicas e funcionais em seus sistemas de equilíbrio hidrostático, bombeamento e circulação de água através das brânquias, nos mecanismos sensoriais de defesa e predação, bem como no tipo de escamas, constituem as principais características que separam esses peixes em dois grandes grupos.

Com relação a esses grupos, utilizando seus conhecimentos, analise as características diagnósticas a seguir:

- I. *Chondrichthyes* – possuem um fígado oleoso e são desprovidos de bexiga natatória.

II. *Osteichthyes* – possuem opérculo protegendo as brânquias.

III. *Chondrichthyes* – alguns podem ter o corpo desprovido de escamas.

IV. *Osteichthyes* – possuem escamas placoides ou dermoepidérmicas.

V. *Chondrichthyes* – são dotados de ampolas de Lorenzini, um tipo de célula sensorial que detecta o potencial elétrico das células das presas.

Está(ão) correta(s) apenas

- A) I, III e IV.
B) I, II e V.
C) II, IV e V.
D) I e II.
E) III.

05. (FGV-2022) Animais eurihalinos são aqueles que suportam transitar por ambientes com diferentes concentrações salinas. Um exemplo são os salmões, que eclodem seus ovos em água doce, migram para o mar e na época reprodutiva voltam aos rios para depositar seus ovos.

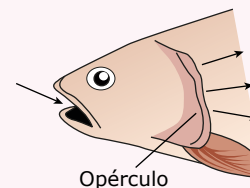
Ao longo do percurso de migração do mar para o rio, o salmão

- A) aumenta a ingestão de água.
B) aumenta a excreção de sais pela urina.
C) aumenta a absorção de sais pelas brânquias.
D) reduz o volume de urina excretada.
E) reduz a concentração de sais em suas brânquias.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (Unifor-CE) Observe a figura a seguir:



“A água que entra pela boca do peixe é rica em (I), passa pelas (II) e sai pelo opérculo com mais (III)”. Para completar corretamente essa frase, basta substituir I, II e III, respectivamente, por

- A) oxigênio, brânquias e dióxido de carbono.
B) oxigênio, brânquias e monóxido de carbono.
C) dióxido de carbono, brânquias e oxigênio.
D) oxigênio, papilas gustativas e monóxido de carbono.
E) monóxido de carbono, papilas gustativas e dióxido de carbono.

02. (UNISC-RS) A circulação sanguínea dos peixes é completa e simples. Completa, porque o sangue arterial e o venoso não se misturam; e simples, porque o fluxo sanguíneo passa somente uma vez pelo coração. Conforme estas características morfológicas e anatômicas, pode-se dizer que o coração dos peixes ósseos tem

- A) um ventrículo e um átrio.
- B) dois ventrículos e um átrio.
- C) um ventrículo e nenhum átrio.
- D) um ventrículo e dois átrios.
- E) nenhum ventrículo e dois átrios.

03. (FASEH-MG) Os peixes de água doce e salgada têm processos excretores antagonísticos. Enquanto os primeiros absorvem muita água, os últimos precisam beber muita água. Entretanto, os peixes de água doce, ao absorver muita água e urinar em abundância, ficam com poucos sais, o inverso do que acontece nos peixes marinhos.

Assinale a alternativa que indica a estrutura dos peixes que, além dos rins, é importante no processo de osmorregulação.

- A) Brânquias.
- B) Vesícula natatória.
- C) Cloaca.
- D) Escamas.

04. (CMMG) Aparentemente, para compensar seus olhos inúteis, os animais das cavernas têm os sentidos do paladar e do olfato mais apurados, longas antenas e, no caso dos peixes, um aperfeiçoamento do órgão sensitivo relacionado à pressão, que é a

- A) escama placoide.
- B) bexiga natatória.
- C) válvula espiral.
- D) linha lateral.

05. (USP) As escamas dos peixes cartilagosos (tubarão) são homólogas

- A) às escamas dos outros peixes.
- B) aos dentes dos outros vertebrados.
- C) aos pelos dos mamíferos.
- D) às escamas dos répteis.
- E) às penas das aves.

06. (UPF-RS) Durante uma aula sobre animais aquáticos, a professora de Biologia colocou sobre a mesa do laboratório 5 arraiais, 3 cações, 2 carpas, 4 tainhas, 1 tubarão-lanterna anão, 1 filhote de golfinho, 2 cavalos-marinhos e 2 sardinhas. Após, solicitou aos alunos que colocassem em uma bandeja verde os peixes da classe *Chondrichthyes* e em uma bandeja vermelha os peixes da classe *Osteichthyes*. Na bandeja verde e na bandeja vermelha, devem ser colocados, respectivamente,

- A) 12 e 8 peixes.
- B) 10 e 10 peixes.
- C) 10 e 9 peixes.
- D) 9 e 11 peixes.
- E) 9 e 10 peixes.

07. (UCS-RS-2022) Os “peixes”, como são comumente chamados alguns grupos de animais com características semelhantes, não são considerados um táxon propriamente dito, pois eles não possuem um ancestral comum único, isto é, têm origem parafilética. Devido ao agrupamento proposto para os “peixes”, esse grupo apresenta características distintas entre seus componentes. Assinale a alternativa que relaciona, corretamente, as características e o grupo (clado).

- A) Os agnatos (clado Agnatha) são os peixes que apresentam uma mandíbula circular e, por isso, são também chamados de ciclóstomos.
- B) As raias e as quimeras são representantes dos condrictes (clado Chondrichthyes).
- C) Os peixes cartilagosos (clado Osteichthyes) são subdivididos em dois clados diferenciados pelo tipo de nadadeiras presentes em cada clado.
- D) Os agnatos (clado Agnatha) apresentam, como uma de suas principais características, a presença de escamas placoides, cobertas por materiais semelhantes aos que cobrem os dentes dos mamíferos.
- E) Os condrictes (clado Chondrichthyes) apresentam bexiga natatória que auxilia no processo de movimentação na coluna de água e na flutuabilidade.

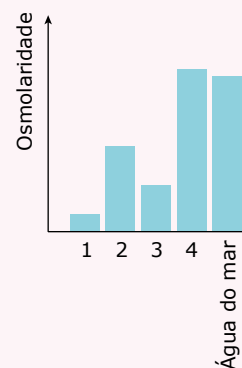
08. (UNITAU-SP) O tubarão-gnomo é uma espécie de tubarão das profundezas do oceano. Tem corpo plano, olhos pequenos sem pálpebras e nadadeiras azuladas. É bastante diferente dos tubarões que geralmente vemos nas revistas ou na TV. Tem em média 3 metros de comprimento, mas pode atingir até 6 metros. Ocorre, entre outros locais, no litoral norte da América do Sul. Bastante interessante é o longo focinho em forma de faca, que abriga órgãos sensoriais que detectam os sinais elétricos emitidos por presas, além de uma grande boca com dentes enormes e afiados.

Disponível em: <http://noticias.uol.com.br/meioambiente/album/2013/01/23/especies-bizarrras.htm#fotoNav=35>. Acesso em: 3 set. 2013.

Entre as alternativas a seguir assinale aquela que apresenta o principal órgão eletrorreceptor dos tubarões, responsável pela criação de um campo bioelétrico utilizado na obtenção de alimento.

- A) Eletrócitos
- B) Sistema de linha lateral
- C) Ossículos de weber
- D) Canais semicirculares
- E) Ampolas de lorenzini

09. (UERJ) O gráfico a seguir mostra a osmolaridade do plasma sanguíneo de peixes marinhos, em relação à água do mar.



A coluna do gráfico que representa a osmolaridade do plasma dos elasmobrânquios e a substância orgânica importante para a manutenção da pressão osmótica nesses animais estão indicadas em:

- A) 1 – ácido úrico
- B) 2 – glicina
- C) 3 – glicose
- D) 4 – ureia

10. (PUC-Campinas-SP-2022) O ciclo de vida das enguias compreende fases iniciais no mar, migrando para águas doces na passagem para a fase adulta. Estes peixes retornam ao mar para a reprodução. As enguias possuem mecanismos para manter a osmolaridade interna frente às diferentes concentrações de sais dos ambientes aquáticos; para isso,
- em água do mar, absorvem NaCl ativamente pelas brânquias e produzem urina hipotônica.
 - em água do mar, secretam NaCl ativamente pelas brânquias e produzem urina abundante.
 - tanto em água doce como salgada, o controle osmótico é realizado exclusivamente pelos rins.
 - em água doce, secretam NaCl ativamente pelas brânquias e produzem urina hipertônica.
 - em água doce, absorvem NaCl ativamente pelas brânquias e produzem urina hipotônica.

11. (UFRGS-RS) Leia a tira a seguir.

Níquel Náusea Fernando Gonsales

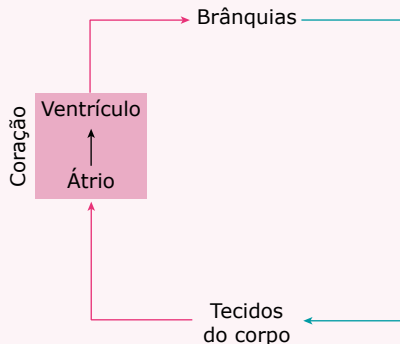


ZERO HORA, 07 set. 2013 (Adaptação).

Sobre esses peixes e suas relações com o meio, é correto afirmar que os

- cartilagosos marinhos apresentam bexiga natatória.
- ósseos de água doce absorvem sais através das brânquias por transporte ativo.
- cartilagosos ocorrem, na maioria, na água doce.
- ósseos de água doce apresentam uremia fisiológica.
- ósseos marinhos não possuem opérculo protegendo as brânquias.

12. (FUVEST-SP) O esquema representa, de maneira simplificada, a circulação sanguínea em peixes.



Pode-se afirmar corretamente que, nos peixes,

- o coração recebe somente sangue pobre em oxigênio.
- ocorre mistura de sangue pobre e de sangue rico em oxigênio, como nos répteis.

- o sangue mantém constante a concentração de gases ao longo do percurso.
- a circulação é dupla, como ocorre em todos os demais vertebrados.
- o sistema circulatório é aberto, pois o sangue tem contato direto com as brânquias.

13. IJFP

(UFF-RJ) A bexiga natatória de um peixe tem importante papel no controle de sua flutuação na água. Considere que um zoólogo, ao estudar a anatomia de dois peixes ósseos de mesmo tamanho, um de água salgada e outro de água doce, verificou que as bexigas natatórias dos dois animais, quando vazias, tinha, aproximadamente, as mesmas dimensões. Se esses animais estivessem vivos, em seus respectivos habitats e à mesma profundidade, pode-se afirmar que

- não haveria razão para que as bexigas natatórias dos dois peixes apresentassem volumes diferentes.
- a bexiga natatória do peixe de água salgada estaria maior do que a do peixe de água doce.
- as bexigas natatórias dos dois peixes teriam o mesmo volume, mas a do peixe de água salgada acumularia mais água.
- a bexiga natatória do peixe de água doce estaria maior do que a do peixe de água salgada.
- as bexigas natatórias dos dois peixes teriam o mesmo volume, mas a do peixe de água doce acumularia mais água.

14.

(FCC-BA) Na maioria dos peixes, as narinas são fechadas em fundo de saco, atuando apenas na percepção do olfato. Em um grupo de peixes, entretanto, as narinas se abrem para o interior da faringe. Isso ocorre com

- dipnoicos e crossopterígeos.
- todos os peixes ósseos (osteíctes).
- os peixes cartilagosos (condrictes).
- os holocéfalos, apenas.
- peixes marinhos, apenas.

15. NCSZ

(UEL-PR) Nos últimos 10 000 anos, o nível de evaporação da água do Mar Morto tem sido maior que o de reposição. Dessa forma, a concentração de sais tem aumentado, já que o sal não evapora. A principal fonte abastecedora do Mar Morto é o Rio Jordão. Com a salinidade tão alta, apenas alguns micro-organismos são capazes de sobreviver nesse ambiente. Quando um peixe vindo do Rio Jordão deságua no Mar Morto, ele morre imediatamente.

- Quando um peixe é exposto a um ambiente com alta salinidade, ocorre um grande aumento da concentração de sais nos seus fluidos extracelulares. Esse aumento provoca a formação de um gradiente de concentração, em que o meio intracelular apresenta-se hipotônico em relação ao meio extracelular (hipertônico).
O que acontece com as hemácias nessa situação?
Qual o nome do transporte celular envolvido?
- Uma característica exclusiva dos peixes ósseos é a presença de uma bexiga natatória. Em alguns peixes, essa bexiga está ligada ao sistema digestório, conferindo uma vantagem adaptativa. Descreva as funções da bexiga natatória. Qual é a vantagem adaptativa de a bexiga natatória estar ligada ao sistema digestório?

SEÇÃO ENEM

01. A equipe do Inpa simulou vazamentos de óleo em aquários e analisou o impacto dessa agressão ambiental em exemplares de pirarucu e de dois tipos de respiradores aquáticos com adaptações diferenciadas à falta de oxigênio (hipoxia), o boari (*Mesonauta insignis*) e o tambaqui (*Colossoma macropomum*).

Assim que entraram em contato com o ambiente contaminado, os três tipos de peixes começaram a ajustar seus parâmetros fisiológicos a fim de ampliar ao máximo possível a absorção de oxigênio e o transporte desse gás para os seus tecidos. [...]

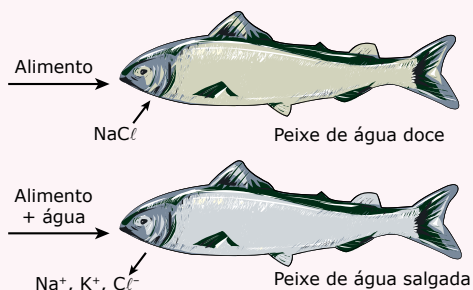
O risco de haver contaminação por petróleo em rios da região Norte não é teórico. É real. A Petrobras extrai diariamente mais de 40 mil barris de óleo, além de centenas de toneladas de gás natural, numa área próxima ao rio Urucu, afluente do Amazonas distante cerca de 700 quilômetros de Manaus.

Revista Fapesp, ed. 87, maio 2003. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2003/05/01/jogo-invertido/>. Acesso em: 29 maio 2018. [Fragmento]

Com base no texto, nas características gerais dos peixes e comparando os peixes pirarucu (*Arapaima gigas*, que tem respiração aérea obrigatória) e boari (*Mesonauta insignis*, que retira todo o seu oxigênio da água), é correto dizer que

- A) o pirarucu possui brânquias modificadas que possibilitam a realização da respiração aérea.
- B) o boari possui uma bexiga natatória que, além de permitir a realização da respiração branquial, também está relacionada à manutenção da fluabilidade do peixe em diferentes profundidades.
- C) o pirarucu deve ser mais imediatamente afetado pelo derramamento de petróleo nos rios do que o boari, pois a criação de uma película de óleo na superfície dificulta a captação do ar.
- D) as brânquias do pirarucu desempenham papel semelhante ao dos nossos pulmões.
- E) o pirarucu e o boari são exemplos de peixes dipnoicos, ou seja, além da respiração branquial, também são capazes de realizar a respiração aérea.

02. Durante o processo evolutivo, os seres vivos desenvolveram mecanismos que lhes permitem manter constante seu meio interno. Os peixes ósseos, por exemplo, possuem um sofisticado mecanismo de regulação osmótica para equilibrar a diferença de salinidade nos diferentes ambientes em que vivem. Além da função respiratória, as brânquias também participam desse mecanismo osmorregulador eliminando ou absorvendo sais, conforme mostram as figuras a seguir:



Considerando os ambientes em que vivem os peixes representados nas figuras, conclui-se que

- A) o meio interno do peixe de água doce é hipotônico em relação ao meio em que vive e, por isso, para manter o seu equilíbrio hidrossalino, esse animal praticamente não bebe água e absorve sais através de suas brânquias.
- B) o meio interno do peixe de água salgada é hipertônico em relação ao meio em que vive e, por isso, para manter o seu equilíbrio hidrossalino, esse animal ingere bastante água e elimina sais através de suas brânquias.
- C) o meio interno do peixe de água doce é hipertônico em relação ao meio em que vive, enquanto o do peixe de água salgada é hipotônico.
- D) para manter o equilíbrio hídrico do seu meio interno, o peixe de água doce, como praticamente não bebe água, elimina urina mais concentrada do que o peixe de água salgada.
- E) para manter o equilíbrio hídrico do seu meio interno, o peixe de água salgada, como ingere bastante água, elimina urina mais diluída do que o peixe de água doce.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. D
- 02. D
- 03. A
- 04. B
- 05. C

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. A 05. B 09. D 13. D
- 02. A 06. E 10. E 14. A
- 03. A 07. B 11. B
- 04. D 08. E 12. A

15.

- A) As hemácias perdem água e murcham. O transporte é a osmose.
- B) A bexiga natatória ajuda na flutuação do peixe, permitindo que ele mantenha o equilíbrio em diferentes profundidades. A vantagem é que o peixe pode encher a bexiga tomando ar da superfície da água.

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. C
- 02. C



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Vertebrados: Anfíbios

CARACTERÍSTICAS GERAIS

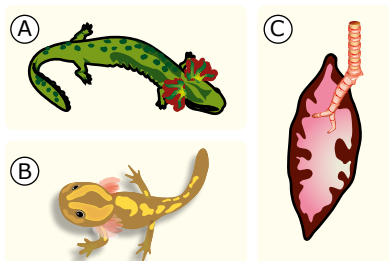
Os anfíbios foram os primeiros vertebrados terrestres, embora não tenham conseguido conquistar definitivamente esse novo ambiente devido à dependência do meio aquoso para sua fecundação e seu desenvolvimento embrionário.

Possuem pele lisa, sem escamas, fina, coberta de muco (produzido por glândulas mucosas), ricamente vascularizada e adaptada para a respiração cutânea.

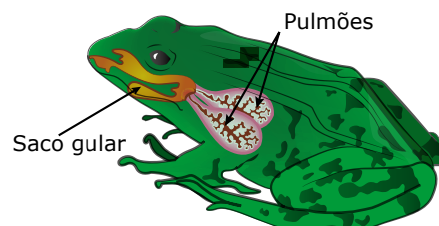
O crânio possui duas saliências, os côndilos occipitais, para articulação com a primeira vértebra da coluna vertebral. Pela posição dos côndilos, um ao lado do outro, esses animais conseguem mexer a cabeça para cima e para baixo, mas não para os lados.

O tubo digestório é completo com glândulas anexas (glândulas salivares, fígado e pâncreas). O intestino termina em uma cloaca.

A respiração pode ser branquial, pulmonar, cutânea e bucofaríngea. Os anfíbios são os vertebrados que apresentam maior diversidade de estruturas respiratórias. Suas larvas e algumas espécies adultas (tritão, por exemplo) respiram por brânquias. Quando adultos, os animais pertencentes à maioria das espécies fazem a respiração cutânea e a respiração pulmonar. Seus pulmões são ainda muito rudimentares: são saculiformes, com poucas divisões internas, de paredes vascularizadas, com pequena superfície respiratória (superfície de troca de gases) e inflam quando o animal “deglute” o ar. Para chegar aos pulmões, o ar deve ser “deglutido”, uma vez que esses animais não possuem costelas desenvolvidas que possam participar de movimentos de expansão e de contração do tórax, como também não possuem o músculo diafragma para promover a amplitude dos pulmões. Para compensar a pequena troca de gases que ocorre nos pulmões, os anfíbios adultos realizam a respiração cutânea: a pele fina, úmida e bastante vascularizada desses animais permite a troca de gases tanto com o ar quanto com a água.

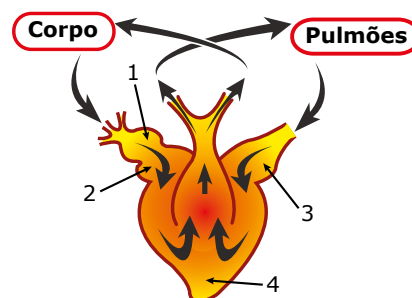


A. Tritão, anfíbio que conserva suas brânquias externas por toda a vida; B. Larva de salamandra com suas brânquias externas; C. Pulmão de anfíbio.



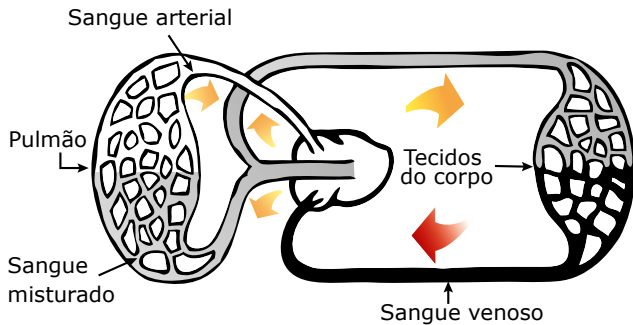
Respiração bucofaríngea – Alguns anfíbios, como sapos e rãs, também fazem a respiração bucofaríngea. Tal respiração se dá na região gular, ou seja, a cavidade bucal desses anfíbios é ampla como um saco (saco gular), chegando a ser proeminente abaixo do queixo. Assim, o ar que penetra pelas narinas enche o saco gular, cujas paredes são muito vascularizadas e absorvem o O_2 . O ritmo de enchimento e esvaziamento desse saco é muito mais frequente que o ritmo pulmonar.

A circulação é fechada, dupla e incompleta. O coração é tricavitário (2 átrios e 1 ventrículo).



Coração de anfíbio – 1. Seio venoso; 2. Átrio direito (AD); 3. Átrio esquerdo (AE); 4. Ventrículo.

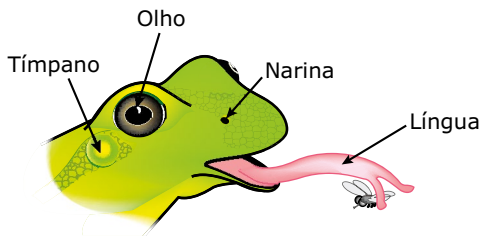
O átrio direito recebe o sangue venoso proveniente dos tecidos, ao passo que o átrio esquerdo recebe sangue arterial que vem dos pulmões. Como o ventrículo é único, nele ocorre a mistura de sangue venoso (proveniente do átrio direito) com o sangue arterial (proveniente do átrio esquerdo). Do ventrículo único, o sangue misturado sai pela artéria aorta, que se bifurca. Um dos ramos leva o sangue misturado para os diversos tecidos do corpo, e o outro leva o sangue misturado apenas para os pulmões. Ao passar pelos capilares sistêmicos (capilares dos tecidos), o sangue deixa o O_2 para as células dos tecidos e recebe delas mais CO_2 , passando, assim, à condição de sangue venoso. Esse sangue venoso é levado ao coração e desemboca no átrio direito. Por outro lado, o sangue misturado que é levado aos pulmões, ao passar pelos capilares pulmonares, deixa o CO_2 para ser eliminado pelas vias respiratórias e recebe mais O_2 , passando à condição de sangue arterial. Esse sangue arterial é levado dos pulmões para o coração, desembocando no átrio esquerdo.



Circulação nos anfíbios.

Na fase de larva, os anfíbios são animais amoniotéticos e, quando adultos, são ureotéticos. A excreção se faz por rins mesônefros.

O sistema nervoso é do tipo cerebroespinal e, portanto, subdividido em SNC e SNP. O encéfalo é relativamente pequeno. Os anfíbios também são animais lisencéfalos.



Sistema sensorial – O sistema sensorial dos anfíbios é dotado de olhos desenvolvidos, adaptados à visão de objetos em movimento, o que garante, por exemplo, a captura de insetos em pleno voo. Há ouvidos interno e médio e o tímpano fica ao nível da pele, logo atrás dos olhos. Também há um epitélio olfativo nas fossas nasais.

Os anfíbios são animais dioicos e a fecundação, na maioria das espécies, é externa. O desenvolvimento é indireto (com metamorfose), passando por um estágio de larva. As larvas de sapos e rãs são conhecidas por girinos.

CLASSIFICAÇÃO

Na classe Amphibia, destacamos três ordens: **Gymnophiona (Apoda)**, **Urodela (Caudata)** e **Anura**.

Sapo, um anuro (anfíbio sem cauda)



A língua do sapo está adaptada para pegar insetos e é presa na parte da frente da boca.

Anfíbios atuais.



Salamandra, um urodelo (anfíbio com cauda)



Cobra-cega, um ápode (anfíbio sem patas)

Gymnophiona (Apoda)

Os gimnofionos ou ápodes (sem patas) são anfíbios de corpo cilíndrico, alongado e liso. Os membros locomotores (patas) são atrofiados. Os animais dessa ordem vivem geralmente em buracos no solo. A fecundação é interna. Exemplo: cobra-cega (cecília), animal com aproximadamente 30 cm, com olhos atrofiados e cobertos por uma membrana.

Urodela (Caudata)

Os urodelos são anfíbios portadores de cauda e quatro patas bem-desenvolvidas. Exemplos: tritão e salamandra.

Alguns, como o tritão, preservam as brânquias por toda a vida, ocupando o *habitat* aquático, mesmo na fase adulta. Já a salamandra, na fase adulta, tem *habitat* terrestre e não possui mais as brânquias. Na maioria das espécies, a fecundação é interna. Na larva da salamandra, conhecida por axolotl (pronuncie axolótil), ocorre um caso particular de desenvolvimento: a neotenia, em que o animal alcança a maturidade sexual (torna-se adulto), apresentando ainda características típicas de sua forma larvária. As larvas, então, tornam-se sexualmente maduras, produzem gametas e se reproduzem normalmente por fecundação.



Axolotl.



Salamandra.

Anura

Anfíbios com quatro patas e desprovidos de cauda na fase adulta. Na maioria das espécies, a fecundação é externa. Exemplos: sapos, rãs e pererecas.

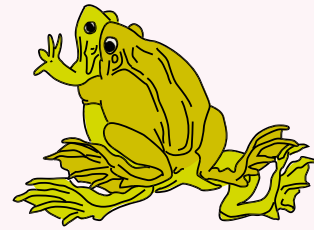
Alguns sapos produzem nas glândulas paratoides, situadas junto à cabeça, atrás dos olhos, uma substância branco-leitosa e venenosa. Esses animais, portanto, são venenosos, mas não são peçonhentos, uma vez que não são capazes de inocular ou injetar esse veneno. O veneno só é expelido quando há compressão das glândulas paratoides, e não voluntariamente pelo sapo. Essa glândula nesses animais é uma forma de defesa contra os predadores (cobras, por exemplo) que, ao abocanhá-los, pressionam-nas. Dessa forma, o veneno eliminado ataca fortemente os tecidos vivos, como mucosas e globo ocular, provocando, inclusive, vômitos. Assim, uma cobra cospe o sapo, quando este espirra o veneno em sua boca.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



- 01.** (UEL-PR) Das características a seguir, identifique as que são importantes aos anuros para a conquista do ambiente terrestre.
- Metamorfose.
 - Trocas gasosas realizadas por pulmões e tegumento.
 - Hemácias nucleadas.
 - Membros anteriores e posteriores bem desenvolvidos.
 - Fecundação interna com deposição de ovos com casca.
- A alternativa correta é:
- Apenas as características I, II e IV são importantes.
 - Apenas as características I, III e IV são importantes.
 - Apenas a característica III é importante.
 - Apenas as características I e IV são importantes.
 - Apenas a característica V é importante.
- 02.** (IFSP) Durante uma aula de Biologia sobre anfíbios, um aluno perguntou o que aconteceria se um girino fosse colocado em um pote contendo água do mar. Seus colegas de sala propuseram diversas hipóteses, alguns defendendo que o girino iria morrer, outros que ele iria sobreviver. Considerando as características típicas dos anfíbios, o mais provável é que, na situação proposta, o girino iria
- morrer, devido à entrada excessiva de água em seu corpo.
 - morrer, devido à perda excessiva de água por sua pele.
 - sobreviver, pois sua pele é grossa e impermeável.
 - sobreviver, mesmo com uma entrada excessiva de água em seu corpo.
 - sobreviver, pois ele apresenta glândulas especiais na pele que o tornam imune à perda de água.
- 03.** (PUC-Campinas-SP-2023) Platelminhos, nemátodos, anelídeos e anfíbios têm, em comum,
- a presença de celoma.
 - os metanefrídeos.
 - o revestimento de queratina.
 - a respiração cutânea.
 - o sistema circulatório fechado.
- 04.** (Mackenzie-SP) Em relação aos animais vertebrados, considere as seguintes características:
- Sangue arterial separado do venoso nas aurículas e misturado no ventrículo.
 - Presença de um único ventrículo.
 - Pelo coração passa apenas sangue venoso.
- Peixes e anfíbios têm em comum
- I e II.
 - apenas I.
 - apenas II.
 - apenas II e III.
 - I, II e III.

- 05.** (UFMG) Observe a figura:



Com relação ao comportamento representado na figura, pode-se afirmar que ele

- depende do hormônio paratireoideano.
- ocorre em qualquer fase da vida do animal.
- representa a fecundação e desenvolvimento internos.
- resulta em eliminação simultânea de gametas.
- resulta em maior proteção da prole.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



- 01.** (UnirG-TO) Assinale, entre as alternativas apresentadas a seguir, aquela correspondente ao grupo de cordados que evolutivamente são mais avançados que os peixes, porém, como estes, possuem ovos e fecundação externa.
- Répteis
 - Anfíbios
 - Aves
 - Mamíferos
- 02.** (PUC RS) A classificação sistemática de um animal normalmente é baseada em diferentes critérios, como suas características morfológicas e fisiológicas, e seu desenvolvimento embrionário. Um taxonomista, considerando os critérios gerais das diferentes classes de cordados, observa em um animal as seguintes características:
- reprodução com fecundação externa;
 - desenvolvimento embrionário em um ovo incapaz de evitar a perda de água em ambientes secos;
 - respiração branquial e cutânea na fase larval; respiração pulmonar e cutânea na fase adulta;
 - temperatura corporal acompanhando as alterações da temperatura ambiental.
- Conclui, então, que se trata de
- um peixe.
 - um réptil.
 - um anfíbio.
 - uma ave.
 - um mamífero.
- 03.** (UTFPR) Os anfíbios foram os primeiros vertebrados a ocuparem o ambiente terrestre, embora ainda sejam dependentes do ambiente aquático para a reprodução.

A adaptação ao ambiente terrestre deve-se principalmente ao desenvolvimento de

- A) orelha interna e média.
- B) coração com quatro cavidades.
- C) respiração branquial e cutânea.
- D) pulmões e dois pares de pernas.
- E) circulação dupla e completa.

04.

4PEX



(CMMG)

Anfíbios mortais

Pesquisadores descobrem duas espécies (de pererecas) nativas do Brasil com características que as aproximam de animais peçonhentos como a cobra.

Não é surpresa que pererecas secretam veneno por glândulas na pele, mas pesquisadores acabam de descobrir as primeiras duas espécies desses anfíbios que são verdadeiramente peçonhentas. Elas não apenas produzem toxinas, como têm um mecanismo para atingir outros animais usando espinhos ósseos localizados em suas cabeças. A *Corythomantis greeningi* e a *Aparasphenodon brunoi* vivem no Brasil e são mais venenosas até que algumas espécies de cobras.

– Descobrir uma perereca verdadeiramente peçonhenta foi inesperado, e encontrar pererecas com secreções mais venenosas que as víboras mortais do gênero *Botrops* (da Jararaca) foi surpreendente – disse Edmund Brodie, da Universidade Estadual de Utah, nos EUA, um dos autores de um estudo sobre os animais publicado ontem na revista acadêmica *Current Biology*.

O GLOBO, p. 27, 7 ago. 2015.

As pererecas descritas foram consideradas verdadeiramente peçonhentas porque

- A) produzem secreções mais venenosas que certos répteis.
- B) possuem um mecanismo próprio para injeção da toxina.
- C) utilizam o veneno para se proteger de predadores.
- D) são dotadas de glândulas produtoras de veneno.

05. (Unicamp-SP) As cecílias, também chamadas de cobras-cegas, são facilmente confundidas com serpentes por observadores menos atentos, por também apresentarem corpo cilíndrico e desprovido de patas. Entretanto, uma análise mais cuidadosa pode diferenciar facilmente esses animais, pois as cecílias são anfíbios ápodos. Duas características apresentadas exclusivamente pelas cecílias, que as diferenciam das serpentes, são

- A) corpo revestido por pele úmida e ovos com casca calcária.
- B) corpo revestido por escamas e respiração exclusivamente cutânea.
- C) pele rica em glândulas secretoras de muco e respiração cutânea.
- D) pele úmida e corpo revestido por escamas queratinizadas.

06.

R72Z



(PUC Rio) Entre as adaptações dos tetrápodes à vida terrestre, estão

- A) a presença de brânquias e pernas e a excreção de amônia.
- B) a presença de fendas faríngeas, notocorda e cauda pós-anal muscular.
- C) a presença de pulmões e a excreção de ácido úrico.
- D) a presença de pulmões e a excreção de amônia.
- E) a presença de vértebras, pulmões e epitélio impermeável.

07.

6M2F



(Unicamp-SP) Os anfíbios constituem um dos grupos de animais com maior número de espécies ameaçadas de extinção. Entre outras razões, isso ocorre porque eles são suscetíveis à contaminação por substâncias nocivas e à infecção por fungos. Os anfíbios apresentam tal suscetibilidade porque têm

- A) hábitos aquáticos, que os tornam suscetíveis a predadores.
- B) pulmões bem desenvolvidos, que acumulam impurezas e fungos.
- C) sangue frio, que diminui a atividade de enzimas hepáticas.
- D) pele úmida e permeável, que possibilita a respiração cutânea.

08. (UECE-2022) Bertha Lutz (1894-1976) foi uma importante cientista que estudou espécies de anfíbios brasileiros. Atente para o que se diz a seguir sobre anfíbios:

- I. São vertebrados tetrápodes ectotérmicos que apresentam um tegumento rico em glândulas e possuem respiração branquial, pulmonar ou cutânea.
- II. A maioria das espécies apresenta um ciclo de vida duplo, com uma fase larval aquática que, após a metamorfose, origina um jovem terrestre ou semiaquático.
- III. As espécies de ambientes sazonais como a Caatinga reproduzem-se durante o período chuvoso e aproveitam as poças temporárias.
- IV. São importantes, pois participam de várias cadeias alimentares como presas e predadores, e alimentam-se de várias pragas agrícolas e vetores de doenças.

É correto o que se afirma em

- A) I, II e IV apenas.
- B) I e III apenas.
- C) II, III e IV apenas.
- D) I, II, III e IV.



09.

HU68

Niquel Náusea

Fernando Gonçales



ZERO HORA, jul. 2016.

Em relação ao ciclo de vida de um anfíbio, é correto afirmar que

- A) a respiração ocorre através da pele somente nos indivíduos do primeiro quadrinho.
- B) a respiração é unicamente pulmonar na fase adulta.
- C) a ordem de surgimento dos membros posteriores e anteriores, ilustrada na tira, está invertida.
- D) os indivíduos do primeiro e do segundo quadrinhos apresentam respiração por brânquias.
- E) os indivíduos, na fase adulta, possuem estruturas que mantêm a pele impermeável.

10.
8KPX

(UEL-PR) Com as alterações ambientais provocadas pela espécie humana, tem-se verificado uma redução nas populações de diversos anfíbios anuros no mundo todo. Esse fato, aliado ao pouco conhecimento que se tem da história natural de muitas espécies, torna o problema ainda mais grave.

Levando em conta as características biológicas e ecológicas dos anuros, considere as afirmativas a seguir.

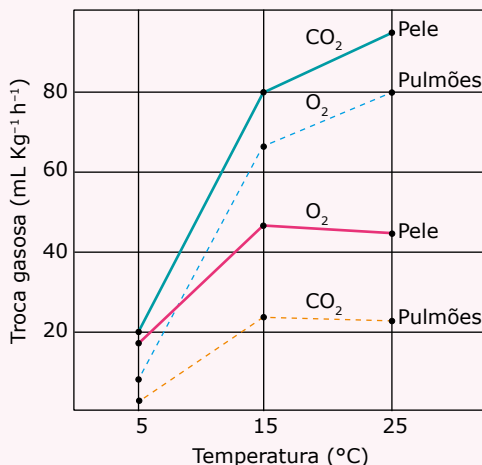
- I. Enquanto estão na forma larval, eles são afetados por águas poluídas porque respiram por meio de pulmões.
- II. O epitélio pouco queratinizado torna os adultos mais suscetíveis à desidratação quando a cobertura vegetal é reduzida.
- III. A poluição do ar prejudica os anuros porque eles possuem respiração cutânea mais desenvolvida que a pulmonar.
- IV. Por serem sensíveis à poluição, os anuros são considerados indicadores biológicos da qualidade ambiental.

Assinale a alternativa correta.

- A) Somente as afirmativas I e II são corretas.
- B) Somente as afirmativas I e IV são corretas.
- C) Somente as afirmativas III e IV são corretas.
- D) Somente as afirmativas I, II e III são corretas.
- E) Somente as afirmativas II, III e IV são corretas.

11.
00VS

(FMJ-SP) O gráfico representa as trocas gasosas pulmonar e cutânea que ocorrem em um sapo a diferentes temperaturas.



NIELSEN, K. S. *Fisiologia Animal*. 5. ed. Editora Santos.

Pode-se concluir que

- A) as trocas gasosas pelos pulmões e pela pele são iguais, independentemente da temperatura.
- B) na temperatura mais baixa, a tomada de oxigênio é menor na pele do que nos pulmões.
- C) na temperatura mais alta, o dióxido de carbono é eliminado principalmente pelos pulmões.
- D) as trocas gasosas não são influenciadas pela variação da temperatura ambiente.
- E) para a troca de dióxido de carbono, a pele é mais importante em todas as temperaturas.

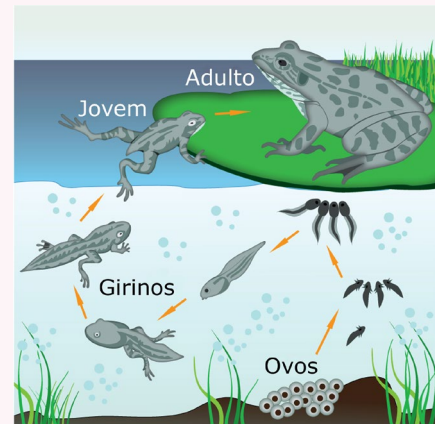
12.
5566

(Unicamp-SP) Os anfíbios foram os primeiros vertebrados a habitar o meio terrestre. Provavelmente surgiram de peixes crossopterígeos que eventualmente saíam da água à procura de insetos. Antes de ganharem o meio terrestre, esses ancestrais dos anfíbios passaram por modificações em sua estrutura e em sua fisiologia.

- A) Mencione duas modificações importantes nessa transição.
- B) Os anfíbios são classificados em três ordens: Gymnophiona ou Apoda (cobras-cegas), Urodela (salamandras) e Anura (sapos, rãs e pererecas). Mencione uma característica exclusiva de cada uma delas.

13.

(Unicid-SP) A figura representa o desenvolvimento que ocorre nos sapos.



Disponível em: www.flickr.com.

- A) O tipo de desenvolvimento representado pela figura é direto ou indireto? Em qual ambiente é comum ocorrer esse desenvolvimento?
- B) Explique como os lisossomos atuam na regressão das caudas dos girinos e indique o destino do material resultante dessa regressão.

14.

(UNIFESP) Considere os grandes biomas do Brasil: Cerrados, Florestas, Pampas e Caatingas.

- A) Em qual deles se espera encontrar maior abundância de anfíbios?
- B) Justifique sua resposta, relacionando as características do ambiente com as deste grupo de vertebrados.

SEÇÃO ENEM

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

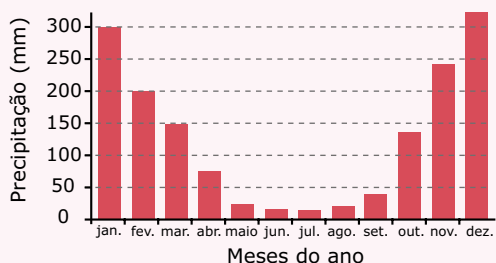
Área	Espécie pertencente ao grupo				
	Anfíbio	Ave	Lagarto	Morcego	Roedor
1	UES5	UES2	UES1	UES1	UES3
2	UES3	UES1	UES2	UES1	UES2
3	UES3	UES2	UES2	UES1	UES2
4	UES4	UES3	UES3	UES2	UES3
5	UES1	UES3	UES4	UES2	UES1
6	UES2	UES3	UES4	UES2	UES1
7	UES5	UES3	UES1	UES1	UES2
8	UES2	UES1	UES3	UES1	UES3

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

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

- A) Ave
B) Anfíbio
C) Roedor
D) Lagarto
E) Morcego
- 02.** (Enem) Os anfíbios representam o primeiro grupo de vertebrados que, evolutivamente, conquistou o ambiente terrestre. Apesar disso, a sobrevivência do grupo ainda permanece restrita a ambientes úmidos ou aquáticos, devido à manutenção de algumas características fisiológicas relacionadas à água.
- Uma das características a que o texto se refere é a
- A) reprodução por viviparidade.
B) respiração pulmonar nos adultos.
C) regulação térmica por endotermia.
D) cobertura corporal delgada e altamente permeável.
E) locomoção por membros anteriores e posteriores desenvolvidos.

- 03.** (Enem) 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 esta 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.

GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

01. A 04. C
 02. B 05. D
 03. D

Propostos

Acertei _____ Errei _____

01. B 07. D
 02. C 08. C
 03. D 09. D
 04. B 10. E
 05. C 11. E
 06. C
12.
 A) Nadadeiras modificadas que permitem locomoção na terra; pulmões primitivos que permitem trocas gasosas diretamente com o ar.
 B) Gymnophiona: não possuem membros locomotores; Urodela: os adultos possuem cauda pós-anal; Anura: ausência de cauda na fase adulta.
13.
 A) Indireto. Ambiente aquático.
 B) Os lisossomos possuem enzimas digestivas que digerem a cauda do girino e os nutrientes são reutilizados em outras partes do corpo.
14.
 A) Florestas.
 B) Os biomas florestais apresentam um ambiente úmido que favorece a adaptação dos anfíbios.

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

01. B
 02. D
 03. B



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Vertebrados: Répteis

CARACTERÍSTICAS GERAIS

Os répteis (do latim *reptilis*, que se arrasta) foram os vertebrados que conquistaram definitivamente o ambiente terrestre, tornando-se independentes do ambiente aquático para se reproduzir.

Possuem pele seca, sem glândulas mucosas, recobertas por escamas ou placas córneas de origem epidérmica constituídas de queratina. Esse revestimento altamente queratinizado é uma excelente proteção contra a perda de água pela pele.

O crânio possui apenas um côndilo occipital.

O tubo digestório é completo com glândulas anexas (glândulas salivares, fígado e pâncreas). Em geral, são homodontes (dentes morfologicamente semelhantes, variando apenas no tamanho) e polifiodontes (formam várias denticões). Alguns, entretanto, como os quelônios (tartarugas), são adontes (ausência de dentes). O intestino termina em uma cloaca.

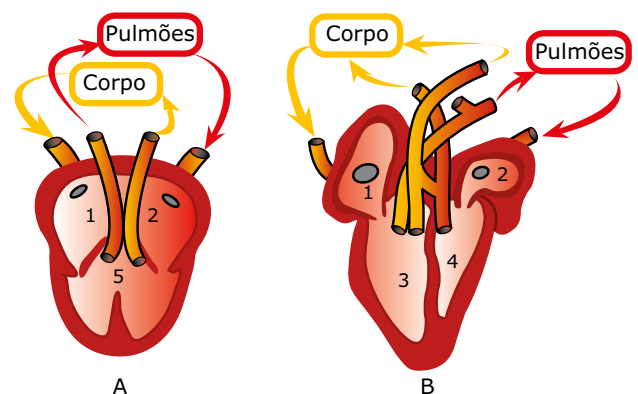
A respiração é pulmonar, mas as tartarugas marinhas também podem fazer a respiração cloacal. Os pulmões dos répteis possuem um número maior de dobras internas do que o pulmão dos anfíbios, o que aumenta a capacidade de trocas gasosas.

A entrada de ar (inspiração) e a saída de ar (expiração) são feitas com auxílio de costelas que se ligam às vértebras da coluna vertebral e ao osso esterno (nos anfíbios, as costelas são muito curtas e só se ligam à coluna vertebral). Os pulmões dos répteis funcionam como foies, que se expandem e contraem, aspirando o ar graças ao movimento das costelas às quais estão presos.

Nas tartarugas marinhas, a cloaca apresenta sacos vascularizados e paredes finas que funcionam como "brânquias cloacais" quando os animais estão submersos. O animal permite a entrada de água pela cloaca com a finalidade de absorver o oxigênio dissolvido nela. Esse mecanismo permite que o animal fique submerso por um tempo maior.

A circulação dos répteis é fechada, dupla e incompleta. O coração é tricavitário (exceto nos répteis crocodilianos, em que é tetracavitário) e possui dois átrios e um ventrículo, tal como o coração dos anfíbios. Entretanto, o ventrículo apresenta um septo (septo de Sabatier) que divide parcialmente o ventrículo. Está ausente nos anfíbios e que constitui o primeiro passo evolutivo para a formação de um coração tetracavitário. Assim, é comum se dizer que o coração dos répteis (exceto crocodilianos) tem as seguintes cavidades: dois átrios e um ventrículo septado ou trabeculado. Nesse ventrículo único, à semelhança do que acontece no dos anfíbios, também ocorre mistura de sangue venoso com sangue arterial. Entretanto, essa mistura se dá em menor escala que nos anfíbios devido à presença do septo de Sabatier.

Nos répteis crocodilianos, o coração é tetracavitário, isto é, apresenta dois átrios e dois ventrículos totalmente separados. Assim, dentro do coração desses répteis, não há mistura de sangue venoso com sangue arterial. Apesar disso, na circulação desses animais, ocorre mistura de sangue venoso e sangue arterial, porque, entre as duas artérias que saem dos ventrículos, existe um shunt ou ponte, chamado de forâmen de Panizza, em que existem pequenos orifícios que permitem uma pequena mistura dos dois tipos de sangue.



Coração de réptil – A. Répteis: 1. Átrio direito; 2. Átrio esquerdo; 5. Ventrículo. B. Répteis crocodilianos: 1. Átrio direito; 2. Átrio esquerdo; 3. Ventrículo direito; 4. Ventrículo esquerdo.

Os répteis são animais uricotélicos (excretam ácido úrico) e fazem sua excreção por meio de rins metânefros. Em muitas espécies marinhas (tartarugas e lagartos marinhos), devido à ingestão de alimentos com grandes concentrações de sais, os rins não conseguem eliminar todo o sal que é ingerido. Assim, para auxiliar os rins na função osmorreguladora, essas espécies possuem glândulas de sal que, por meio de transporte ativo, excretam o excesso ingerido. Essas glândulas se localizam na cabeça, na região das órbitas, e seus canais eliminam o produto ao lado do globo ocular ou nas cavidades nasais.

O sistema nervoso é cerebroespinal e está subdividido em SNC e SNP.

O sistema sensorial é composto de olhos, epitélio olfativo nas fossas nasais, ouvido interno, médio e um conduto auditivo externo. Nas cobras e nos lagartos, existem também os órgãos de Jacobson, de função olfativa, e, nas cobras peçonhentas, as fossetas loreais (termorreceptores).

Em sua maioria, os répteis fazem fecundação interna e são animais dioicos. A jararaca-ilhoa (*Bothrops insularis*), da ilha Queimada Grande, no litoral paulista, é uma espécie monoica. Muitas espécies são ovíparas, mas há também espécies vivíparas (como as sucuris) e ovovivíparas (como as cobras peçonhentas em geral). O desenvolvimento é direto. Durante o desenvolvimento embrionário, além do saco vitelino, formam-se outros anexos: âmnio, alantoide e córion.

CLASSIFICAÇÃO

Os répteis atuais estão distribuídos em quatro ordens: Rhynchocephalia (Rincocéfalos), Chelonia (Quelônios), Crocódilia (Crocodilianos) e Squamata (Escamados).



Knutsche / Domínio Público

Um rincocéfalo (tuatara).



André Kenwath/Ala / Creative Commons

Um quelônio (cágado).



NASA / Domínio Público

Um crocodiliano (aligador).



Dario Sanchez / Creative Commons

Um lacertílio (lagarto).



U.S. Air Force photo / Domínio Público

Um ofídio (cobra).

Diferentes ordens da classe dos répteis.

Rincocéfalos

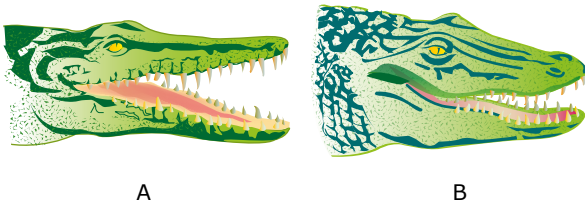
Primitivos e em extinção, estão reduzidos a uma única espécie, o tuatara (*Sphenodon punctatum*), encontrado na Nova Zelândia.

Quelônios

Possuem placas dérmicas que se fundem umas às outras, originando uma carapaça dorsal e um plastrão ventral rígidos que protegem seus corpos. As vértebras e as costelas se fundem a essas estruturas. Não possuem dentes (adontes), mas lâminas córneas (bico córneo) usadas para arrancar pedaços de alimento. Exemplos: tartarugas (marinhas e de água doce), que possuem as patas modificadas em remos; cágados (apenas de água doce), que têm um longo pescoço recurvado e patas com membranas entre os dedos, e os jabutis (terrestres), que possuem as patas curtas e de forma cilíndrica, adaptadas à vida na terra.

Crocodilianos

Possuem o corpo revestido por uma pele grossa e coriácea (dura), com placas córneas reforçadas por ossos dérmicos. A boca é dotada de mandíbulas poderosas com dentes. Possuem coração tetracavitário. Exemplos: jacarés (dulcícolas) e crocodilos (dulcícolas e marinhos). Os crocodilos marinhos são os maiores répteis viventes na atualidade, com indivíduos que chegam a medir 7 metros de comprimento.



Em A, crocodilo, e, em B, jacaré. Os crocodilos têm o focinho mais afilado e mais hidrodinâmico que o dos jacarés.

Escamados

Possuem escamas que recobrem o corpo e uma cloaca em posição transversal. Possuem órgãos de Jacobson, de função olfativa, que se abrem no fundo da cavidade bucal. Esses órgãos são quimiorreceptores que auxiliam na identificação de alimentos dentro da boca.

Os répteis escamados estão subdivididos em dois grupos: lacertílios (lagartos) e ofídios (cobras).

Lacertílios

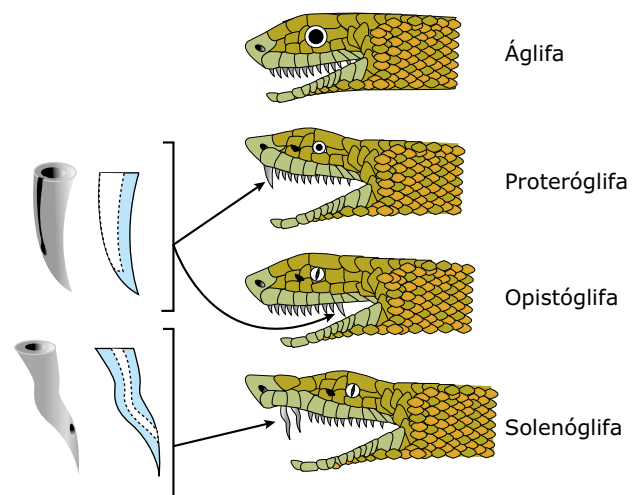
Nesse grupo, encontram-se os calangos, as lagartixas, os camaleões e as iguanas. Há apenas um gênero entre os lacertílios que é venenoso: o *Heloderma* ("monstro-de-Gila"), encontrado apenas no México e no sul dos Estados Unidos.

Ofídios

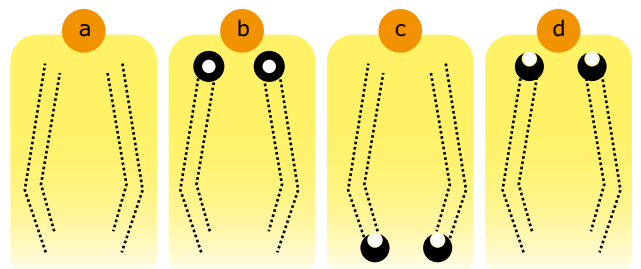
São ápodos (ausência de patas) e possuem escamas córneas que podem ser eliminadas de uma só vez, por ocasião da muda. A boca é ampla, com uma língua bífida. Têm o pulmão direito, comprido e alongado, sendo o esquerdo bastante atrofiado. Há, na cavidade cloacal, dois cecos copuladores, que são chamados hemipênis. Existem espécies peçonhentas e espécies não peçonhentas. As peçonhentas são dotadas de glândulas salivares modificadas, secretoras de veneno, e dentes especiais para a inoculação (presas inoculadoras de veneno). Esses dentes inoculadores de veneno, dependendo da espécie, podem ser canaliculados (com um canal na região central) ou sulcados (com um sulco na face posterior).

De acordo com a dentição, as cobras são classificadas em: áglifas, proteróglifas, opistóglifas e solenóglifas.

- A) Áglifas** – Cobras não venenosas (não possuem dentes inoculadores de veneno). Como exemplos, temos a sucuri e a jiboia que, apesar de não serem venenosas, são também perigosas devido à sua grande força muscular.
- B) Proteróglifas** – Possuem dentes inoculadores de veneno com sulco (dentes sulcados), localizados anteriormente na boca. Exemplos: corais-verdadeiras.
- C) Opistóglifas** – Possuem dentes inoculadores de veneno com sulco (dentes sulcados), localizados posteriormente na boca. Não oferecem grande perigo, uma vez que a posição dos dentes dificulta a injeção de veneno. Exemplos: falsa-coral e cobra-cipó.
- D) Solenóglifas** – Possuem dentes inoculadores de veneno com canal (dentes canaliculados), localizados na região anterior da boca. Exemplos: cascavel, jararaca, urutu e surucucu.



Tipos de dentição em cobras.

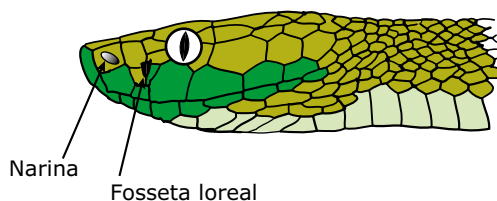


Marcas de mordidas de cobras – a. Cobra áglifa (sem presa inoculadora de veneno); b. Solenóglifa (com dente canaliculado na região anterior da boca); c. Opistóglifa; d. Proteróglifa (c e d com dentes sulcados).

Existem algumas características que permitem, de um modo geral, distinguir as espécies peçonhentas das não peçonhentas. Veja o quadro a seguir:

	Peçonhentas	Não peçonhentas
Cabeça	Triangular, bem destacada do corpo, coberta por escamas	Oval, mal destacada do corpo, coberta de placas poligonais
Cauda	Curta, afilada bruscamente	Longa, afinando-se gradualmente
Olhos	Pequenos, com pupilas em forma de fendas verticais	Grandes, com pupilas circulares
Fossetas loreais	Presentes	Ausentes
Escamas	Carenadas e imbricadas	Lisas e justapostas
Hábitos	Noturnos	Diurnos
Movimentos	Vagarosos	Rápidos
Reprodução	Ovovivípara	Ovípara
Quando ameaçada	Assume atitude de ataque (enrola-se)	Foge

As características do quadro anterior nem sempre podem ser usadas de forma garantida para a identificação de espécies peçonhentas e não peçonhentas. As corais, por exemplo, são peçonhentas, embora não possuam fossetas loreais, apresentem pupilas circulares e cabeça arredondada.



Fosseta loreal – As fossetas loreais são termorreceptores que se localizam entre as narinas e os olhos e são capazes de detectar, por meio da percepção do calor, a presença de presas, mesmo no escuro.

Chamamos de ofidismo o envenenamento causado por picada de cobra. Dependendo da espécie, o veneno pode ter ações neurotóxicas, proteolíticas, hemolíticas e coagulantes.

Os venenos de ação neurotóxica atuam sobre o sistema nervoso, provocando dormência e insensibilidade no local da inoculação, paralisias musculares, perda da visão e prostração geral, podendo ocasionar até parada respiratória. Os de ação proteolítica causam intensa dor no local da inoculação e necrose dos tecidos (morte dos tecidos). Os hemolíticos, por sua vez, determinam hemólise (destruição de hemácias), com presença de metaglobulina na urina, que se torna escura. Já os venenos de ação coagulante, em pequenas doses, coagulam o fibrinogênio, o que impede a coagulação do sangue; em grandes doses, ao contrário, provocam intensa coagulação, podendo causar a morte em poucos minutos.

Gêneros de cobras	Ação do veneno			
	Neurotóxico	Proteolítico	Hemolítico	Coagulante
<i>Crotalus</i> (cascavel)	+		+	
<i>Bothrops</i> (urutu, jararaca)		+		+
<i>Micrurus</i> (coral)	+			

Quando ocorrem acidentes com ofídios, isto é, mordidas de cobras, deve-se manter o acidentado em repouso, evitando que ele ande, corra ou se locomova. A locomoção facilita a absorção do veneno e, em caso de acidente com as jararacas, jararacuços e outras, os ferimentos se agravam. No caso de a mordida ter ocorrido em uma perna ou braço, é importante manter esse membro em posição mais elevada. Deve-se lavar bastante o local com água limpa e sabão, procurando imediatamente orientação médica nos centros ou serviços de saúde mais próximos. O tratamento é feito com o uso de soros antiofídicos. Existe o soro polivalente, que pode ser usado em qualquer caso (exceto contra o veneno das corais-verdadeiras), e os soros antiofídicos específicos, tais como: soro anticrotálico (usado contra o veneno de cascavéis); soro antibotrópico (contra veneno de cobras do gênero *Bothrops*, como jararaca, urutu e jararacuçu); soro antilaquélico (contra veneno da surucucu); soro antielapídico (usado exclusivamente contra o veneno das corais-verdadeiras).

A seguir, há algumas medidas para se prevenirem acidentes com cobras, em especial na zona rural. Tais medidas estão de acordo com as publicações do Ministério da Saúde e do Instituto Butantan de São Paulo:

- Como 80% das mordidas de cobras atingem as pernas, abaixo dos joelhos, o uso de botas entre os trabalhadores rurais reduz o risco desse tipo de acidente.
- Como 19% das mordidas atingem as mãos ou os antebraços, o uso de luvas de couro para remexer montes de lixo, folhas secas, buracos, lenhas ou palha também contribui para reduzir esse tipo de acidente.
- Cobras gostam de se abrigar em locais quentes, escuros e úmidos. Portanto, é preciso ter cuidado ao mexer em pilhas de lenha, palhadas de feijão, milho ou cana.
- Onde há rato, geralmente, há cobra. Não deixe amontoar lixo. Limpe paióis e terreiros. Feche buracos de muros, portas e janelas.
- Atenção ao calçar sapatos e botas. Animais peçonhentos podem se refugiar dentro deles.
- Evite matar cobras, pois elas mantêm o equilíbrio natural, comendo roedores que transmitem doenças e causam prejuízos nas plantações e nos paióis.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



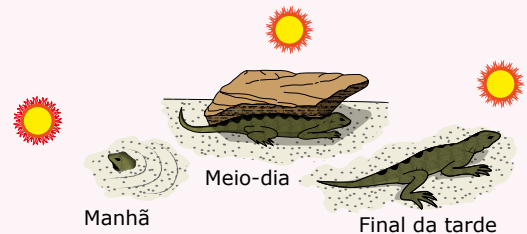
- 01.** (UFRGS-RS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado a seguir na ordem em que aparecem.

O desenvolvimento padrão das _____ caracteriza-se por fecundação _____, desenvolvimento _____ e _____.

- A) rãs – interna – indireto – viviparidade
- B) tartarugas – externa – direto – ovoviviparidade
- C) aves – externa – indireto – oviparidade
- D) aves – interna – direto – ovoviviparidade
- E) tartarugas – interna – direto – oviparidade



- (UNIFESP) A figura a seguir mostra o comportamento de um lagarto em diferentes períodos do dia.



HICKMAN et al. *Princípios integrados de Zoologia*. 2004 (Adaptação).

Tal comportamento encontra-se relacionado diretamente com a

- A) regulação térmica do animal, pois seu metabolismo celular não é capaz de produzir qualquer tipo de calor.
- B) regulação térmica do animal, pois seu corpo necessita manter temperaturas adequadas ao metabolismo.
- C) respiração, pois ela ocorre tanto por meio de pulmões como por meio da pele.
- D) respiração, pois o ar que chega aos seus pulmões deve conter certa porcentagem de umidade para as trocas alveolares.
- E) regulação térmica e com a respiração, pois o animal não é capaz de produzir seu próprio calor e respira por meio dos pulmões e da pele.



- (UFV-MG) A expressão “sapos, cobras e lagartos” é costumeiramente utilizada, na linguagem popular, para se referir a alguma fala com xingamentos. Nela estão incluídos

- A) três da mesma classe.
- B) três da mesma ordem.
- C) dois anfíbios e um réptil.
- D) um urodelo, um ofídio e um anuro.
- E) um anuro, um ofídio e um lacertílio.

- 04.** (Unisa-SP) A fosseta loreal é
- o órgão de olfato dos lagartos.
 - o órgão de percepção de calor em ofídios.
 - o orifício de comunicação entre os dois ventrículos em crocôdilianos.
 - exclusiva de cobras não venenosas.
 - a abertura da cloaca nos quelônios.

- 05.** (UFSM-RS) De acordo com a disposição e a forma dos dentes, as serpentes peçonhentas e não peçonhentas podem ser classificadas em áglifas, opistóglifas, proteróglifas e solenóglifas. Considerando essa classificação, indique a(s) proposição(ões) correta(s).
- Serpentes opistóglifas são perigosas ao homem por cuspir a peçonha através de canais nos dentes inoculadores.
 - As serpentes áglifas não possuem dentes especiais para inocular a peçonha (veneno) e os dentes são todos iguais.
 - Serpentes opistóglifas possuem um par de dentes (presas) inoculadores de peçonha na região posterior dos maxilares superiores.
 - As serpentes solenóglifas apresentam grandes dentes inoculadores de peçonha, com um canal interno, localizado na região anterior do maxilar superior.
 - Serpentes proteróglifas apresentam dentes inoculadores de peçonha com a mesma forma e o mesmo tamanho dos outros dentes.
 - As serpentes solenóglifas são perigosas ao ser humano. Exemplos desse tipo são a cascavel e a jararaca.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



- 01.** (Cesgranrio) Os primeiros vertebrados a conquistarem definitivamente o ambiente terrestre foram os répteis, por apresentarem adaptações que permitem “resolver”, com eficiência, todos os problemas da vida fora da água. Qual das afirmativas a seguir constitui um exemplo de adaptação dos répteis à vida fora da água?
- Ovo provido de casca, fornecendo ao embrião proteção, suporte e alimento.
 - Temperatura interna constante, o que lhes permite uma ampla distribuição geográfica.
 - Fecundação externa, com grande número de gametas, tanto produzidos pelo macho como pela fêmea.
 - Pele, que, mesmo grossa, é ricamente vascularizada e permeável ao oxigênio.
 - Bexiga natatória que se comunica com a faringe e funciona como um pulmão primitivo.

- 02.** (Mackenzie-SP) Os répteis são, do ponto de vista evolutivo, considerados como anfíbios que migraram para o ambiente terrestre no qual se adaptaram muito bem. A principal característica verificada nos répteis, que não encontramos nos anfíbios, e que permite àqueles a sobrevivência em ambientes secos, é
- o desenvolvimento indireto (com larvas resistentes) dos répteis.
 - a independência dos répteis, em relação à água, para a reprodução.
 - a independência dos anfíbios, em relação à água, para a reprodução.
 - a presença de material córneo impermeável recobrando o corpo dos anfíbios.
 - a ausência de casca protetora contra a dessecação nos ovos dos répteis.

- 03.** (UEPB) A tartaruga marinha é uma das espécies bandeiras que vem sofrendo sérios danos em função da poluição dos oceanos.

Sobre os répteis assinale a alternativa correta.

- Os répteis são ovíparos e apresentam fecundação externa.
- O revestimento corporal dos répteis é a pele, constituída pela derme, a qual é espessa e extremamente queratinizada.
- O coração da maioria dos répteis, apesar de ter três cavidades, como os anfíbios, difere destes por apresentar o ventrículo parcialmente dividido por uma parede externa.
- A maioria dos répteis excretam seus resíduos nitrogenados na forma de ureia, sendo necessária uma grande quantidade de água para eliminá-la na urina.
- Os répteis são animais endotérmicos, ou seja, utilizam o calor do ambiente para se aquecer.

- 04.** (UEMG)
- Zoiuda [...] Foi numa noite que ele conheceu Zoiuda. Foi numa noite – e nem poderia ser de outra forma, já que, como as prostitutas e as estrelas, as lagartixas também são seres da noite e só nela, ou de preferência nela, se mostram – , foi numa noite que ele a viu pela primeira vez.

Era uma sexta-feira e ele tinha acabado de chegar da rua: quando se aproximou da talha para tomar um copo d’água, lá estava a lagartixa, na parede, perto do vitrô que dava para a área de serviço do apartamento onde ele morava, no décimo andar.

Era esbranquiçada, um pouco mais cabeçudinha que o comum, e quase rabió. Mas foram os olhos, foram os olhos o que mais lhe chamou a atenção: exorbitados, duas bolinhas brilhantes, parecendo duas miçangas.

VILELA, 2013, p. 11.

O animal citado no texto se encaixa em um mesmo agrupamento de cobras e lagartos. Esta classe animal se caracteriza por possuir, entre outras características,

- A) reprodução assexuada por regeneração.
- B) circulação sanguínea aberta.
- C) excreção predominante de ureia.
- D) respiração pulmonar.

05.
8C12

(Unicastelo-SP) Os répteis foram os primeiros vertebrados a conquistar definitivamente o ambiente terrestre. Decisiva para essa conquista e ausente em peixes e anfíbios, a novidade adaptativa adquirida por esses animais foi a presença de

- A) sistema reprodutor com fecundação interna e produção de ovo amniótico, revestido por casca calcária.
- B) pálpebras móveis e glândulas lacrimais para proteger o olho em meio seco e repleto de partículas.
- C) pulmões com mecanismo de bombeamento à pressão, que possibilitaram a respiração no meio terrestre.
- D) sistema tegumentar com glândulas mucosas e serosas, que tornou o animal mais resistente à desidratação.
- E) coluna vertebral bem desenvolvida e reforçada por costelas fortes, para sustentação do corpo.

06. (UFV-MG) Os répteis atuais são divididos em três ordens. Uma dessas ordens é a dos escamados (*Squamata*), vírgula que tem por constituintes quais desses animais:

- A) Jacarés
- B) Lagartos
- C) Jabutis
- D) Crocodilos
- E) Tartarugas

07. (UAM-SP) A figura ilustra o comportamento de um animal vertebrado do Cerrado brasileiro.



Disponível em: <http://salabioquimica.blogspot.com.br>.

Assinale a alternativa correta com relação à explicação para tal comportamento termorregulador.

- A) Trata-se da endotermia, na qual o animal captura o calor da rocha aquecida ou diretamente do Sol.
- B) Os répteis necessitam de altas temperaturas corpóreas, independentemente do ambiente habitado.
- C) Os répteis apresentam alto metabolismo energético, necessitando aquecerem-se no fim da tarde.
- D) Trata-se da ectotermia, na qual a temperatura corpórea depende da temperatura do ambiente.
- E) Os répteis são ectotérmicos, mantendo constante sua temperatura, independentemente do *habitat*.

08. (CMMG)

Lagarto só produz fêmeas

Uma nova espécie de lagarto, formada só por indivíduos do sexo feminino, foi descoberta por pesquisadores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Achados no município de Linhares, no norte do Espírito Santo, os 17 lagartos do gênero *Cnemidophorus* serão tema de artigo da revista americana *Herpntológica*, especializada em répteis e anfíbios, no próximo mês.

A grande curiosidade deste tipo raro de animais é que eles se reproduzem por clonagem, dispensando o acasalamento para se reproduzirem. Todos os lagartos da espécie se originam de uma mesma fêmea e são geneticamente idênticos, afirmam os pesquisadores.

JORNAL DO BRASIL, 25 jul. 1997.

O processo biológico responsável pela formação dos animais citados no texto é conhecido por

- A) neotenia.
- B) bipartição.
- C) conjugação.
- D) partenogênese.

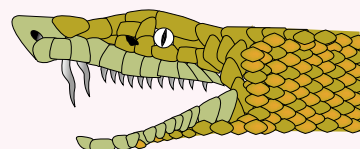
09. (FAMERP-SP-2021) Em julho de 2020, um estudante de veterinária foi picado por uma naja, uma serpente exótica e uma das mais peçonhentas do mundo. A naja e outras serpentes eram criadas de forma ilegal, o que configurou um caso de tráfico de animais. Assim que aconteceu o acidente, o estudante e um colega contataram uma de suas professoras, integrante do Conselho Regional de Medicina Veterinária, que sugeriu "soltar no mato" as serpentes nativas.

Disponível em: <https://g1.globo.com>.
Acesso em: 1 ago. 2020 (Adaptação).

- A) Animais exóticos podem causar impactos ambientais, caso sejam soltos em um novo ambiente, devido à possível ausência de fatores de controle populacional que existiam no ambiente de origem. Cite dois fatores bióticos do ambiente natural que podem controlar uma população nativa.
- B) A naja, assim como muitas serpentes peçonhentas, apresenta um órgão de função termorreceptora próximo de cada narina. Se a naja estivesse em um ambiente escuro e com temperatura de 23 °C, diante de um roedor, um lagarto e um filhote de ave, qual deles ela teria mais dificuldade de capturar? Justifique sua resposta citando o órgão termorreceptor.

10.
16ZP

(UEMG) Um homem levou uma pessoa a um hospital, pedindo socorro urgente e alegando que tal pessoa havia sido mordida por uma cobra. O médico pediu-lhe, então, que descrevesse a cobra que havia causado o acidente, e o homem fez o seguinte desenho, com algumas das características da cabeça da cobra:



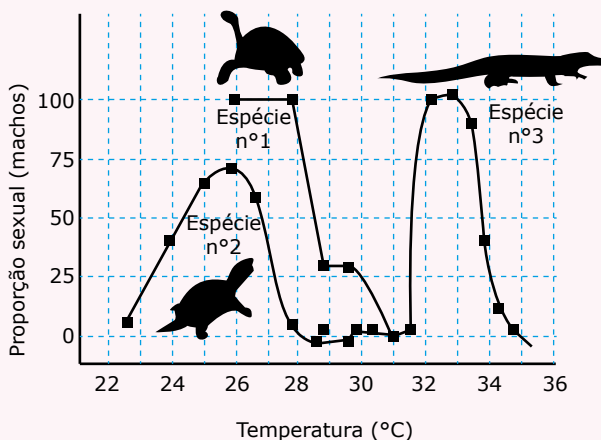
Para salvar a vida do paciente, o procedimento imediato adotado pelo médico, após ver o desenho, deveria ser

- A) receitar antibióticos para combater as infecções bacterianas provocadas pela mordida da cobra.
- B) encaminhar o paciente a um posto de vacinação para que lhe fosse aplicada uma vacina específica.
- C) aplicar soro antiofídico, porque se trata, com certeza, de uma cobra peçonhenta.
- D) receitar medicamentos antialérgicos para combater possíveis reações provocadas pela mordida da cobra.



11. (UFRGS-RS) Em certas espécies de répteis, a temperatura de incubação do ovo durante certo período do desenvolvimento é o fator determinante na proporção sexual.

O gráfico a seguir refere-se à proporção sexual dependente da temperatura observada em três espécies de répteis.



GILBERT S. F. *Development Biology*. 6. ed. Sunderland (MA): Sinauer Associates, 2000 (Adaptação).

Com base nos dados apresentados no gráfico, considere as afirmações a seguir.

- I. Para a espécie número 1, temperaturas entre 28 °C e 30 °C darão origem a indivíduos de somente um dos sexos.
- II. Para a espécie número 3, uma variação de temperatura de apenas 1 °C pode transformar uma maioria de fêmeas em maioria de machos.
- III. Para a espécie número 2, os ovos geram machos em temperaturas frias e fêmeas em temperaturas quentes.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas III.
- D) Apenas I e II.
- E) I, II e III.

12. (UFF-RJ) Um agricultor capturou uma cobra venenosa em sua propriedade e verificou as seguintes características do corpo do animal:



Disponível em: www.cobrasbrasileiras.com.br. Acesso em: set. 2011.

Características anatômicas	
Cabeça	Arredondada e com a mesma largura do pescoço
Olhos	Minúsculos e de difícil identificação
Fosseta loreal	Ausente
Cauda	Extremidade rombuda
Dentição	Proteróglifa

Analisando as características morfológicas anteriores, se pode concluir que a serpente era uma

- A) jararaca. D) cascavel.
B) coral verdadeira. E) falsa coral.
C) surucucu.

13.
WSTM

(FGV) Autotomia é a capacidade que alguns animais apresentam em soltar membros do corpo e regenerá-los posteriormente, por exemplo, a autotomia caudal observada em algumas espécies de lagartos, conforme mostra a figura.



Disponível em: <http://ulubiency.wp.pl>.

Nem todos os tecidos se recompõem e a regeneração torna-se menos eficiente a cada perda da cauda, podendo inclusive não ocorrer, dependendo do local da mutilação.

É correto afirmar que a regeneração dos tecidos ocorre em função da capacidade de células se desdiferenciarem, retornando à condição

- A) gamética e realizarem mitoses sucessivas com nova diferenciação.
B) embrionária e realizarem mitoses sucessivas sem nova diferenciação.
C) zigótica e realizarem meioses sucessivas com nova diferenciação.
D) mesodérmica e realizarem mitoses sucessivas sem nova diferenciação.
E) pluripotente e realizarem mitoses sucessivas com nova diferenciação.

14.
PXZH

(UFSM-RS) Alguns laboratórios desenvolveram fitas adesivas com o "princípio da lagartixa": elas aderem sem cola e não deixam resíduo. O segredo está na especialização do revestimento dos dedos desses répteis.

REVISTA SUPERINTERESSANTE,
p. 64, ago. 2012 (Adaptação).

Aliás, é justamente na pele desses animais que está uma das vantagens para a conquista definitiva do meio terrestre. Assinale a alternativa que indica qual é essa característica evolutiva.

- A) Epiderme delgada e por isso adaptada às condições do meio.

- B) Epiderme adaptada à respiração cutânea.
C) Epiderme impermeabilizada por grande quantidade de queratina.
D) Epiderme úmida e lubrificada, rica em glândulas mucosas.
E) Epiderme rica em glândulas sudoríparas.

15.
ASA6

(Unesp) São muitas as lojas que vendem animais exóticos para serem criados em casa como animais de estimação. Em uma dessas lojas, lagartos eram expostos em caixas de vidro, nas quais havia uma lâmpada acesa.

- A) Qual a razão da lâmpada na caixa em que está colocado o animal? Este procedimento tem alguma relação com algo que o animal experimenta em seu ambiente natural?
B) Se esta caixa fosse deixada na vitrine, diretamente sob a luz solar intensa, durante todo o dia, haveria prejuízo ao lagarto?

16. (UNIFESP) Os répteis foram o primeiro grupo de vertebrados a conquistar o ambiente terrestre de forma plena.

- A) Os répteis modernos estão classificados em três principais ordens. Dê um exemplo de uma espécie pertencente a cada uma dessas ordens.
B) Explique quais foram as adaptações necessárias para que os répteis pudessem viver no ambiente terrestre.

SEÇÃO ENEM

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

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

- A) comprimento do trato gastrointestinal para caber mais alimento.
B) área de contato com o conteúdo intestinal para absorção dos nutrientes.
C) liberação de calor via irrigação sanguínea para controle térmico do sistema digestório.
D) secreção de enzimas digestivas para aumentar a degradação proteica no estômago.
E) processo de digestão para diminuir o tempo de permanência do alimento no intestino.

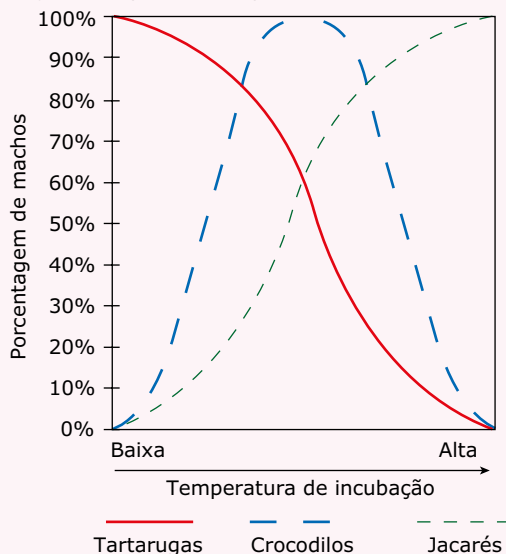
02. (Enem) Em certas localidades ao longo do Rio Amazonas, são encontradas populações de determinada espécie de lagarto que se reproduzem por partenogênese. Essas populações são constituídas, exclusivamente, por fêmeas que procriam sem machos, gerando apenas fêmeas. Isso se deve a mutações que ocorrem ao acaso nas populações bissexuais. Avalie as afirmações seguintes, relativas a esse processo de reprodução.

- I. Na partenogênese, as fêmeas dão origem apenas a fêmeas, enquanto, nas populações bissexuadas, cerca de 50% dos filhotes são fêmeas.
- II. Se uma população bissexuada se mistura com uma que se reproduz por partenogênese, esta última desaparece.
- III. Na partenogênese, um número X de fêmeas é capaz de produzir o dobro do número de descendentes de uma população bissexuada de X indivíduos, uma vez que, nesta, só a fêmea põe ovos.

É correto o que se afirma

- A) apenas em I.
- B) apenas em II.
- C) apenas em I e III.
- D) apenas em II e III.
- E) em I, II e III.

03. Em diversas espécies de répteis, não existem cromossomos sexuais e a temperatura de incubação dos ovos é que determina o sexo (macho ou fêmea) dos descendentes. O gráfico a seguir refere-se a essa determinação do sexo em algumas espécies de répteis.



Com base na análise do gráfico e em outros conhecimentos sobre o assunto, é correto afirmar que

- A) o aumento da temperatura na Terra (aquecimento global) pode contribuir para reduzir o tamanho de populações de jacarés e de tartarugas.
- B) os crocodilos nascidos após incubação, em temperaturas intermediárias, são hermafroditas.
- C) a incubação dos ovos em baixas temperaturas favorece uma maior produção de machos tanto em tartarugas quanto em jacarés.

- D) nos jacarés, uma maior produção de fêmeas ocorre quando os ovos são incubados em temperaturas mais elevadas.
- E) a determinação do sexo nesses animais independe da localização dos ovos no ninho e da época de postura.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. E
- 02. B
- 03. E
- 04. B
- 05. B, C, D, F

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. A
- 02. B
- 03. C
- 04. D
- 05. A
- 06. B
- 07. D
- 08. D
- 09.
- A) Predação e competição.
- B) Lagarto, pois os répteis apresentam ectotermia, ou seja, possuem a mesma temperatura do ambiente e, dessa forma, o órgão termorreceptor da serpente teria dificuldades de diferenciá-lo do meio.
- 10. C
- 11. B
- 12. B
- 13. E
- 14. C
- 15.
- A) A lâmpada acesa fornece calor e aumenta a temperatura ambiental no interior da caixa, elevando o metabolismo do lagarto, uma vez que esse animal é peclotérmico. No ambiente natural, o lagarto se expõe periodicamente à luz solar para aumentar sua temperatura corporal.
- B) Sim. A temperatura corporal do lagarto aumentaria excessivamente (hipertermia), o que poderia levar à desnaturação de suas enzimas, podendo, inclusive, causar a morte do animal.
- 16.
- A) Escamados: serpentes, lagartos, lagartixas e iguanas. Quelônios: tartarugas, cágados e jabutis. Crocodilianos: jacarés e crocodilos.
- B) Pele queratinizada e impermeável: ácido úrico como excreta nitrogenada; respiração pulmonar; ovo com casca; fecundação interna; anexos embrionários.

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. B
- 02. C
- 03. A



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Vertebrados: Aves e Mamíferos

AVES

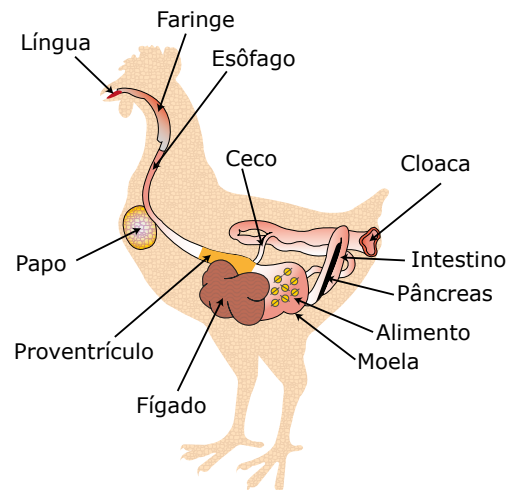
Características gerais

As aves são vertebrados bípedes, possuidores de penas inseridas na pele, com membros anteriores transformados em asas. A pele é seca, sem glândulas mucosas e com escamas córneas nas pernas. As penas são os anexos epidérmicos típicos das aves e, além de serem fundamentais ao voo, desempenham um papel importante no mecanismo de termorregulação, pois funcionam como isolantes térmicos.

Muitas aves têm, na região caudal, uma glândula, a glândula uropigiana (uropígea), produtora de uma secreção oleosa que é espalhada, com o auxílio do bico, sobre as penas para impermeabilizá-las. O fato de as penas de um pato, por exemplo, não se encharcarem, apesar de estarem em contato com a água, está relacionado a essa secreção.

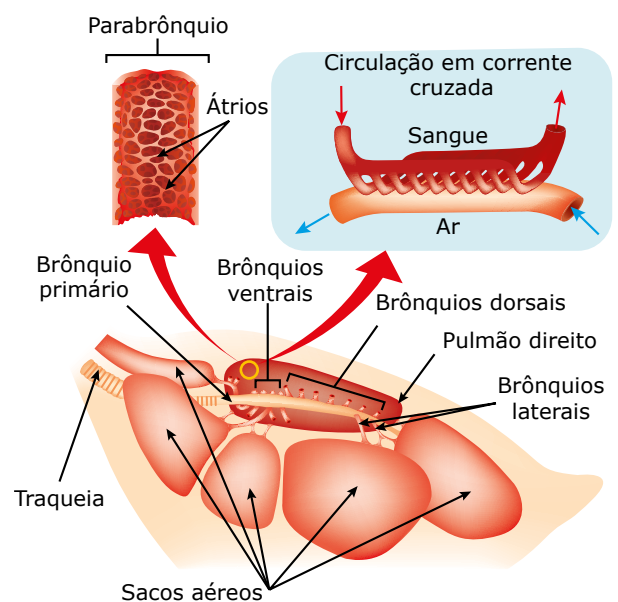
À semelhança dos répteis, as aves possuem apenas um côndilo occipital.

O sistema digestório é formado por um tubo digestório completo e contém glândulas anexas (glândulas salivares, fígado e pâncreas). As aves possuem um bico com cobertura córnea e com duas aberturas nasais (narinas) na parte superior. O bico é utilizado para obter e conduzir o alimento, para alisar as penas, para apanhar e arranjar os materiais que formam o ninho e para outros propósitos, inclusive de defesa. A forma do bico geralmente indica os hábitos alimentares de uma ave, sendo delgado em espécies que sondam em fendas ou capturam insetos; mais robusto, mas ainda alongado, em pica-paus que cavam na madeira; largo, mas delicado, em andorinhas que capturam insetos vivos durante o voo, etc. Esses animais não possuem dentes (adontes) e têm língua pouco desenvolvida. O esôfago tem uma dilatação, o papo, para armazenar e amolecer o alimento. Em algumas espécies, como nos pombos, existem glândulas especiais no papo, produtoras de uma secreção esbranquiçada rica em proteínas e lipídios que é regurgitada para alimentar os filhotes, ainda no ninho. Muitos chamam essa secreção de "leite de pombo". As aves possuem dois estômagos separados: o estômago químico (proventrículo) e o estômago mecânico (moela). Na moela, encontram-se pequenas pedras ingeridas pelo animal que contribuem para fazer a trituração do alimento. Essa atividade da moela, portanto, substitui a ação dos dentes, ausentes nas aves. O intestino se abre em uma cloaca.



Tubo digestório de uma ave.

A respiração é pulmonar. Os pulmões são pequenos e não apresentam alvéolos, sendo atravessados por uma rede de canais, os parabônquios, que são ramificações dos brônquios que se comunicam por expansões chamadas sacos aéreos.

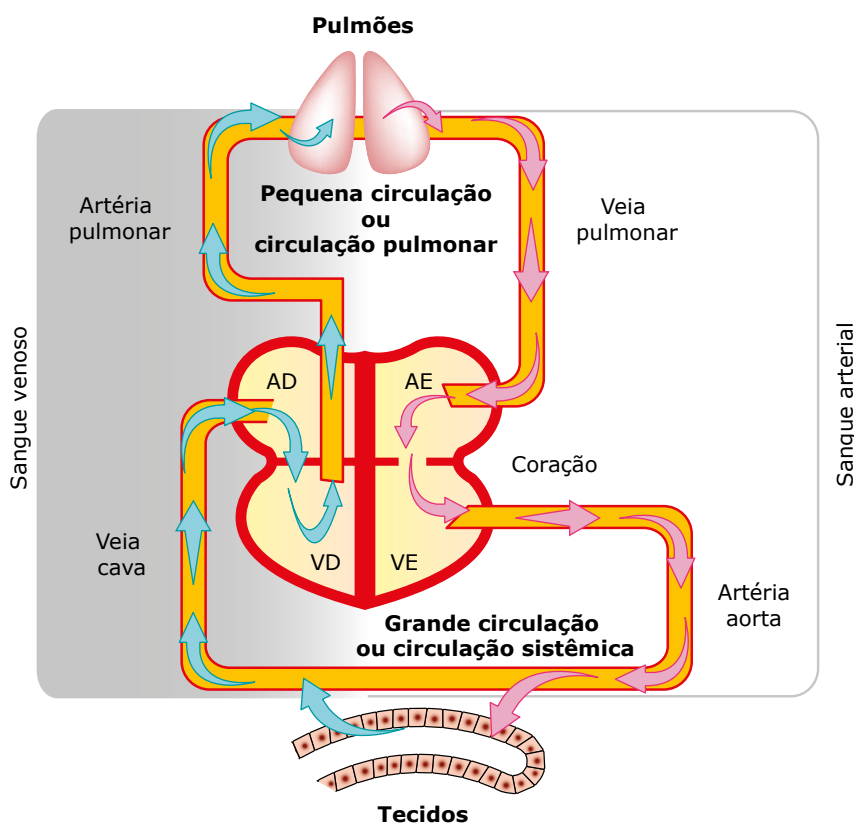


Sistema respiratório das aves.

Nas aves, o ar penetra nos pulmões com o auxílio da elevação das costelas e o aumento do volume do tronco. A partir dos pulmões, o ar penetra nos sacos aéreos através dos brônquios laterais, dorsais e ventrais. Extensões desses sacos aéreos penetram nos ossos pneumáticos. Apesar de compactos e quase rígidos, os pulmões das aves possuem uma razão de superfície de troca respiratória versus volume cerca de dez vezes maior em relação aos mamíferos. Dos brônquios ventrais e dorsais, ramificam-se milhares de parabônquios (com aproximadamente 1 mm de diâmetro) cujas paredes são constituídas de pequenos átrios que se entrelaçam com os capilares sanguíneos, formando um sistema de corrente cruzada, no qual ocorrem as trocas gasosas de modo extremamente eficiente. Na porção inferior da traqueia, as aves possuem uma estrutura típica, a siringe (não mostrada), cuja função é a de produzir som, sendo, portanto, o órgão canoro (do canto).

As aves têm vários pares de sacos aéreos, ligados aos pulmões e às cavidades dos ossos pneumáticos (ossos longos e cheios de ar). Além de armazenarem ar, os sacos aéreos e os ossos pneumáticos têm um papel fundamental na atividade de voo, pois são capazes de alterar a densidade do corpo do animal. Nesse sentido, têm função semelhante à da bexiga natatória dos peixes. As paredes dos sacos aéreos não são vascularizadas, portanto, não há troca de gases respiratórios nessas estruturas nem nos ossos pneumáticos.

A circulação das aves é fechada, dupla e completa. O coração é tetracavitário (duas aurículas e dois ventrículos), com o arco aórtico voltado para a direita.



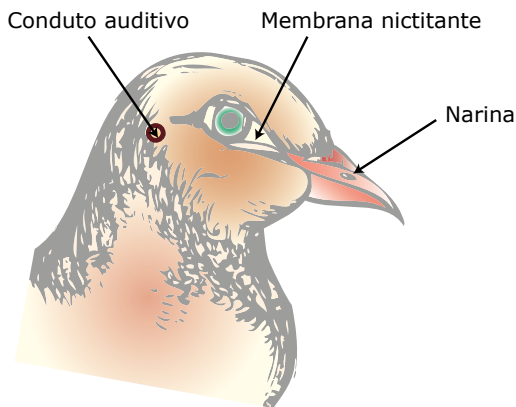
Circulação nas aves (esquema).

O átrio direito (AD) recebe sangue venoso proveniente dos diversos tecidos do corpo, enquanto o átrio esquerdo (AE) recebe sangue arterial vindo dos pulmões. Do átrio direito, o sangue venoso passa ao ventrículo direito (VD), de onde sai pela artéria pulmonar em direção aos pulmões. Nos pulmões, no nível dos capilares alveolares, ocorre a hematose, isto é, o sangue passa de venoso a arterial e, então, retorna ao coração pelas veias pulmonares, desembocando no átrio esquerdo. Do átrio esquerdo, o sangue arterial passa ao ventrículo esquerdo (VE), de onde sai pela artéria aorta em direção aos tecidos. Nos tecidos, o sangue passa de arterial a venoso, retornando ao coração por meio das veias que desembocam no átrio direito.

As aves são animais uricotélicos que possuem rins metânefros cujos ureteres terminam na cloaca. Esses animais não possuem bexiga urinária.

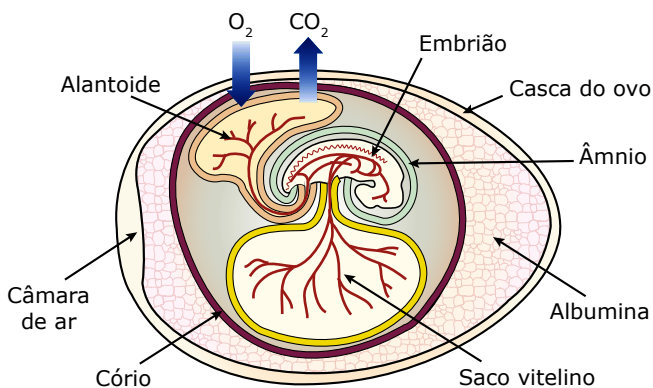
O sistema nervoso, como nos demais vertebrados, é cerebrosal, subdividido em sistema nervoso central (SNC) e sistema nervoso periférico (SNP).

O sistema sensorial apresenta olhos bem desenvolvidos, havendo visão de cores. Sob as duas pálpebras, há uma fina e transparente membrana, a membrana nictitante, que tem a função de proteger os olhos durante o voo. Possuem ouvidos interno, médio e conduto auditivo externo.



Sistema sensorial das aves.

As aves são animais dioicos, de fecundação interna, ovíparos e com desenvolvimento direto. Durante o desenvolvimento embrionário, formam quatro anexos: saco vitelino, âmnio, alantoide e cório.

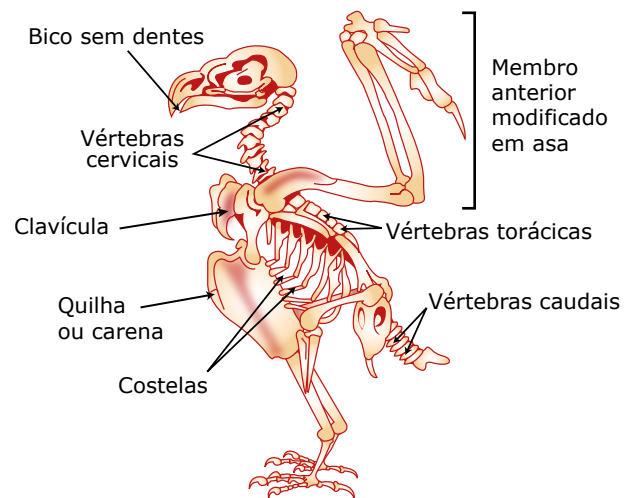


Ovo das aves e seus anexos embrionários – Cório (córon): membrana protetora que reveste mais externamente o embrião e os demais anexos embrionários. Âmnio (âmnion, bolsa amniótica): vesícula (bolsa) cheia de um líquido, denominado líquido amniótico, que, além de amortecer os choques mecânicos, protege o embrião contra a desidratação. Alantoide: tem função respiratória (realiza a troca dos gases respiratórios, O_2 e CO_2) e função excretora (recolhe e armazena as excretas nitrogenadas produzidas pelo metabolismo do embrião). Também retira minerais (cálcio) da casca, que serão utilizados na formação das primeiras estruturas esqueléticas mineralizadas do embrião. Saco vitelino (vesícula vitelínica): vesícula contendo reservas nutritivas (lipídios, proteínas) para o embrião.

Classificação das aves

As aves atuais estão subdivididas em duas subclasses: carinatas e ratitas.

- **Carinatas** – São, em sua maioria, boas voadoras. Possuem osso esterno com uma projeção anterior, denominada quilha ou carena, na qual se inserem os potentes músculos peitorais, responsáveis pelo batimento das asas: os pequenos peitorais, que levantam as asas, e os grandes peitorais, que as abaixam. A carena, assim como a de um navio, auxilia o deslocamento, no caso das aves, no voo. Exemplos: sabiá, pardal, andorinha, tico-tico, etc. Os pinguins, embora possuam carena, não voam.
- **Ratitas** – São aves não voadoras. Têm asas reduzidas ou ausentes e o osso esterno sem quilha. Exemplos: ema, avestruz e quiú.



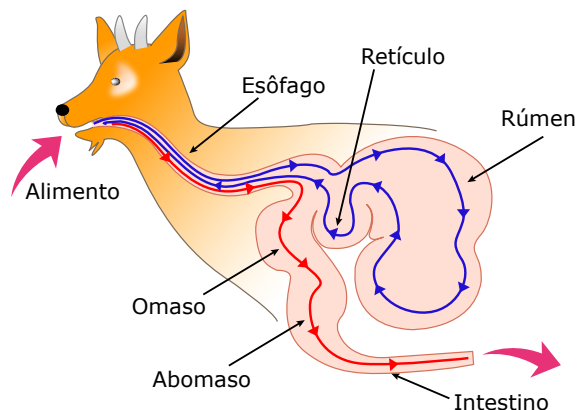
Esqueleto de uma ave voadora.

MAMÍFEROS

Características gerais

Os representantes da classe Mammalia se distinguem dos demais vertebrados pela presença de glândulas mamárias e por apresentarem o corpo total ou parcialmente recoberto por pelos. Na pele da maioria dos mamíferos, além dos pelos, há glândulas sudoríparas, que produzem o suor, envolvido no controle da temperatura (termorregulação), e glândulas sebáceas, produtoras de sebo (material lipídico que lubrifica os pelos e a pele). Outros anexos, como unhas, cascos, espinhos e chifres, também podem estar presentes.

O sistema digestório é formado por um tubo digestório completo e contém glândulas anexas (salivares, fígado e pâncreas). Na maioria dos mamíferos, o estômago apresenta uma única cavidade, na qual se realizam os processos mecânicos e químicos da digestão. Entretanto, nos mamíferos ruminantes (vaca, cabra, carneiro, girafa, etc.), o estômago apresenta quatro câmaras: rúmen (pança), retículo (barrete), omaso (folhoso) e abomaso (coagulador).



Estômago de um ruminante.

O alimento entra na pança ou rúmen, vai ao barrete ou retículo e volta à boca, onde é novamente mastigado; é, em seguida, engolido, indo ao omaso (folhoso) e depois ao abomaso (coagulador), de onde passa ao intestino. Nas duas primeiras câmaras estomacais, isto é, no rúmen e no retículo, vivem micro-organismos (bactérias e protozoários) que produzem as enzimas necessárias para a digestão da celulose. O retorno do alimento do retículo para a boca se dá por uma inversão voluntária do peristaltismo do esôfago. Na segunda deglutição, a passagem direta do esôfago para o omaso é possível graças a uma prega longitudinal na parede do esôfago. Somente na última câmara, ou seja, no abomaso, há produção de enzimas digestivas pela parede do estômago.

Na maioria dos mamíferos, o intestino se abre no ânus. Entretanto, nos mamíferos ovíparos, como o ornitorrinco e o equidna, a abertura do intestino se faz em uma cloaca.



Ornitorrinco.

Equidna.

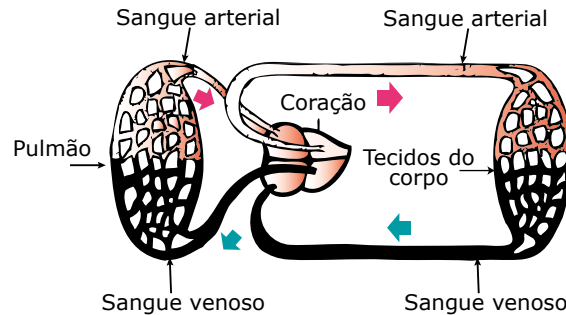
John Gould / Domínio Público

Mamíferos ovíparos.

Quanto ao sistema respiratório, todos os mamíferos, inclusive os aquáticos, como as baleias e os golfinhos, fazem a respiração pulmonar. Nos mamíferos, os pulmões atingem um elevado grau de complexidade. São revestidos por uma membrana serosa protetora, a pleura, e apresentam elevada superfície respiratória devido à presença de milhares de alvéolos. Os pulmões dos mamíferos estão assentados sobre o músculo diafragma. Esse músculo, que separa a cavidade torácica da cavidade abdominal, é uma exclusividade dos mamíferos e seus movimentos de contração e relaxamento são fundamentais para a entrada e saída do ar dos pulmões.

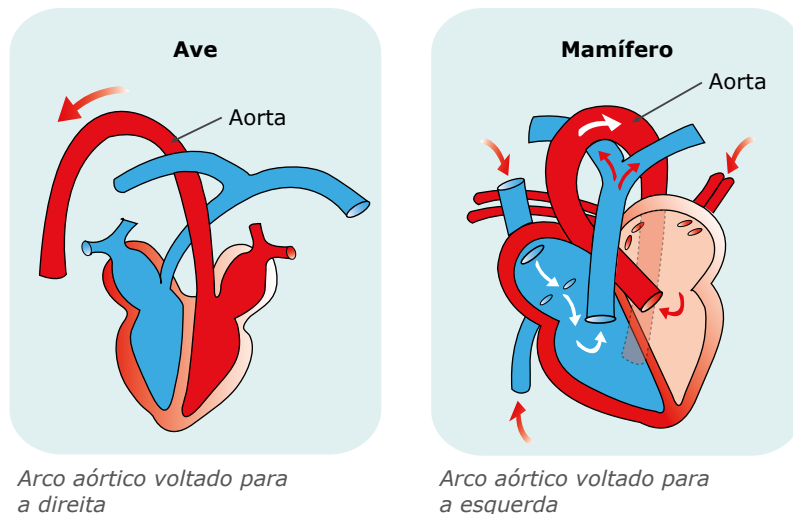
Os mamíferos aquáticos (baleias, golfinhos, peixe-boi), ou os que passam muito tempo na água (foca), precisam vir à tona, em determinados intervalos de tempo, em busca de ar.

O sistema circulatório dos mamíferos é semelhante ao das aves. A circulação é fechada, dupla e completa. O coração é tetracavitário (2 átrios e 2 ventrículos).



Circulação nos mamíferos.

A principal diferença entre o sistema circulatório dos mamíferos e o das aves diz respeito à curvatura da artéria aorta. Essa artéria nasce no ventrículo esquerdo, dirige-se para cima e faz uma curva sobre o coração, que é chamada de arco aórtico. Nas aves, essa curvatura se dá para a direita; já nos mamíferos, para a esquerda.



Esquema mostrando a curvatura da artéria aorta em aves e mamíferos.

Quanto à excreção, os mamíferos possuem rins metânefros. Em sua maioria, são animais ureotélicos. Os mamíferos ovíparos, à semelhança dos répteis e das aves, são uricotélicos.

O sistema nervoso é cerebrosplinal, subdividido em sistema nervoso central (SNC) e sistema nervoso periférico (SNP). A maioria das espécies são animais girencéfalos, isto é, a superfície externa do cérebro (córtex cerebral) apresenta um grande número de circunvoluções cerebrais (giros ou dobras) com muitos neurônios. Os mamíferos mais primitivos são lisencéfalos, isto é, o córtex cerebral é liso e com um número menor de neurônios.

O sistema sensorial é muito desenvolvido, sendo que muitas espécies têm visão de cores. Os mamíferos possuem orelha interna, média e externa e, em muitos, a orelha externa, além do conduto auditivo externo, também possui o pavilhão auditivo. São bem desenvolvidos os receptores gustativos da língua e os olfativos das mucosas nasais. Na superfície do corpo, também há um grande número de estruturas sensoriais relacionadas com o tato e com a percepção de pressão, frio, calor e dor.

São animais dioicos, de fecundação interna e, em sua maioria, vivíparos. Os mais primitivos, como o ornitorrinco e o equidna, são ovíparos. O desenvolvimento é direto.

Classificação dos mamíferos

A classe Mammalia está subdividida em três subclasses: **Prototheria** (prototérios), **Metatheria** (metatérios) e **Eutheria** (eutérios).

Mamíferos		
Prototérios	Metatérios	Eutérios
<p>Mamíferos primitivos: adelfos (as fêmeas não possuem vagina nem útero); com cloaca; ovíparos e aplacentados (sem placenta). As fêmeas não possuem mamilo (o leite escorre pelos pelos da barriga da mãe). Exemplo: Ornitorrinco e equidna.</p>	<p>Mamíferos didelfos (as fêmeas possuem duas vaginas e dois úteros); vivíparos; apresentam placenta reduzida (pouco desenvolvida) e são portadores de marsúpio (bolsa de pele no abdome, onde os filhotes completam o desenvolvimento). Exemplo: Canguru, coala, gambá.</p>	<p>Mamíferos típicos: monodelfos (as fêmeas possuem uma vagina e um útero); vivíparos; apresentam placenta bem desenvolvida. Constituem a maioria das espécies. Exemplo: Homem, boi, cabra, baleia, morcegos, etc.</p>

Principais grupos de mamíferos

Classe	Subclasses	Grupos	Ordens	Exemplos
Mammalia	Prototheria		Monotremata ou Adelfia	Ornitorrinco e equidna
	Metatheria		Marsupialia ou Didelfia	Canguru, coala, gambá
	Eutheria	Pisciformes (formato de peixe)	Cetacea	Baleia, golfinho, cachalote
			Sirenea	Peixe-boi da Amazônia
		Ungulados (providos de cascos)	Artiodactila	Boi, cabra, porco, camelo, hipopótamo
			Perissodactila	Cavalo, rinoceronte, zebra
			Unguiculados (portadores de garras)	Chiroptera
		Edentata ou Xenartra		Tatu, preguiça, tamanduá
		Rodentia		Rato, cutia, capivara
	Lagomorfa	Coelhos, lebres		
Carnivora	Gato, cão, tigre, onça, leão, hiena			
Primata	Macacos diversos (grandes e pequenos), homem			

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01.
3WG1



- (Fatec-SP) Assinale a afirmação incorreta.
- As aves são animais homeotermos, como os mamíferos.
 - As aves são os únicos animais providos de penas.
 - As aves apresentam circulação dupla e coração com quatro cavidades.
 - As aves não possuem bexiga urinária e a excreção é rica em ácido úrico (uricotélicos).
 - As aves são amniotas e algumas ordens apresentam pulmões do tipo alveolar, como os dos mamíferos.

02.
CVFT



- (UFJF-MG) As aves possuem muitas características peculiares. Entre elas, estão os sacos aéreos ligados aos pulmões que, além de servirem como reservatórios de ar, surgiram como adaptações para
- tornar o animal mais apto à respiração aérea.
 - diminuir o peso específico desses animais.
 - assegurar maior abastecimento de oxigênio ao organismo.
 - suprir a ausência de alvéolos no parênquima pulmonar.

03.

- (FUC-MT) Os mamíferos são os únicos animais que apresentam
- glândulas mamárias e pelos, mas não hemácias anucleadas e diafragma.
 - glândulas mamárias, pelos, hemácias anucleadas e diafragma.
 - glândulas mamárias, pelos e hemácias anucleadas, mas não diafragma.
 - glândulas mamárias e diafragma, mas não pelos e hemácias anucleadas.
 - glândulas mamárias, mas não pelos, hemácias anucleadas e diafragma.

04.
CPXO



- (PUCPR) Os mamíferos, em relação ao tipo de reprodução que apresentam, podem ser classificados em três grupos:
- Placentários: vivíparos, apresentando desenvolvimento completo do embrião dentro do útero materno, ao qual se liga por meio de uma placenta. Exemplos: baleia, peixe-boi e golfinho.
 - Marsupiais: vivíparos, cujos embriões se desenvolvem parcialmente no útero materno, completando seu desenvolvimento numa bolsa externa localizada no ventre materno – o marsúpio. Exemplos: gambá e cuíca.
 - Monotremados: ovíparos, com desenvolvimento embrionário completamente realizado fora do útero materno. Exemplos: ornitorrinco e equidna.
- Está(ão) correta(s)
- apenas II e III.
 - apenas I e III.
 - apenas I.
 - todas.
 - apenas I e II.

05.

- (UCS-RS-2022) *Jurassic World: Dominion*, o mais recente filme da franquia *Jurassic Park*, traz algumas espécies de dinossauros apresentando penas pela primeira vez na série. Sabe-se que as penas apareceram antes das aves modernas e, provavelmente, já eram componentes da estrutura de dinossauros e de outros répteis ancestrais, como os de espécies de transição tal qual o *Archaeopteryx*. Entre os grupos atuais de vertebrados, apenas as aves possuem penas. No entanto, elas compartilham características com outros vertebrados, como por exemplo:
- um coração com quatro câmaras, presente também em serpentes, lagartos e crocodilianos.
 - uma cloaca, presente também em répteis e mamíferos monotremados.
 - sacos aéreos, presentes também em anfíbios e serpentes.
 - ossos pneumáticos, presentes também em répteis e mamíferos voadores.
 - uma glândula uropigiana, presente também em répteis aquáticos.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01.
VPM6



- (UNITAU-SP) As aves são admiravelmente especializadas para o voo, condição diretamente relacionada ao sucesso adaptativo desses animais nos mais diferentes ambientes da Terra. Entre as alternativas a seguir, assinale aquela que apresenta apenas elementos diretamente relacionados ao voo das aves.
- Revestimentos de queratina e penas.
 - Glândula uropigiana e penas.
 - Ossos pneumáticos e penas.
 - Bico córneo e penas.
 - Glândula uropigiana e sacos aéreos.

02.

- (FUVEST-SP) No Egito, muitos artefatos de pedra, vendidos como provenientes dos tempos dos faraós, são falsificados. O processo de falsificação consiste em esculpir pequenas pedras e misturá-las com a comida oferecida às galinhas. As pedras atravessam todo o tubo digestório da galinha, tendo depois aspecto de objetos antigos e desgastados pelo uso. Esse processo de “envelhecimento mecânico” deve-se à ação
- do bico.
 - do papo.
 - do estômago químico.
 - da moela.
 - do intestino.

03. (Unesp)

Quando abrirem meu coração

Vão achar sinalização

De mão e contramão.

FERNANDES, Millôr. *Veja*, 4 abr. 2012.

No contexto da biologia, os versos de Millôr Fernandes, falecido em 2012, podem ser usados para ilustrar, de maneira poética, as características de um sistema circulatório em que os sangues arterial e venoso seguem fluxos distintos, sem se misturarem.

Nessas condições, o protagonista desses versos poderia ser

- A) uma ave ou um peixe.
- B) um réptil ou um mamífero.
- C) um mamífero ou uma ave.
- D) um peixe ou um réptil.
- E) um réptil ou uma ave.

04. (PUC-Campinas-SP) Das características a seguir, a que distingue coelhos de pombos é a ocorrência de

- A) queratina nos anexos da pele.
- B) ossos pneumáticos no esqueleto.
- C) respiração pulmonar.
- D) coração com 4 cavidades.
- E) endotermia.

05.



(PUC Minas) Os cordados são animais deuterostômios celomados e triblásticos. Apresentam também notocorda, tubo neural e fendas faringianas em pelo menos em algum estágio de seu desenvolvimento, ou mesmo, na fase adulta.

A seguir são enumeradas algumas características de um grupo de animais:

- Aparecem exemplares aquáticos.
- Algumas espécies apresentam capacidade de voo.
- Animais endotérmicos, com glândulas sudoríparas e sebáceas na pele.
- Há exemplares vegetarianos, carnívoros e outros onívoros.
- Há representantes ovíparos, mas não ovovivíparos.
- Possuem coração tetracavitário, sendo a circulação dupla e completa.

Os cordados com essas características são classificados no grupo dos

- A) anfíbios.
- B) répteis.
- C) mamíferos.
- D) aves.

06.



(UFMG) – Vocês querem saber o que foi que os mamíferos inventaram, que é ainda melhor do que o ovo que se enterra no chão ou se bota no ninho? Pois os mamíferos [...].

RIBEIRO, J. U. *O sorriso do lagarto*.

A frase, interrompida nessa passagem, poderia ser completada, apropriadamente, com uma característica que diferenciase os mamíferos dos outros vertebrados.

A alternativa que apresenta essa característica é:

- A) Controle da reprodução através de hormônios.
- B) Controle da temperatura corporal.
- C) Estruturas adaptadas para fecundação interna.
- D) Placenta como órgão de interlace materno-fetal.
- E) Presença de glândulas de secreção.

07.



(Fatec-SP) As seguintes características estão presentes nos animais vertebrados: I. Glóbulos vermelhos anucleados; II. Reprodução por fecundação externa; III. Ovos sempre protegidos por casca rígida; IV. Produção de suor; V. Presença de placenta; VI. Coração com um só ventrículo.

Nos mamíferos, ocorrem apenas

- A) I, II e IV.
- B) I, II e VI.
- C) I, IV e VI.
- D) I, IV e V.
- E) II, IV e V.

08.

(OBB) Embora o número de espécies de mamíferos atuais seja pequeno comparado ao de outros vertebrados, é inegável o sucesso adaptativo do grupo, principalmente nos últimos 70 milhões de anos, quando comparado aos outros grupos de vertebrados.

Dos seguintes fatores:

- I. Variação de tamanho entre os indivíduos.
- II. Ocupação de diferentes *habitats* em diferentes ambientes do mundo.
- III. Hábitos alimentares variados.

Quais são evidências do enorme sucesso adaptativo dos mamíferos?

- A) Apenas II e III.
- B) Apenas I e II.
- C) Apenas o III.
- D) Nenhum.
- E) Todos.



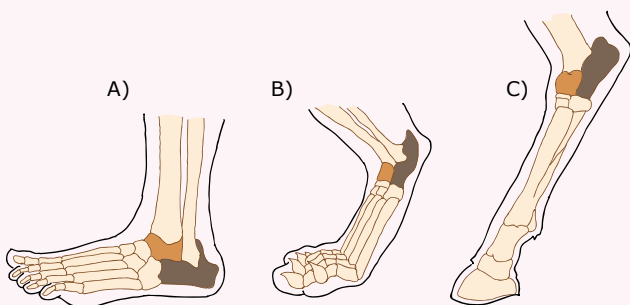
12. (FMJ-SP) Os mamíferos ruminantes apresentam um estômago com quatro compartimentos: rúmen (pança), retículo (barrete), omaso (folhoso) e abomaso (coagulador).

- A) Sabe-se que existem micro-organismos nas regiões do rúmen e do retículo. Qual o principal papel desses micro-organismos na digestão dos vegetais ingeridos pelos ruminantes? Explique por que o fornecimento excessivo de antibióticos aos ruminantes pode fazê-los emagrecer.
- B) Qual compartimento do estômago dos ruminantes tem o papel análogo ao estômago humano? Como ocorre a digestão química nesse compartimento do estômago dos ruminantes?

SEÇÃO ENEM

01. (Enem-2020) Grupos de proteção ao meio ambiente conseguem resgatar muitas aves aquáticas vítimas de vazamentos de petróleo. Essas aves são lavadas com água e detergente neutro para a retirada completa do óleo de seu corpo e, posteriormente, são aquecidas, medicadas, desintoxicadas e alimentadas. Mesmo após esses cuidados, o retorno ao ambiente não pode ser imediato, pois elas precisam recuperar a capacidade de flutuação. Para flutuar, essas aves precisam
- A) recuperar o tônus muscular.
 - B) restaurar a massa corporal.
 - C) substituir as penas danificadas.
 - D) restabelecer a capacidade de homeotermia.
 - E) refazer a camada de cera impermeabilizante das penas.

02. Os mamíferos terrestres possuem três modalidades principais de apoio sobre o solo, conforme mostram as ilustrações a seguir.



A) mamíferos plantígrados (apoiam-se sobre as plantas dos pés); B) mamíferos digitígrados (apoiam-se sobre os dedos); C) mamíferos unguilados (apoiam-se sobre os cascos).

Com base nas informações fornecidas, é correto dizer que o homem, o cavalo e o gato são, respectivamente, exemplos de mamíferos

- A) plantígrado, digitígrado e unguilado.
- B) plantígrado, unguilado e digitígrado.
- C) digitígrado, unguilado e plantígrado.
- D) digitígrado, plantígrado e unguilado.
- E) unguilado, plantígrado e digitígrado.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. E
- 02. B
- 03. B
- 04. D
- 05. B

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. C
- 02. D
- 03. C
- 04. B
- 05. C
- 06. D
- 07. D
- 08. E
- 09. A
- 10. A
- 11. Soma = 11
- 12.

- A) O papel dos micro-organismos é digerir a celulose. Os antibióticos podem fazer os ruminantes emagrecerem, pois matam as bactérias responsáveis pela digestão da celulose das folhas, principal fonte de energia deles.
- B) O abomaso. Nesse local há secreção de suco gástrico. O principal papel é digerir as proteínas por meio da atuação da pepsina.

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. E
- 02. B



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Histologia Vegetal

Por serem as plantas mais derivadas na filogenia evolutiva, usaremos as angiospermas como referência para estudar os tecidos e os órgãos vegetais.

O quadro a seguir relaciona os tecidos vegetais, subdivididos em dois grupos: **tecidos meristemáticos** (meristemas) e **tecidos permanentes** (adultos).

Tecidos vegetais		
Meristemáticos (meristemas)	Primários	<ul style="list-style-type: none"> • Protoderme • Meristema fundamental • Procâmbio
	Secundários	<ul style="list-style-type: none"> • Câmbio interfascicular (câmbio vascular) • Felogênio (câmbio da casca)
Permanentes (adultos)	Proteção (revestimento)	<ul style="list-style-type: none"> • Epiderme • Súber*
	Sustentação	<ul style="list-style-type: none"> • Colênquima • Esclerênquima*
	Condução (transporte)	<ul style="list-style-type: none"> • Xilema (lenho)* • Floema (líber)
	Assimilação	<ul style="list-style-type: none"> • Parênquima clorofiliano paliádico • Parênquima clorofiliano lacunoso
	Reserva (armazenamento)	<ul style="list-style-type: none"> • Parênquima amilífero • Parênquima aquífero • Parênquima aerífero (aerênquima)
	Preenchimento	<ul style="list-style-type: none"> • Parênquima cortical • Parênquima medular

*Tecidos formados por células mortas e, portanto, sem atividade metabólica.

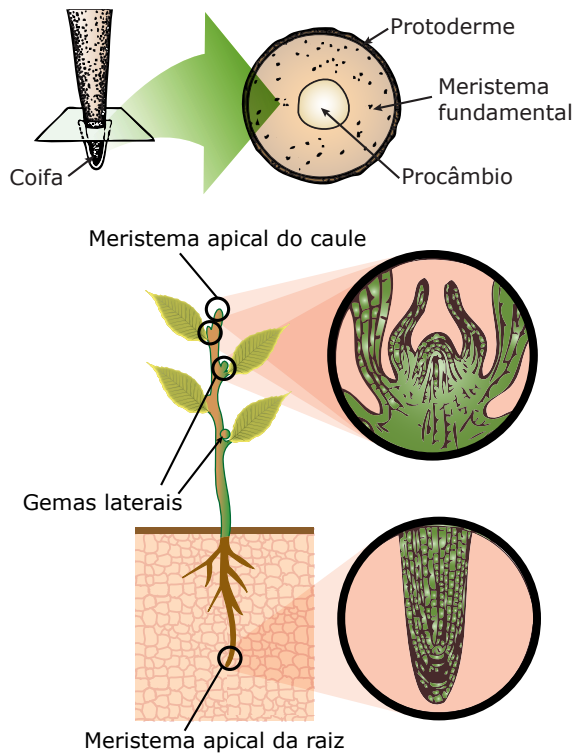
TECIDOS MERISTEMÁTICOS (MERISTEMAS)



As células meristemáticas são, em geral, pequenas, com parede celular delgada (constituída apenas pela parede primária), apresentando um núcleo central volumoso. Podem apresentar, ainda, os proplastos (estruturas precursoras dos plastos). Possuem grande capacidade proliferativa, isto é, reproduzem-se rápida e intensamente por mitose, promovendo o crescimento da planta. Também produzem alguns hormônios (fitormônios) que promovem o alongamento (distensão) das células vegetais. São células indiferenciadas ou pouco diferenciadas porque não apresentam uma especialização marcante, como ocorre na maioria dos tecidos permanentes.

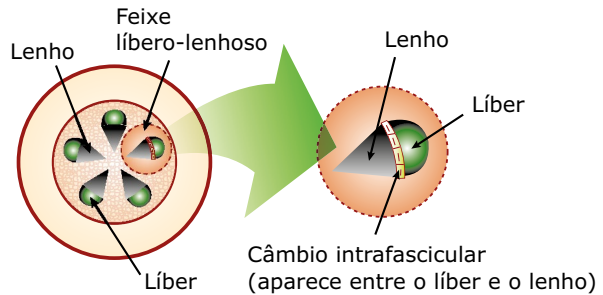
À medida que a célula meristemática se desenvolve, ela passa por um processo de diferenciação, tornando-se, assim, uma célula adulta e especializada em determinada função (proteção, fotossíntese, sustentação, armazenamento, etc.). Com a diferenciação, a célula perde parcial ou totalmente sua capacidade de proliferação, e sua parede celular torna-se mais espessa, devido à formação da parede secundária. Ainda durante o processo de diferenciação, os proplastos se desenvolvem e dão origem aos plastos.

Os tecidos meristemáticos podem ser primários ou secundários. Os meristemas primários têm origem a partir de células do embrião contido nas sementes, enquanto os secundários se originam de células já adultas, que, após certo tempo, sofrem uma desdiferenciação, ou seja, voltam a ter características de células embrionárias.



Meristemas primários – Compreendem a protoderme, o meristema fundamental e o procâmbio, encontrados nas extremidades (ápice) do caule e da raiz e nas gemas laterais do caule. Na extremidade da raiz, esses tecidos são protegidos por uma estrutura denominada coifa. Os meristemas primários são responsáveis pelo crescimento primário da raiz e do caule, isto é, pelo crescimento longitudinal desses órgãos vegetais. Raiz e caule, portanto, crescem em comprimento através de suas extremidades. Assim, se em uma árvore de 5 metros de altura fizermos uma marca qualquer no caule, a um metro do solo, quando a árvore estiver com 10 metros de altura, por exemplo, a marca continuará no mesmo nível, isto é, a 1 metro do solo.

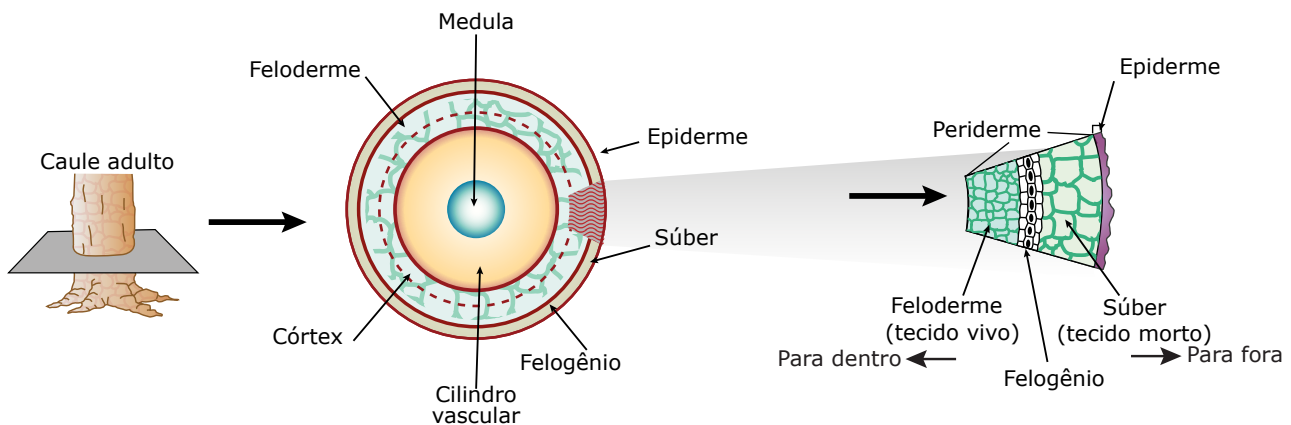
À medida que as células dos meristemas primários se diferenciam e se tornam adultas, originam tecidos permanentes (adultos). Nesse processo de diferenciação, a protoderme origina a epiderme (tecido permanente que reveste externamente folhas, flores, caules e raízes jovens); o meristema fundamental origina os tecidos permanentes fundamentais da planta, tais como o colênquima, o esclerênquima e os parênquimas; o procâmbio origina os tecidos vasculares primários (xilema primário, floema primário) e o câmbio interfascicular.



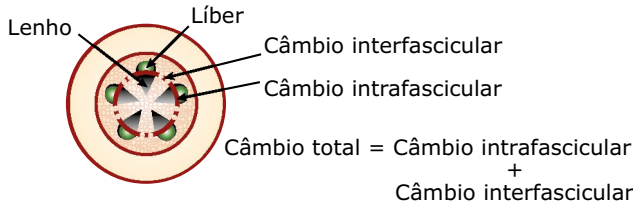
Feixe líbero-lenhoso – A ilustração anterior mostra um corte transversal esquemático do caule de uma angiosperma dicotiledônea. O xilema (lenho) é formado por vasos lenhosos, estruturas responsáveis pela condução da seiva bruta, constituída por água e sais minerais. O floema (líber) é formado pelos vasos liberianos, responsáveis pela condução da seiva elaborada, constituída, basicamente, por solução contendo glicose. O procâmbio que permanece entre o lenho e o líber passa a ser denominado câmbio fascicular ou intrafascicular.

Os meristemas secundários não são encontrados em todos os vegetais. Eles são formados apenas em gimnospermas e em certas angiospermas dicotiledôneas, sendo de dois tipos: felogênio e câmbio interfascicular, originários de um processo de dediferenciação de células adultas, que voltam a ter elevada capacidade de proliferação, assim como acontece com as células embrionárias. Esses tecidos são os principais responsáveis pelo crescimento secundário (crescimento em espessura) dos caules e das raízes.

Corte transversal esquemático do caule



Felogênio – Também chamado de câmbio do súber ou câmbio da casca, o felogênio origina-se da dediferenciação de células adultas do parênquima cortical, localizado logo abaixo da epiderme. Essas células readquirem o poder proliferativo e passam a se multiplicar lateralmente, "jogando" células para o lado externo e para o lado interno do órgão vegetal. As células que se proliferam para o lado externo formam o súber, um tecido de revestimento mais resistente do que a epiderme. As células que se proliferam para o lado interno formam a feloderme, tecido de preenchimento parenquimático. O felogênio, o súber e a feloderme constituem a periderme.



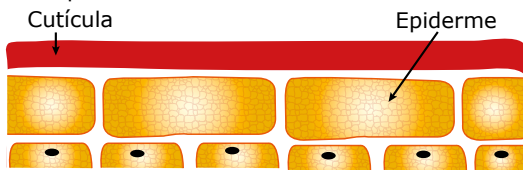
Câmbio interfascicular – Também chamado de **câmbio vascular**, origina-se de um processo de **desdiferenciação** de células adultas do cilindro central, localizadas entre os feixes líbero-lenhosos aí existentes. Suas células produzem os vasos lenhosos e liberianos secundários. Ao se proliferarem para o lado externo do órgão, produzem vasos liberianos; ao se proliferarem para o lado interno, originam vasos lenhosos.

TECIDOS PERMANENTES (ADULTOS)

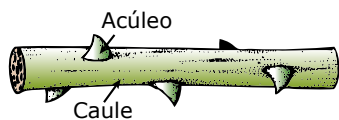


Originam-se de um processo de diferenciação dos tecidos meristemáticos. Suas células são especializadas em realizar determinadas funções. A classificação desses tecidos está baseada na função principal que realizam.

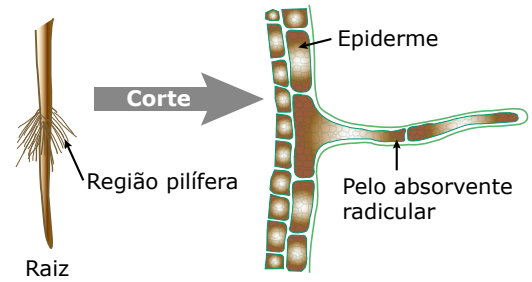
Os tecidos de revestimento (tecidos de proteção, tecidos tegumentares) estão representados pela epiderme e pelo súber (também conhecido por cortiça). A epiderme origina-se da protoderme (meristema primário), enquanto o súber tem origem no felogênio (meristema secundário). A epiderme é formada por células vivas, enquanto o súber é um tecido morto devido à ocorrência de suberificação em suas células. A suberificação é a deposição de suberina nas paredes celulares que inicialmente eram celulósicas. A suberina é uma substância de natureza lipídica que impermeabiliza a parede celular. A epiderme é encontrada revestindo externamente os órgãos vegetais (raízes, caules, folhas, flores). O súber é encontrado no caule e na zona suberosa das raízes, substituindo a epiderme. A epiderme, em geral, é formada por uma monocamada de células poliédricas e justapostas. O súber é mais espesso e confere maior proteção ao caule e às raízes. A epiderme pode apresentar algumas estruturas anexas, os chamados anexos epidérmicos, como cutícula, acúleos, tricomas (pelos), estômatos e hidatódios, e no súber podemos encontrar as lenticelas.



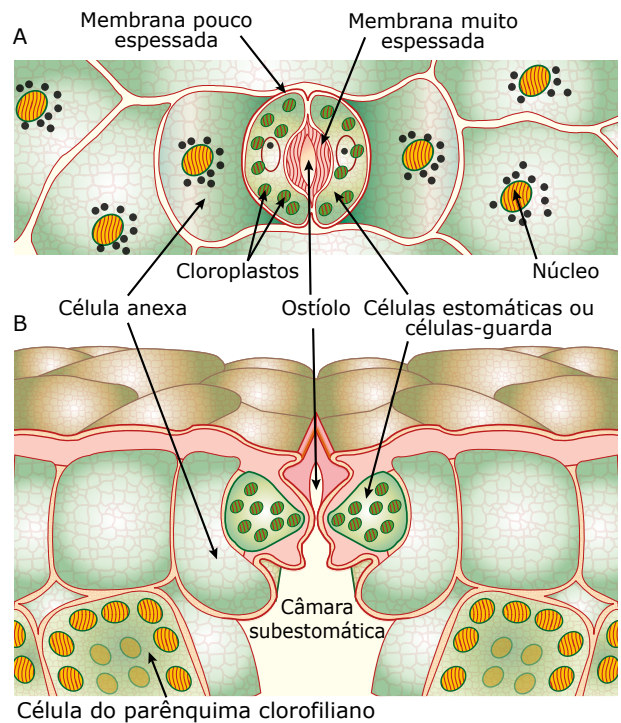
Cutícula – É uma camada de cutina (lipídio) que se forma sobre a face epidérmica exposta ao ar atmosférico, resultante do processo de **cutinização** (transformação da celulose da parede primária das células em cutina). A cutícula impermeabiliza a epiderme, o que reduz a perda de água através da transpiração cuticular, contribuindo, assim, para evitar a desidratação da planta. Tais características justificam o fato de essa estrutura ser especialmente desenvolvida nas xerófitas (plantas de regiões secas).



Acúleos – Estruturas resistentes, pontiagudas, formadas pelo espessamento e endurecimento das paredes das células epidérmicas. São frequentemente confundidos com espinhos (folhas modificadas) e têm função de defesa (estrutura protetora). Ocorrem, geralmente, no caule, como acontece nas roseiras.

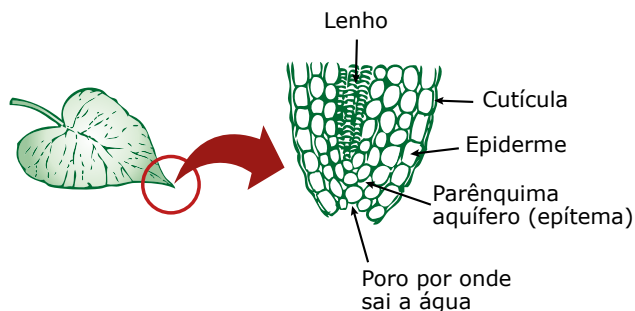


Tricomas – São expansões da epiderme que apresentam variedade de formas, podendo desempenhar diferentes funções (absorção, secreção, proteção). Os tricomas podem ocorrer na epiderme de diferentes partes da planta. Por exemplo: na zona pilífera das raízes, são encontrados pelos absorventes que retiram do solo água e sais minerais; em certas folhas de plantas insetívoras, existem pelos que produzem secreções contendo enzimas digestivas; nas folhas da urtiga, existem pelos que produzem substâncias urticantes que têm a função de proteger a planta contra ataques de animais; na superfície de folhas de plantas de clima quente, é comum encontrar um emaranhado de pelos que retêm umidade, dificultando a perda de água pela transpiração.

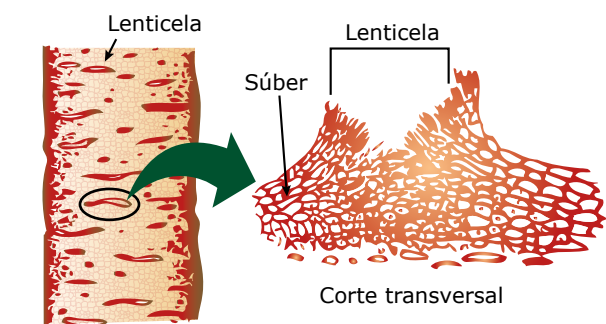


Estômato visto de frente (A) e de perfil (B).

O número de estômatos é variável. Cada estômato é formado por duas células epidérmicas modificadas, reniformes, ricas em cloroplastos, denominadas células-guarda (células estomáticas) e por um poro (abertura) denominado ostíolo. As células epidérmicas justapostas às células-guarda são chamadas células anexas. As células-guarda são as únicas células da epiderme que possuem cloroplastos e, portanto, são capazes de realizar fotossíntese. Os estômatos possuem um mecanismo de fechamento e abertura e têm como função possibilitar a entrada e a saída de gases (O₂ e CO₂), como também a saída de água no estado de vapor (fenômeno conhecido por transpiração estomática, que ocorre durante o dia).

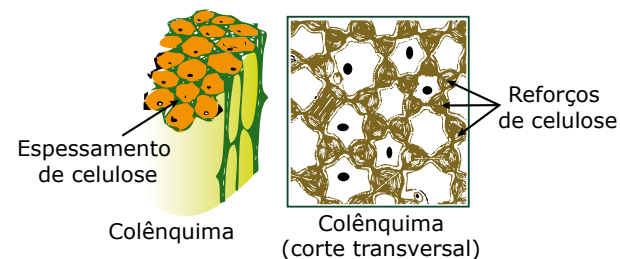


Hidatódios – São poros (aberturas) microscópicas localizados nos bordos da folha, semelhantes aos estômatos, não apresentando, entretanto, o mecanismo de abertura e fechamento. Através desses poros, a planta elimina água em forma de gotículas e sais minerais (fenômeno denominado sudação ou gutação, que ocorre à noite). O espaço logo abaixo do hidatódio é ocupado por um tecido de preenchimento chamado epítima. Sobre esse tecido terminam vasos lenhosos que aí liberam o excesso de água e sais minerais que serão, então, eliminados sob a forma de gotículas.



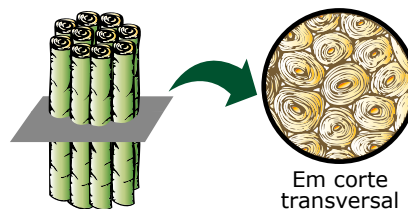
Lenticelas – São pequenos pontos de ruptura do tecido suberoso (súber), que aparecem como orifícios na superfície do caule. Através desses orifícios, à semelhança do que acontece nos estômatos, também ocorrem trocas gasosas (O_2 e CO_2) entre a planta e o meio exterior. Por isso, os estômatos, juntamente com as lenticelas, constituem o sistema de arejamento das plantas.

Os tecidos de sustentação que têm origem no meristema fundamental estão representados pelo colênquima, tecido formado por células vivas, e pelo esclerênquima, tecido morto devido à intensa lignificação das células. A lignina é um composto fenólico, resistente e impermeável, que se deposita na parede celular, determinando a morte das células. O sistema de sustentação dos vegetais, denominado esteroma, é formado por esses dois tecidos.

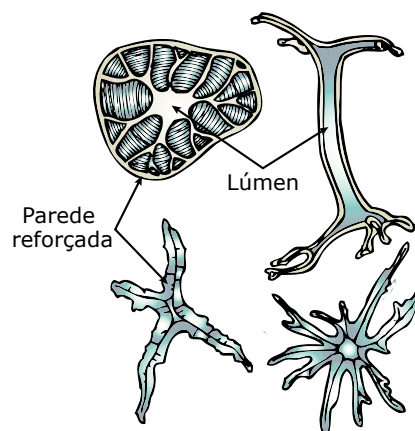


Colênquima – Suas células, também denominadas fibras colenquimáticas, em geral, são alongadas, cilíndricas e possuem reforços de celulose em suas paredes. As fibras do colênquima formam feixes que se distribuem longitudinalmente, logo abaixo da epiderme, dos caules novos, dos pecíolos das folhas e ao longo da nervura das folhas. As raízes raramente possuem colênquima. O colênquima confere resistência e flexibilidade aos órgãos das plantas.

No esclerênquima, as células podem ser alongadas (fibras) ou pequenas com morfologia irregular (esclereídes).



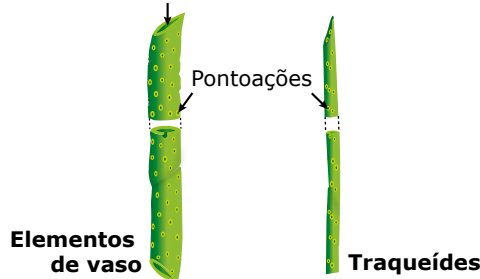
Fibras do esclerênquima – Agrupam-se formando feixes que, geralmente, circundam os vasos condutores de seiva nos caules e nas nervuras das folhas. Esses feixes são alvo de grande interesse econômico, uma vez que fornecem fibras têxteis (sisal, juta, linho, rami, etc.).



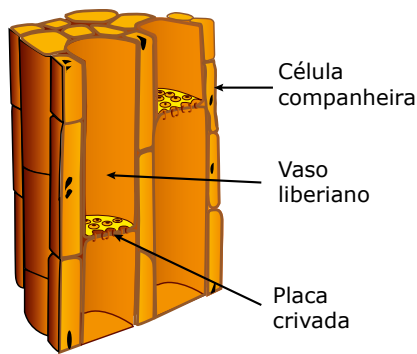
Esclereídes – Podem ocorrer isolados, como acontece nas folhas da camélia, ou em grupos compactos, como acontece nos caroços de pêssigo, azeitona e coco.

Os tecidos de condução (transporte) estão representados pelo xilema (lenho) e pelo floema (líber). Os principais componentes do xilema são os vasos lenhosos, cujas paredes são formadas por células mortas lignificadas. No floema, os principais componentes são os vasos liberianos, formados por células vivas. Os vasos lenhosos são responsáveis pela condução da seiva bruta, enquanto os vasos liberianos conduzem a seiva elaborada. O xilema e o floema constituem o chamado sistema de transporte da planta.

Perfuração (parede transversal destruída)

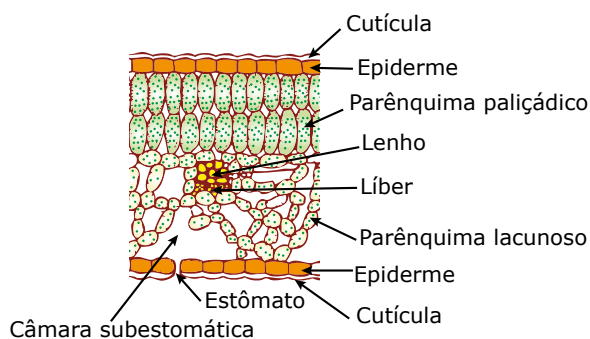


Vasos lenhosos – Os vasos lenhosos podem ser de dois tipos: elementos de vaso e traqueídes. Os elementos de vaso são as principais estruturas condutoras de seiva bruta nas angiospermas. Os traqueídes são encontrados em todas as plantas vasculares.



Vasos liberianos – Também chamados de tubos crivados, são formados por células vivas e alongadas, dispostas em sequência, de modo a formar cordões contínuos desde as folhas até as raízes. As células que formam o vaso liberiano são denominadas elementos de tubo crivado. Essas células não possuem núcleo e estão separadas por septos transversais contendo vários crivos (orifícios), denominados placas crivadas, que permitem a passagem da seiva elaborada de uma célula para outra. Os vasos liberianos são acompanhados em sua trajetória pelas células companheiras (células vivas, nucleadas) que fornecem aos tubos crivados as substâncias necessárias ao seu funcionamento.

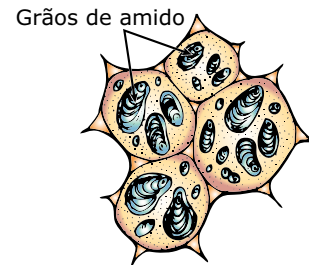
Os tecidos de assimilação estão representados pelos parênquimas clorofilianos (clorênquimas): paliçádico e lacunoso. São altamente especializados em realizar fotossíntese (assimilação clorofiliana). Localizam-se, principalmente, no mesófilo (espaço existente entre a epiderme superior e a epiderme inferior das folhas).



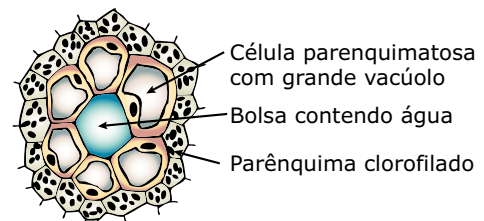
Folha em corte transversal.

O parênquima clorofiliano paliçádico possui células prismáticas, justapostas e, geralmente, é encontrado abaixo da epiderme superior das folhas, sendo responsável pela maior parte da atividade fotossintética da folha. O parênquima clorofiliano lacunoso (esponjoso) tem células de morfologia irregular que se dispõem formando espaços (lacunas) entre elas. Geralmente, se localiza acima da epiderme inferior, e suas células têm menos cloroplastos que as do parênquima paliçádico.

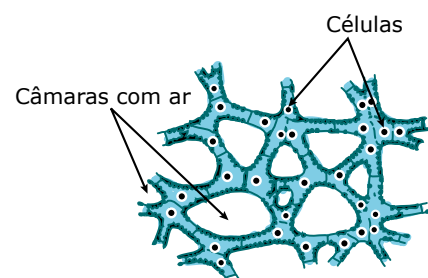
Os tecidos de reserva (armazenamento) são formados por células sem cloroplastos, sendo, por isso, também denominados parênquimas incolores. Ocorrem praticamente em todos os órgãos das plantas e estão representados pelos parênquimas amilífero, aquífero e aerífero.



Parênquima amilífero – Suas células são especializadas em armazenar grãos de amido. É encontrado, por exemplo, em caules subterrâneos do tipo tubérculo (como a batata-inglesa) e em raízes tuberosas (como a mandioca).



Parênquima aquífero (hidrênquima) – É formado por células com grandes vacúolos e alto poder de retenção hídrica e, desse modo, é especializado em armazenar água. Além de acumular água nos grandes vacúolos, as células se dispõem delimitando vesículas (bolsas) nas quais a água também fica armazenada. É encontrado mais frequentemente em plantas de regiões áridas, como as plantas de desertos.



Parênquima aerífero (aerênquima) – Armazena ar em grandes lacunas existentes entre suas células. É encontrado em plantas aquáticas flutuantes (aguapé, por exemplo). O acúmulo de ar diminui a densidade relativa da planta e permite a sua flutuação.

Os tecidos de preenchimento ocupam os espaços entre os demais tecidos. Quando os espaços são preenchidos no córtex (região periférica de caule e raízes, situada logo abaixo do tecido de revestimento), ele é dito parênquima cortical; quando o preenchimento se faz na região medular (cilindro central), ele é dito parênquima medular.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01. (FGV-SP) A rolha de cortiça, utilizada para tampar garrafas de vinho, apresenta características fundamentais que interferem na qualidade das bebidas armazenadas, entre elas a porosidade. A cortiça é extraída a partir do súber da espécie de árvore *Quercus suber*, ou sobreiro, original da Península Ibérica. A porosidade da cortiça deve-se ao fato de esse tecido vegetal ser constituído por células

- A) cujo citoplasma apresenta vacúolo repleto de ar.
- B) mortas em que restam apenas as paredes celulósicas.
- C) cuja membrana plasmática apresenta alta permeabilidade.
- D) vivas cuja parede celular apresenta reduzida quantidade de celulose.
- E) originadas a partir de tecidos condutores de seiva, portanto, tubos.

02. (UECE-2022) O tecido responsável pela flutuação das plantas aquáticas é o

- A) parênquima aquífero.
- B) parênquima aerífero.
- C) esclerênquima.
- D) procâmbio.

03. (Cesgranrio) Meristemas são

- A) tecidos vegetais altamente diferenciados e incapazes de reprodução.
- B) tecidos vegetais em degeneração, que servem para a nutrição de células jovens.
- C) estruturas celulares que envolvem a raiz.
- D) tecidos vegetais constituídos por células especificamente diferenciadas para realizar a fotossíntese.
- E) tecidos bastante indiferenciados, capazes de formar novas células e assegurar o crescimento dos vegetais.

04. (CMMG) Em vegetais, a relação tecido / função está incorreta em:

- A) Meristema secundário – crescimento em espessura
- B) Parênquima clorofiliano – assimilação de carbono
- C) Tecido epidérmico (cútis) – proteção
- D) Tecido suberoso (súber) – armazenamento de alimentos
- E) Meristema primário – crescimento longitudinal

05. (UnB-DF-2019) Todo o crescimento nas plantas se origina de meristemas, que são regiões capazes de adicionar células ao corpo da planta. A esse respeito, assinale a opção correta.

Os meristemas apicais e laterais das plantas estão envolvidos, respectivamente, no crescimento dos tecidos

- A) secundário e apical.
- B) secundário e de espessamento.
- C) primário e secundário.
- D) primário e de comprimento.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (PUC-Campinas-SP) Os cactos são considerados plantas suculentas devido ao armazenamento de água em um tecido especializado que funciona como um verdadeiro reservatório. Esse tecido é

- A) parenquimatoso.
- B) meristemático.
- C) colenquimatoso.
- D) esclerenquimático.
- E) tegumentar.

02. (PUC-GO-2023) Uma pesquisadora em Botânica, ao investigar tecidos vegetais, observou um conjunto de células formadas por paredes celulares secundárias grossas e endurecidas. Uma análise mais detalhada demonstrou que as células estavam reforçadas com lignina, conferindo resistência e força ao tecido.

Marque a alternativa que corretamente aponta a descrição correspondente ao tecido vegetal nos achados científicos dessa pesquisadora:

- A) Esclerênquima.
- B) Parênquima.
- C) Epiderme
- D) Colênquima.

03. (UCS-RS-2021) Durante o desenvolvimento embrionário das plantas, as células meristemáticas, ou o meristema, se dividem ativamente, transformando o zigoto em um conjunto de células ainda indiferenciadas. A partir de certo ponto, algumas dessas células começam a se diferenciar, dando origem, inicialmente, aos meristemas primários que, posteriormente, darão origem aos diferentes tecidos do embrião.

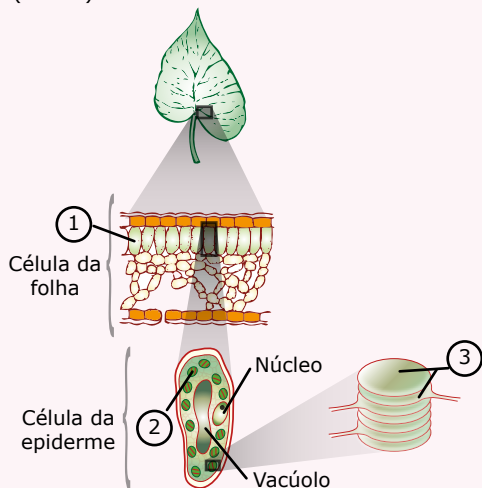
Assinale a alternativa que indica corretamente dois meristemas primários.

- A) Protoderme e procâmbio
- B) Hipocótilo e epicótilo
- C) Coifa e meristema apical
- D) Meristema fundamental e células parenquimáticas
- E) Meristema apical e câmbio

04.



(CMMG)



No desenho anterior, 1, 2 e 3 referem-se a

- parênquima clorofiliano, citoplasma e cloroplastos.
- parênquima paliçádico, cloroplasto e tilacoides.
- cloroplastos, clorofila e receptores de elétrons.
- epiderme foliar, vacúolos e grãos de amido.

05.



(UFTM-MG) A foto representa um corte transversal do caule de uma árvore.



Disponível em: <http://tehnologie.urmatatorulpas.com>.

Na imagem, é possível verificar a existência de anéis anuais de crescimento. Sobre esses anéis, é correto afirmar que

- os anéis mais espessos ou mais largos, chamados estivais, foram produzidos no inverno.
- cada anel corresponde a diferentes conjuntos de floemas, produzidos em diferentes estações do ano.
- cada anel corresponde a diferentes conjuntos de xilemas, produzidos em diferentes estações do ano.
- revelam que a planta era típica de uma região de clima tropical e seco.
- os anéis centrais correspondem aos últimos produzidos pela planta.

06.



(UFRN) Assinale a alternativa incorreta quanto às características histológicas dos vegetais.

- Na superfície externa das células dos parênquimas há uma cutícula impermeabilizante produzida pelas próprias células.
- Os acúleos são estruturas protetoras formadas por projeções pontiagudas, confundidos com espinhos. Ocorrem, por exemplo, nas roseiras.
- Alguns tricomas produzem secreções glandulares, como as urticantes na urtiga, e as digestivas nas plantas carnívoras.
- Os estômatos ocorrem nas folhas e são importantes nas trocas gasosas entre os tecidos internos da planta e o meio externo.
- O súber maduro é também denominado cortiça, pouco denso e impermeável à água devido ao efeito da suberina.

07.



(FMJ-SP) Os traqueídes (ou elementos traqueais) são células condutoras de seiva que possuem paredes espessas de Y e encontram-se frequentemente bem preservados no registro fóssil. Diferentemente, os elementos crivados possuem paredes macias e frequentemente colapsam depois que morrem, de maneira que raramente são bem preservados nos fósseis. Nas plantas fósseis, os elementos traqueais são células longas, com as extremidades afiladas e foram os primeiros tipos de célula condutora de água a surgir.

RAVEN, Peter H. *et al. Biologia vegetal*. 2007 (Adaptação).

A substância que constitui as paredes dos traqueídes indicada por Y é a

- lignina e as plantas fósseis poderiam pertencer ao grupo das pteridófitas, das gimnospermas ou das angiospermas.
- lignina e os traqueídes são células vivas que formam os vasos do xilema.
- quitina e as plantas fósseis poderiam pertencer ao grupo das gimnospermas e das angiospermas.
- celulose e as plantas fósseis encontradas até agora são representantes de pequeno porte pertencentes aos grupos das algas ou das briófitas.
- celulose e os elementos crivados formam as células do xilema.

08.

(Vunesp) Quando se esbarra em uma planta de urtiga, ocorre forte irritação no local atingido, devido à reação do organismo da pessoa em resposta à substância urticante produzida pela planta.

- Que tipo de estrutura produz a substância urticante?
- A que tecido vegetal pertence essa estrutura?

09.

(UFV-MG) Correlacione os tecidos vegetais presentes na primeira coluna com suas respectivas funções na segunda coluna.

- | | |
|------------------------|--|
| 1. Parênquima aquífero | () Transporte de água e sais minerais |
| 2. Epiderme | () Sustentação com células vivas |
| 3. Xilema | () Crescimento da planta |
| 4. Colênquima | () Armazenamento de água |
| 5. Meristema apical | () Sustentação com células lignificadas |
| 6. Floema | () Revestimento |
| 7. Esclerênquima | () Transporte de seiva elaborada |

A sequência correta é

- 3, 4, 5, 1, 7, 2 e 6.
- 6, 3, 5, 1, 2, 4 e 7.
- 3, 4, 1, 5, 6, 7 e 2.
- 3, 5, 4, 1, 7, 6 e 2.
- 6, 4, 5, 7, 1, 2 e 3.



(Unicamp-SP) Muitas vezes se observa o efeito do vento nas plantas, que faz com que a copa das árvores e eventualmente o caule balancem vigorosamente sem, contudo, se romper. No entanto, quando ocorre a ruptura de um ramo, as plantas têm a capacidade de retomar o crescimento e ocupar novamente o espaço deixado pela queda do ramo.

- A) Cite e caracterize os tipos de tecidos que promovem a sustentação e a flexibilidade dos ramos e caules.
- B) Como se dão o surgimento e o crescimento do novo ramo em plantas danificadas pelo vento?

SEÇÃO ENEM

01. A cultura de tecidos vegetais tem por objetivo a reprodução assexuada de plantas a partir de células, tecidos e fragmentos de raízes, caule e folhas, retirados de uma "planta-mãe". A técnica consiste em colocar o material retirado da "planta-mãe" em um meio nutritivo contendo todos os ingredientes indispensáveis para o desenvolvimento celular, suplementado com hormônios vegetais necessários para o crescimento da planta. Também é necessário que se faça o controle da temperatura e da luminosidade de acordo com as necessidades da planta. Nessas condições, as células vegetais multiplicam-se, originando pequenas mudas que serão plantadas em canteiros onde se desenvolvem, formando novas plantas adultas.

Através dessa tecnologia obtêm-se

- A) plantas mais produtivas do que a "planta-mãe".
- B) plantas mais resistentes às variações de temperatura do que a "planta-mãe".
- C) plantas geneticamente idênticas à "planta-mãe".
- D) plantas mais tolerantes a certos herbicidas do que a "planta-mãe".
- E) plantas que não necessitam da luminosidade para realizar a fotossíntese.

02.

Linho, piaçaba, ráfia, juta, sisal: fibras de esclerênquima

Fibras de esclerênquima são utilizadas na confecção de tapetes, cordas e roupas. Feixes de fibras do caule do linho se destinam à indústria de roupas. Das folhas do agave retira-se o sisal. A juta se obtém das fibras extraídas do fruto seco de certas plantas. A piaçaba (utilizada na confecção de vassouras e escovas) e a ráfia são fibras extraídas das folhas de certas palmeiras.

UZUNIAN, A.; BIRNER, E. *Histologia vegetal*. São Paulo: Harbra, 2000. p. 31.

O esclerênquima é um tecido vegetal formado por células mortas devido à impregnação de lignina, encontrado em diferentes locais do corpo de uma planta. Sua função na planta é

- A) conduzir a seiva elaborada, produzida nas folhas, para o caule e raízes.
- B) transportar a seiva bruta, absorvida do solo pelas raízes, para o caule e folhas.
- C) revestir, proteger e promover o isolamento térmico dos órgãos vegetais.
- D) promover a sustentação mecânica dos órgãos vegetais.
- E) sintetizar glicose e promover a sua distribuição pelo interior dos órgãos vegetais.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. B
- 02. B
- 03. E
- 04. D
- 05. C

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. A
- 02. A
- 03. A
- 04. B
- 05. C
- 06. A
- 07. A
- 08.
- A) Pelo glandular (tricoma).
- B) Epiderme.
- 09. A
- 10.
- A) Esclerênquima, tecido formado por células mortas com células lignificadas. Colênquima, tecido formado por células vivas com parede reforçada com celulose.
- B) A partir da quebra da dominância apical, inicia-se o estímulo da gema lateral e a ativação da região meristemática. O novo ramo cresce a partir da diferenciação e do alongamento das células meristemáticas.

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. C
- 02. D



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

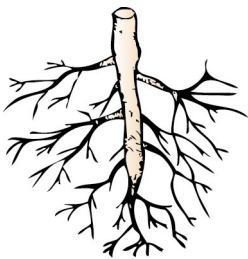
Organologia Vegetal

Os diferentes tecidos vegetais se organizam formando diferentes órgãos. Utilizando as angiospermas como referencial, esses órgãos estão representados pelas raízes, caules, folhas, flores, sementes e frutos. As raízes, os caules e as folhas constituem os chamados órgãos vegetativos, responsáveis pelas funções necessárias à sobrevivência do indivíduo. As flores, as sementes e os frutos formam os órgãos reprodutivos, responsáveis pela perpetuação da espécie.

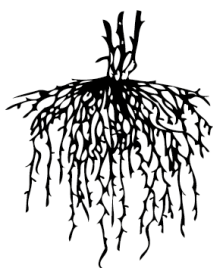
RAÍZES

Nas angiospermas, encontramos diferentes tipos de raízes, classificadas de acordo com as ramificações que apresentam, o meio em que crescem, o seu aspecto externo ou, ainda, uma função mais marcante e especializada que elas realizam. O conjunto de raízes de uma planta constitui o seu sistema radicular.

Existem dois tipos básicos de raízes: pivotante (axial) e fasciculada (cabeleira).

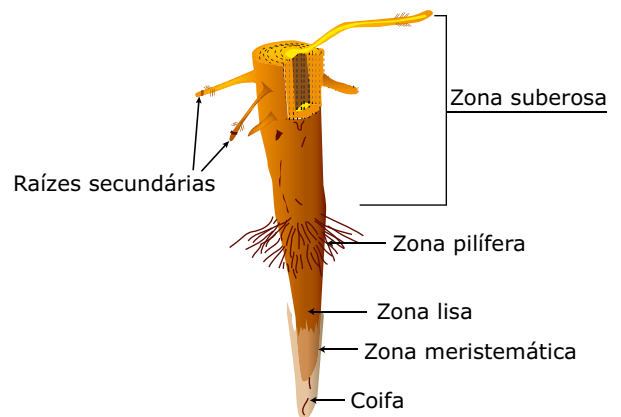


Raiz axial – Há uma raiz central mais desenvolvida, denominada raiz principal, de onde partem ramificações (raízes secundárias ou radicelas) que são menos desenvolvidas que a raiz principal. Exemplo: as raízes das árvores em geral.



Raiz fasciculada – Não há uma raiz principal mais desenvolvida, e sim um feixe ou rede de raízes, todas com igual desenvolvimento. Exemplo: raízes do milho.

Nas raízes axiais, podemos distinguir as seguintes regiões: coifa, zona meristemática, zona lisa, zona pilífera e zona suberosa.



Partes de uma raiz axial.

A Coifa (caliptra) é uma estrutura em forma de capuz que envolve e protege a zona meristemática localizada na extremidade da raiz. Nas raízes subterrâneas, protege contra micro-organismos e contra o atrito ou aspereza do solo; nas raízes aquáticas, contra o ataque de micro-organismos; nas raízes aéreas, impede a transpiração excessiva. A Zona meristemática é formada por tecidos meristemáticos, nos quais as células estão em intensa atividade mitótica. A Zona lisa (zona de alongamento) apresenta células que, por ação de determinados hormônios, sofrem grande distensão ou alongamento, determinando um crescimento longitudinal da raiz. A Zona pilífera está situada acima da zona lisa, na qual a epiderme da raiz apresenta projeções denominadas pelos absorventes que têm a função de absorver água e substâncias minerais necessárias ao desenvolvimento da planta. Na Zona suberosa (zona de ramificações) ocorre o fenômeno da suberificação (formação do súber), que dá maior proteção a essa parte da raiz. Geralmente, apresenta ramificações (raízes secundárias) que contribuem para uma melhor fixação da planta no substrato.

OBSERVAÇÃO

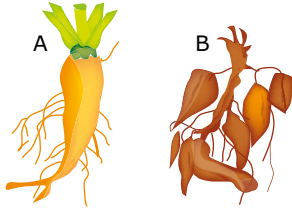
A zona de transição entre a raiz e o caule denomina-se colo ou coleto.

Quanto à origem, as raízes podem ser classificadas em primárias, secundárias e adventícias.

- A) Raízes primárias** – Originam-se diretamente da radícula (uma parte do embrião vegetal contido na semente).
- B) Raízes laterais ou secundárias** – São as ramificações originárias do periciclo da raiz primária.
- C) Raízes adventícias** – Originam-se do caule ou das folhas.

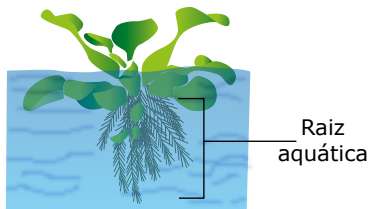
Quanto ao meio em que crescem e se desenvolvem, as raízes podem ser classificadas em terrestres, aquáticas e aéreas.

A) Raízes terrestres – São subterrâneas, isto é, desenvolvem-se dentro do solo. Em algumas espécies de plantas, essas raízes tornam-se mais espessas em consequência do acúmulo de reservas nutritivas, sendo, então, chamadas de raízes tuberosas.



Raízes tuberosas – A raiz tuberosa pode ser axial ou fasciculada: na tuberosa axial, como as da cenoura, da beterraba e do nabo, só a raiz principal (raiz primária) se desenvolve em espessura; na tuberosa fasciculada, como a da batata-doce, as várias raízes secundárias são espessas. A. Raiz tuberosa axial; B. Raiz tuberosa fasciculada.

B) Raízes aquáticas – Têm coifa mais desenvolvida do que as raízes terrestres; tal fato se justifica pela necessidade de proteção contra ataques de inúmeros seres vivos existentes na água. Em geral, possuem parênquima aerífero abundante para permitir a flutuação da planta. O aguapé é um bom exemplo de planta que possui raízes desse tipo.

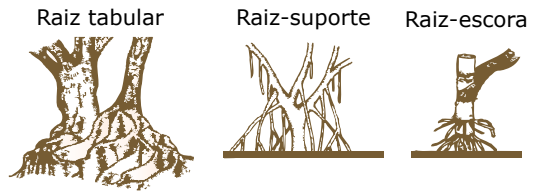


Planta com raiz aquática (aguapé).

C) Raízes aéreas – Desenvolvem-se em contato direto com o ar atmosférico. Podem ser de vários tipos: grampiformes, estacas, haustórios, cinturas, estrangulantes e pneumatóforos.

As raízes grampiformes são raízes adventícias curtas, originadas do caule, que possuem na extremidade substâncias adesivas que servem para fixar a planta num substrato. Na hera, que cresce sobre paredes e muros, encontramos esse tipo de raiz.

As raízes-estaca, conhecidas como raízes-escora, e as raízes-suporte também são raízes adventícias originadas do caule que crescem em direção ao solo onde se fixam, ajudando a planta a se estabilizar. Essas raízes são encontradas, por exemplo, no milho e em plantas de pântanos e de mangues. Um tipo particular de raízes-suporte são as raízes tabulares que crescem e se fundem com o caule, formando verdadeiras tábuas ou pranchas que ajudam na fixação da planta e também fornecem maior superfície para a respiração do sistema radicular. São encontradas principalmente em plantas de grande porte, por exemplo, em certas figueiras.



Raízes-estaca.

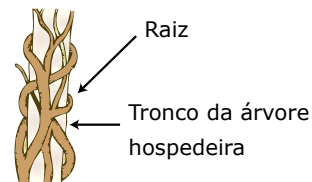
As raízes sugadoras ou haustórios são típicas de plantas parasitas (holoparasitas e hemiparasitas). Essas raízes penetram no caule da planta hospedeira até atingir os feixes líbero-lenhosos, dos quais sugam a seiva bruta (no caso das hemiparasitas, como a erva-de-passarinho) ou a seiva elaborada (no caso das holoparasitas, como o cipó-chumbo).



Raízes sugadoras (haustórios).

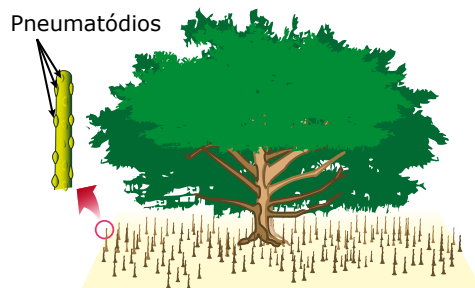
As raízes-cinta ou cinturas são características de plantas epífitas, como as orquídeas. Essas raízes crescem enroladas em um tronco suporte e têm sua parte mais externa envolvida por uma camada branca, porosa (esponjosa) denominada velame ou véu que absorve a umidade do ar.

As raízes estrangulantes envolvem o tronco da planta que lhes serve de suporte, apertando-o e matando lentamente a planta por impedir a circulação da seiva. Ocorre, por exemplo, no cipó mata-pau.



Raízes estrangulantes.

As raízes respiratórias ou pneumatóforos crescem verticalmente em direção à superfície da água em busca de O₂ atmosférico. São comuns em plantas de Pântanos e de Mangues, ambientes onde normalmente há uma taxa pequena de O₂ dissolvido na água. Essas raízes possuem pequenos orifícios denominados pneumatódios, pelos quais se dá a penetração do O₂.

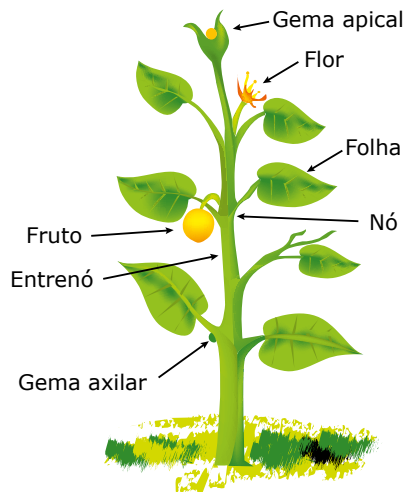


Raízes respiratórias (pneumatóforos).

CAULES

O caule é o órgão que faz a ligação entre as raízes e as folhas. Pelos feixes líbero-lenhosos (vasos lenhosos e vasos liberianos) existentes em seu interior, circulam substâncias entre as folhas e as raízes, em ambos os sentidos.

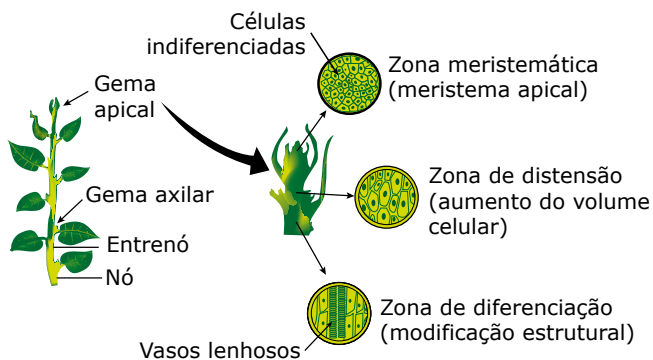
Em um caule típico, distinguimos as seguintes regiões: gemas (apicais e axilares), nós e entrenós (internós).



Partes de um caule.

As gemas (botões vegetativos) são estruturas constituídas por meristemas primários, responsáveis pelo crescimento do órgão. Podem ser axilares (laterais) e terminais (apicais). O desenvolvimento das gemas axilares origina os ramos. Certas gemas laterais não se desenvolvem normalmente, permanecendo em estado dormente (gemas dormentes), constituindo uma espécie de reserva, pois só se desenvolvem quando a planta precisa de novos ramos, como acontece depois da perda da gema apical ou terminal numa poda. Já os nós são regiões do caule nas quais se inserem (se fixam) as gemas, as folhas ou as flores. Os entrenós (internós) são espaços compreendidos entre dois nós consecutivos.

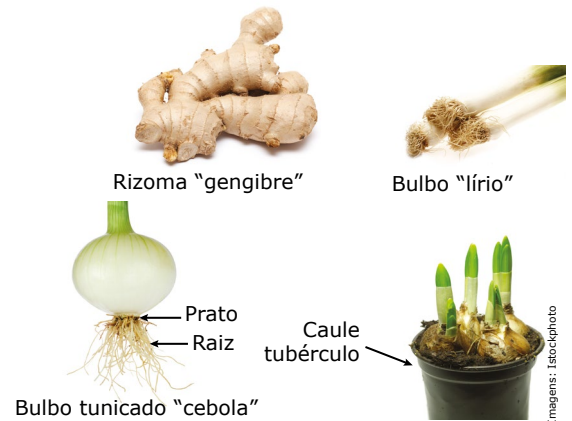
A observação em microscopia da gema apical (terminal) e regiões subjacentes permite constatar ali a presença de uma zona meristemática, uma zona de distensão e uma zona de diferenciação, conforme mostra a figura a seguir:



Detalhes de uma gema apical.

Quanto ao meio onde crescem e se desenvolvem, os caules podem ser subterrâneos, aquáticos e aéreos.

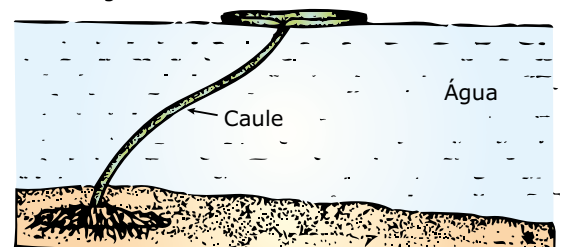
- A) Caules subterrâneos** – Desenvolvem-se no interior do solo. Podem ser dos seguintes tipos: rizomas, bulbos e tubérculos.



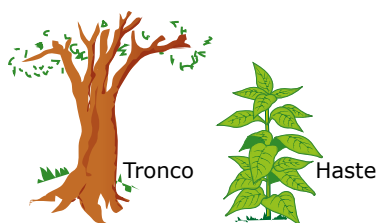
Caules subterrâneos.

Os rizomas crescem horizontalmente no interior do solo. Podem ser grossos ou delgados e muitas vezes armazenam substâncias nutritivas. De sua parte inferior, saem as raízes e, da superior, as estruturas aéreas do vegetal. O gengibre, usado como tempero principalmente pela cozinha oriental, é um caule desse tipo. A bananeira também possui esse tipo de caule. Os bulbos apresentam em sua porção inferior uma estrutura discoidal, chamada prato, de onde partem as raízes fasciculadas. Na parte superior, possuem uma gema terminal protegida por folhas modificadas denominadas escamas ou catáfilos. Cebola, alho, açafrão, palma e lírio possuem caule desse tipo. No alho, cada dente é um pequeno bulbo e, por isso, fala-se que ele é um bulbo composto. Os tubérculos são dilatados e contêm um parênquima amilífero bem desenvolvido. Diferenciam-se das raízes tuberosas por apresentarem gemas laterais dormentes. A batata-inglesa é o exemplo mais conhecido desse tipo de caule.

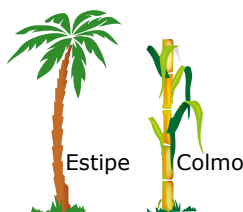
- B) Caules aquáticos** – Desenvolvem-se no interior da água. São tenros, clorofilados e contêm parênquima aerífero, que facilita a respiração e a flutuação. Como exemplo, temos os caules do aguapé e da vitória-régia.



- C) Caules aéreos** – Desenvolvem-se em contato com o ar atmosférico. Constituem a maioria dos caules e podem ser dos seguintes tipos: tronco, haste, estipe, colmo, cladódio, estolho, volúvel e sarmentoso.



Troncos são caules eretos, grossos, duros, lenhosos, muito resistentes e ramificados. É o tipo de caule típico das árvores e arbustos. As árvores diferem dos arbustos por terem o eixo principal do tronco muito mais desenvolvido do que as ramificações. Nos arbustos, o eixo principal e as ramificações têm aproximadamente o mesmo desenvolvimento. Hastes são caules eretos, finos, flexíveis, verdes (clorofilados) e ramificados. Exemplos: caule do tomateiro e do pé de couve.



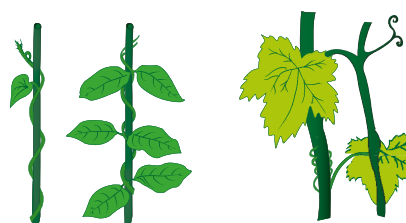
Estipes são caules eretos, cilíndricos, sem ramificações, com um conjunto de folhas apenas em seu ápice (folhas em capitel). É típico da família das palmáceas (coqueiros, palmito, etc.). Colmos são caules eretos, cilíndricos, divididos em segmentos denominados gomos. Raramente, são ramificados e podem ser ocos ou cheios. O bambu (colmo oco) e a cana-de-açúcar (colmo cheio) são típicos exemplos desses caules.



Cladódios – São caules eretos, em forma de fita ou achatados, clorofilados e ricos em parênquima aquífero. Suas folhas são ausentes ou transformadas em espinhos. Esse tipo de caule representa uma adaptação a regiões de clima seco. É o tipo de caule das cactáceas (cactos).



Estolhos (estolhões) – São caules rastejantes (caules prostrados) que crescem paralelamente ao chão. Originam numerosas raízes adventícias que se introduzem no solo, auxiliando na fixação. Exemplos: caules da grama, do morangueiro, da abóbora e da melancia.



Caules volúveis

Caule sarmentoso

Os caules volúveis são trepadores que crescem dando giros (em espiral) em torno de um suporte, e os sarmentosos são trepadores que se prendem ao suporte por meio de gavinhas (modificações caulinares ou foliares enroladas em espiral). Como exemplo de caule volúvel, temos o da trepadeira campânula, e de caule sarmentoso, temos o da videira (uva), do chuchu e do maracujá.



QØHS

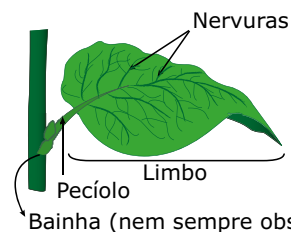
Órgãos vegetais: raízes e caules

Nessa videoaula, veremos as raízes e os caules, importantes órgãos vegetativos das plantas.

FOLHAS

Órgãos geralmente verdes (clorofilados) que constituem o principal sistema de assimilação (fotossíntese) da planta. Originam-se de protuberâncias laterais do caule denominadas primórdios foliares. Nas xerófitas (plantas de regiões áridas), as folhas são, em geral, pequenas e duras, devido à presença de tecidos de sustentação mecânica e, às vezes, ficam reduzidas a pequenas escamas ou se transformam em espinhos, o que resulta em boa economia de água para a planta, porque diminui a superfície de transpiração. Nas higrófitas (plantas de regiões úmidas), ao contrário, as folhas são em geral grandes, com reduzida quantidade de tecidos de sustentação. Nas umbrófitas (plantas que crescem à sombra), há maior quantidade de clorofila para garantir uma boa taxa de fotossíntese e, por isso, elas possuem uma coloração verde-escuro.

Uma folha completa apresenta bainha, pecíolo e limbo.

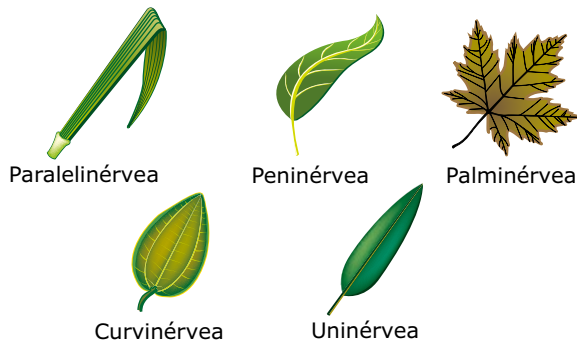


Partes de uma folha.

Bainha é uma estrutura nem sempre presente, representada por um alargamento da base do pecíolo com a finalidade de permitir uma inserção mais firme da folha no caule. Em algumas espécies, as bainhas das folhas se desenvolvem mais e envolvem parcialmente o caule, dando uma maior proteção às gemas laterais. Nesse caso, as folhas são denominadas invaginantes e aparecem, por exemplo, na grama e no milho. Já o pecíolo é a haste que prende a folha ao caule.

Em algumas folhas, como nas do fumo, não há pecíolo. Nesse caso, a folha é dita apéciolada ou séssil. Limbo é a porção laminar da folha, em que se observam nervuras constituídas por feixes líbero-lenhosos.

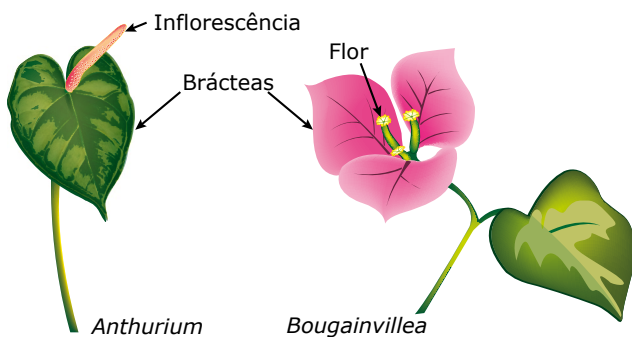
Quanto às nervuras do limbo, as folhas são classificadas em paralelinérveas, peninérveas, curvinérveas, uninérveas e palminérveas.



Classificação das folhas quanto às nervuras – Paralelinérveas: as nervuras são paralelas; exemplo: folhas do milho. Peninérveas: a disposição das nervuras lembra uma pena; exemplo: folhas da mangueira. Palminérveas (digitinérveas, reticulínérveas): da nervura mediana, mais desenvolvida, partem numerosas ramificações que se tornam mais finas à medida que se afastam; exemplo: folhas do mamoeiro. Curvinérveas: a nervura mediana é ladeada por nervuras curvas; exemplo: folhas da quaresmeira. Uninérveas: possuem uma só nervura na região mediana; exemplo: folhas do craveiro (cravo).

Em algumas espécies de plantas, podem existir folhas modificadas, adaptadas para a realização de diferentes funções (nutrição, proteção, fixação). Assim, temos:

- A) Escamas (catáfilos)** – Folhas aclorofiladas que protegem a gema terminal (apical) de caules subterrâneos do tipo bulbo. Cebola e alho apresentam folhas desse tipo.
- B) Brácteas** – Folhas protetoras que podem apresentar coloração variada, dispostas ao redor das flores. As flores do copo-de-leite e do antúrio apresentam-se protegidas por brácteas.



- C) Espinhos** – Folhas alongadas, finas, rígidas que protegem a planta contra agressões mecânicas e transpiração excessiva. Aparecem, por exemplo, nas cactáceas.

OBSERVAÇÃO

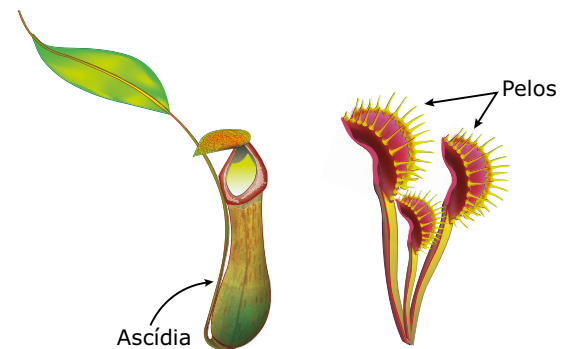
Os espinhos também podem ser modificações caulinares (do caule), como acontece nas laranjeiras e nos limoeiros, e têm a finalidade de proteger a planta, afastando dela animais que poderiam danificá-la.

- D) Gavinhas** – Folhas modificadas, longas, finas e flexíveis, que se enrolam em um suporte qualquer ao entrarem em contato com o mesmo. Aparecem, por exemplo, no chuchu e na ervilha.

OBSERVAÇÃO

As gavinhas também podem ser modificações do caule, como acontece na videira e no maracujá.

- E) Cotilédones** – Folhas embrionárias ricas em reservas nutritivas que serão utilizadas no desenvolvimento do embrião durante o período de germinação das sementes.
- F) Folhas coletoras** – Aparecem em plantas epífitas, formando uma bolsa na qual se acumulam água e substâncias que caem das copas das árvores sobre as quais crescem.
- G) Folhas insetívoras** – Folhas modificadas, adaptadas para a captura e para a digestão de insetos.



Folhas insetívoras – Em algumas espécies de plantas, as folhas insetívoras formam uma urna, denominada ascídia, constituída por tecido secretor que produz um líquido ácido, contendo enzimas proteolíticas, para realizar a digestão dos insetos que nela caem e ficam aprisionados; em outras espécies, a folha insetívora é dividida em duas metades que se fecham abruptamente quando tocadas, aprisionando os insetos.

FLORES

As flores são formadas por um conjunto de folhas modificadas e especializadas na reprodução.

A floração (formação das flores) é um mecanismo bastante complexo que, dependendo da espécie de planta, sofre influência de certos hormônios vegetais e de alguns fatores ambientais, como a chuva, a luminosidade e a temperatura. Na Caatinga, por exemplo, a maioria das plantas depende principalmente das chuvas para florescer. Já em outras espécies, a floração depende principalmente do fotoperíodo.

O fotoperíodo é a relação entre a duração dos dias (período iluminado) e das noites (período escuro). A resposta fisiológica da planta a essa relação é chamada fotoperiodismo.

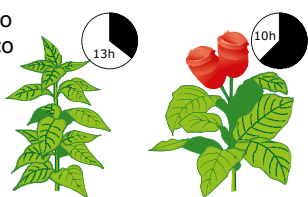
Cada espécie apresenta um fotoperíodo crítico que corresponde a um determinado valor, em horas de iluminação diária, que, se não for obedecido, provoca alteração da resposta de floração. O fotoperíodo crítico varia de espécie para espécie, mas é constante em uma mesma espécie. Assim, podemos classificar as plantas em três categorias: plantas neutras ou indiferentes, plantas de dias curtos (PDC) ou plantas de noites longas e plantas de dias longos (PDL) ou de noites curtas.

As plantas indiferentes ou neutras são aquelas que florescem independentemente do fotoperíodo. Nesse caso, a floração ocorre em resposta a outros tipos de estímulos. Exemplos: tomate, pimentão, milho, feijão e girassol.

As plantas de dias curtos florescem quando a duração da iluminação estiver abaixo do fotoperíodo crítico. Em outras palavras, são aquelas que florescem quando a duração da noite (período escuro) é igual ou maior que o fotoperíodo crítico. Florescem principalmente no início da primavera ou no outono. Exemplos: morango, fumo e dália.

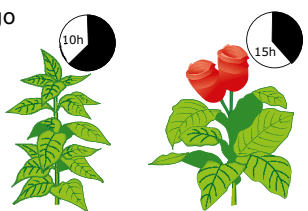
As plantas de dias longos são as que florescem quando a duração da iluminação estiver acima do fotoperíodo crítico. Em outras palavras, elas florescem quando submetidas a períodos de escuridão inferiores ao fotoperíodo crítico. Essas plantas florescem principalmente no verão. Exemplos: flores da alfaca, espinafre, trigo, cevada e rabanete.

Planta de dia curto (fotoperíodo crítico de 11 horas)



As plantas de dia curto florescem em fotoperíodos menores que o crítico.

Planta de dia longo (fotoperíodo de 13 horas)



As plantas de dia longo florescem em fotoperíodos maiores que o crítico.

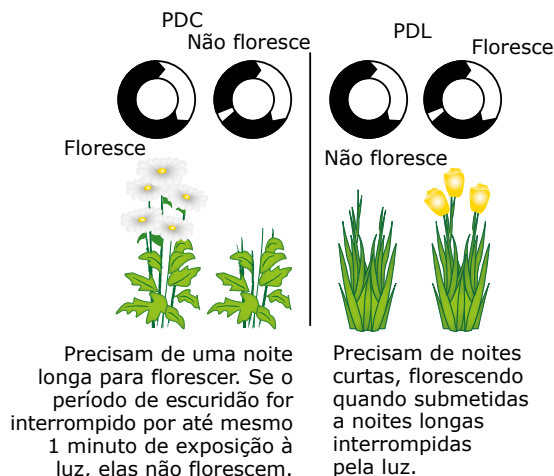
Fotoperíodo crítico.

Nas plantas em que a floração depende do fotoperíodo, a substância sensível à luz relacionada com essa atividade é um pigmento de cor azul-esverdeada, semelhante à ficocianina das cianobactérias, denominado fitocromo.

O fitocromo é uma cromoproteína encontrada em quantidades muito pequenas em todo o corpo da planta e, em maior concentração, nos tecidos meristemáticos apicais das raízes e dos caules. Algumas pesquisas demonstram que são os fitocromos localizados nas folhas que participam da floração.

Em 1938, Hanner e Bonner, estudiosos do fotoperiodismo das plantas, constataram que a floração das plantas, na realidade, é determinada pelo período de escuridão, ou seja, pelo tempo de duração da noite, e não do dia. Esses pesquisadores observaram que as plantas de dias curtos necessitam de uma noite longa para florescer, mas, se o período de escuridão for interrompido elas não florescem. Por outro lado, se houver interrupção do período de luz, a floração não se altera.

As plantas de dias longos, por sua vez, necessitam de noites curtas, sendo, porém, capazes de florescer quando submetidas a noites longas interrompidas pela luz. Apesar dessas observações, o fenômeno continuou a ser denominado fotoperiodismo.



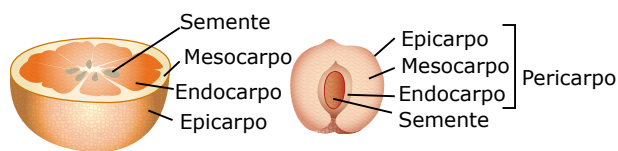
Plantas de dia curto (PDC) e de dia longo (PDL).

Algumas plantas só respondem ao fotoperíodo depois de receberem algum outro tipo de estimulação, como baixas temperaturas. O trigo de inverno, por exemplo, não florescerá a menos que fique exposto por várias semanas a temperaturas inferiores a 10 °C. Essa necessidade de frio para florescer é comum em muitas plantas de clima temperado, sendo chamada de vernalização. Se, após a vernalização, o trigo de inverno (uma planta de dia curto) for submetido a fotoperíodos indutores menores que o fotoperíodo crítico, ele florescerá.

FRUTOS

Os óvulos e os ovários das flores, ao se desenvolverem, dão origem a duas importantes estruturas. Como vimos anteriormente, os óvulos resultam em **sementes** que contêm o embrião em seu interior. Após a fecundação dos óvulos, o ovário dá origem a **frutos**, que são constituídos, basicamente, pelo pericarpo e semente.

O pericarpo é o fruto propriamente dito, constituído por três camadas: epicarpo, mesocarpo e endocarpo.



Partes de um fruto – Epicarpo (casca): é a camada mais externa do fruto. Mesocarpo: é a camada média ou intermediária do fruto. Endocarpo: é a camada interna que envolve a(s) semente(s).

De acordo com a consistência do pericarpo, os frutos podem ser carnosos ou secos.

A) Frutos carnosos – Apresentam pericarpo suculento com reservas de água, sais minerais e substâncias orgânicas. Exemplos: laranja, limão, mamão, melancia, tomate, goiaba, uva, pêssego, ameixa, manga, abacate.

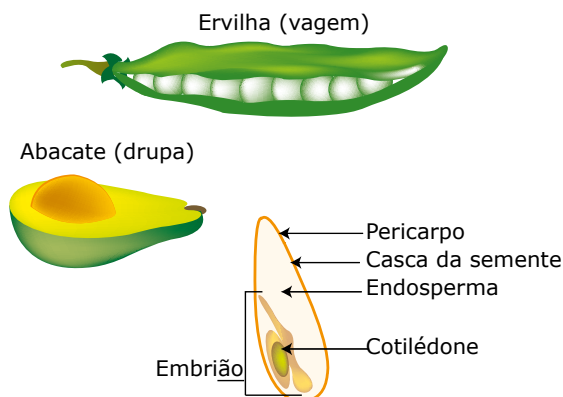
- B) Frutos secos** – Apresentam pericarpo seco devido a uma desidratação quase total. Exemplos: feijão, ervilha, milho, trigo, arroz, castanha-de-caju, girassol.

Quando maduros, os frutos podem ser deiscentes ou indeiscentes.

- A) Frutos deiscentes** – Quando maduros, abrem-se naturalmente, permitindo a saída das sementes. Exemplos: feijão, soja, arroz, ervilha.
- B) Frutos indeiscentes** – Quando maduros, não se abrem naturalmente para a saída das sementes. Exemplos: laranja, melancia, tomate, pêssigo, castanha-de-caju.

Entre os diversos tipos de frutos, destacamos:

- A) Baga** – Fruto carnoso, indeiscente, com várias sementes livres. Exemplos: laranja, melancia, mamão, tomate, uva, limão, goiaba.
- B) Drupa** – Fruto carnoso, indeiscente, com uma única semente protegida por um endocarpo duro (lignificado). Exemplos: manga, abacate, pêssigo, azeitona.
- C) Cariopse** – Fruto seco, indeiscente, com uma semente intimamente aderida ao pericarpo em toda a sua extensão. Exemplos: arroz, trigo, milho.
- D) Aquênio** – Fruto seco, indeiscente, com uma semente ligada ao pericarpo por um ponto. Exemplos: girassol, morango, castanha-de-caju.
- E) Vagem ou legume** – Fruto seco, deiscente, que se abre para liberar as sementes por meio de duas fendas longitudinais. Exemplos: feijão, soja, ervilha. O amendoim também é um exemplo de vagem que, por se desenvolver no interior do solo, recebe o nome de fruto geocárpico.

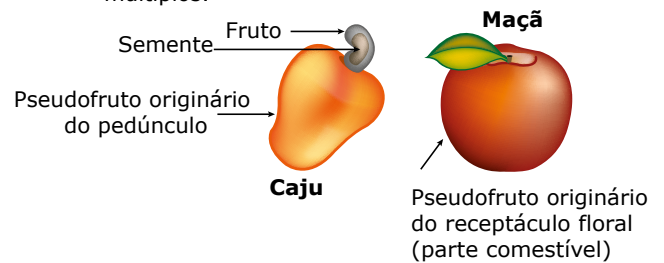


Exemplos de tipos de frutos.

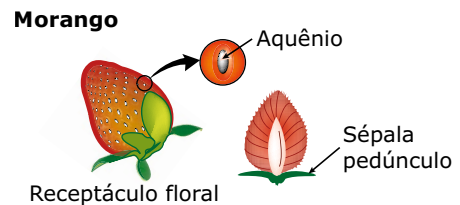
Quanto à origem, os frutos podem ser classificados em **verdadeiros** ou **pseudofrutos**.

- A) Frutos verdadeiros** – Originam-se apenas dos ovários das flores. Exemplos: abacate e pêssigo.
- B) Pseudofrutos** – São formações suculentas, comestíveis, originárias de outras partes da flor (pedúnculo, receptáculo). Exemplos: no caju, o verdadeiro fruto, originário do ovário floral, é a parte conhecida por castanha-de-caju, enquanto o pedúnculo origina um pseudofruto; na maçã e no morango, a porção comestível é originada do receptáculo da flor.

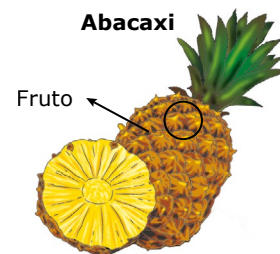
Os pseudofrutos podem ser simples, compostos ou múltiplos.



Pseudofrutos simples – Originam-se do pedúnculo ou do receptáculo de uma só flor. Exemplos: caju, maçã, pera e marmelo.



Pseudofrutos compostos – Originam-se do receptáculo de uma só flor com muitos ovários. Exemplo: morango.



Pseudofrutos múltiplos ou infrutescências – Originam-se de várias partes das diversas flores de uma inflorescência. Exemplos: amora, abacaxi e figo.

Algumas vezes, o ovário de uma flor pode se desenvolver sem que tenha ocorrido a fecundação. Esse fenômeno é denominado partenocarpia e é responsável pela formação de frutos partenocárpico, ou seja, frutos que não possuem sementes. Banana, laranja-da-baía e limão-taiti são exemplos de frutos partenocárpico.

No caso da bananeira, a reprodução é assexuada (vegetativa) e se dá a partir de brotos que surgem do grande rizoma (caule subterrâneo). Já o limão-taiti e a laranja-da-baía são espécies selecionadas por processos de mutação e são mantidas em culturas por meio da técnica de enxertos, que permite a realização de reproduções assexuadas artificiais, isto é, feitas pelo ser humano.



Missão GrandChef

Nesse objeto de aprendizagem você deverá desvendar enigmas relacionados à organologia vegetal para ajudar o grande LeChef a recuperar seu livro de receitas. Boa atividade!

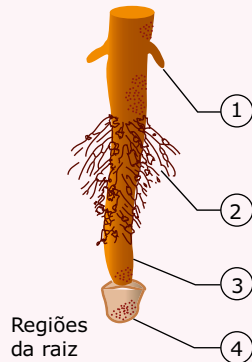


EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



- 01.** (PUC Minas) Não apresenta caule subterrâneo:
- A) Alho
 - B) Cebola
 - C) Batatinha
 - D) Bananeira
 - E) Batata-doce

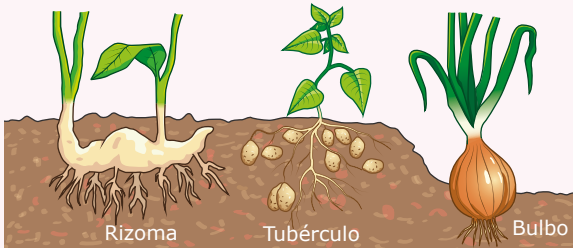
- 02.** (UFMG) Observe a figura.



O crescimento e a absorção ocorrem, respectivamente, nas regiões indicadas por

- A) 1 e 2.
- B) 1 e 4.
- C) 2 e 3.
- D) 3 e 2.
- E) 4 e 1.

- 03.** (PUC Minas) A figura a seguir destaca partes da estrutura de três diferentes cultivares (vegetais). Com base em seus conhecimentos é correto afirmar, exceto



- A) Rizoma é uma estrutura encontrada em samambaias e em bananeiras.
 - B) Tubérculos são raízes que apresentam nódulos ricos em substâncias nutritivas.
 - C) No bulbo, como o da cebola, folhas modificadas e armazenadoras revestem uma pequena porção interna de caule.
 - D) Rizomas, tubérculos e bulbos são estruturas tipicamente subterrâneas.
- 04.** (ACAFE-SC-2022) Em Botânica, área da Biologia que estuda os grupos vegetais, considera-se fruto o que será formado a partir do desenvolvimento do ovário. Essa ação é coordenada, geralmente, pela ação de hormônios que serão liberados pela semente. Nesse sentido, existem os chamados pseudofrutos, estruturas carnosas que possuem reservas nutritivas muito semelhantes aos frutos ditos verdadeiros, porém se desenvolvendo de outras partes da flor, que não o ovário.

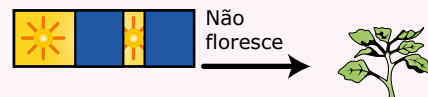
Assinale a alternativa que não contém nenhum exemplo de pseudofruto.

- A) Goiaba, pêssego e abacate
- B) Pera, tomate e mamão
- C) Caju, manga e abacate
- D) Figo, maçã e caju



(PUC-Campinas-SP) As figuras a seguir representam o comportamento de plantas submetidas a diferentes fotoperíodos.

Planta de dia curto (PDC)



Planta de dia longo (PDL)



Com base nessas figuras, foram feitas as seguintes afirmações:

- I. As plantas de dia curto precisam de uma noite longa, não interrompida pela luz, para florescer.
- II. As plantas de dia longo podem florescer quando noites longas são interrompidas pela luz.
- III. As plantas de dia longo e as de dia curto florescem nas mesmas condições de iluminação.

Dessas afirmações, apenas

- A) I é correta.
- B) II é correta.
- C) III é correta.
- D) I e II são corretas.
- E) I e III são corretas.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



- 01.** (FCM-PB) A banana é uma das frutas mais consumidas no mundo; sendo produzida na maioria dos países tropicais, representa a quarta fonte de energia depois do milho, arroz e trigo. A banana possui variável fonte de minerais, sendo um importante componente na alimentação em todo o mundo. Seu sabor é um dos mais importantes atributos de qualidade, a polpa verde é caracterizada por uma forte adstringência determinada pela presença de compostos fenólicos solúveis, principalmente taninos; o caule da bananeira tem função de reserva e propagação vegetativa.

Assinale a alternativa correta para a denominação deste tipo de caule.

- A) Bulbo C) Pecíolo E) Rizoma
B) Tubérculo D) Limbo

02.
64Q3



(PUC-Campinas-SP) Certas plantas só florescem em determinados meses do ano e o fator preponderante que exerce o papel de relógio biológico para elas é

- A) a mudança do pH do solo.
B) o período de iluminação diário.
C) a variação da velocidade do vento.
D) a intensidade das chuvas.
E) a quantidade de nutrientes do solo.

03.

(Vunesp) O abacateiro, o bambu e o feijão apresentam, respectivamente, os seguintes tipos de caule:

- A) estipe, tubérculo, tronco.
B) tronco, colmo, haste.
C) tronco, estipe, haste.
D) haste, colmo, estipe.
E) colmo, tronco, tubérculo.

04.
FX7R



(FAMERP-SP) Espinhos são encontrados em certas variedades de limoeiros e acúleos são encontrados nas roseiras. É correto afirmar que, nas plantas,

- A) os espinhos são anexos epidérmicos e os acúleos são folhas ou ramos modificados e ambos atuam na proteção.
B) os espinhos e os acúleos são ramos modificados e atuam na secreção de substâncias.
C) os espinhos e os acúleos são anexos epidérmicos e atuam na captação de luz.
D) os espinhos e os acúleos são folhas modificadas e atuam na proteção.
E) os espinhos são folhas ou ramos modificados e os acúleos são anexos epidérmicos e ambos atuam na proteção.

05.
81DL



(UECE) As raízes das angiospermas podem apresentar especializações que permitem classificá-las em diversos tipos. É correto afirmar que as raízes

- A) escoras apresentam um revestimento chamado velame, uma epiderme multiestratificada.
B) respiratórias ou pneumatóforos são adaptadas à realização de trocas gasosas que ocorrem nos pneumatódios.
C) tuberosas possuem o apreensório para se fixarem ao hospedeiro e de onde partem finas projeções, os haustórios.
D) sugadoras armazenam reservas nutritivas, principalmente o amido, e por isso apresentam grande diâmetro.

Assinale a alternativa correta sobre as raízes citadas no primeiro e no segundo quadradinhos.

- A) As do primeiro originam estruturas semelhantes a espinhos.
B) As do primeiro apresentam uma epiderme multiestratificada que reveste as partes expostas ao ar.
C) As do segundo são típicas de manguezais.
D) As do segundo têm como exemplo a cebola.
E) Os dois tipos de raízes apresentam finas projeções denominadas haustórios.

07.

(UFU-MG) Considere as afirmações a seguir relativas a frutos.

- I. A parte macia e comestível do pêssigo é o endocarpo.
II. A manga e o abacate são exemplos de frutos do tipo baga.
III. A vagem é um fruto do tipo deiscente.

Assinale a alternativa correta.

- A) Apenas I é verdadeira.
B) Apenas II é verdadeira.
C) Apenas III é verdadeira.
D) Apenas I e II são verdadeiras.
E) Apenas I e III são verdadeiras.

08.

(UPF-RS-2021) O fruto foi uma importante aquisição evolutiva das angiospermas que contribuiu decisivamente para o sucesso desse grupo de plantas. Assinale a afirmativa correta referente a esse órgão vegetal.

- A) As principais funções do fruto estão relacionadas com a proteção e a dispersão da(s) semente(s).
B) Frutos que não apresentam sementes em seu interior são denominados pseudofrutos.
C) Um fruto partenocárpico é constituído por duas partes principais: o carpelo e a(s) semente(s).
D) O processo de desenvolvimento do fruto é desencadeado por hormônios liberados pelo pericarpo.
E) O fruto resulta do desenvolvimento do óvulo e, eventualmente, de outras peças florais.

09.

(UPF-RS-2023) "O veganismo é um estilo de vida em ascensão que vai muito além de não comer carne ou outros alimentos de origem animal; busca excluir, na medida do possível e praticável, todas as formas de exploração e crueldade contra animais, tanto para a alimentação, quanto vestuário ou qualquer outra finalidade. Em relação à dieta vegana, dedicar atenção especial à qualidade de nutrientes que é consumida diariamente é um fator muito importante. Assim, para uma alimentação adequada, é necessário diversificar, utilizando diferentes frutas, legumes, verduras e grãos."

Disponível em: <https://veganismo.org.br/veganismo>.
Acesso em: 21 set. 2022 (Adaptação).

06.
HVU9



(UFRGS-RS-2019) Observe a tira a seguir.



ZERO HORA, 14-15 maio 2018.



Disponível em: <https://br.pinterest.com>.
Acesso em: 24 set. 2022.

O prato vegano apresentado na figura anterior contém, entre outros ingredientes: feijão, tomate, batata-inglesa, cenoura e milho. Considerando sua classificação botânica, a que órgãos vegetais os ingredientes citados correspondem, respectivamente?

- A) Fruto, fruto, raiz, caule, semente.
- B) Semente, pseudofruto, raiz, caule, semente.
- C) Fruto, semente, raiz, raiz, fruto.
- D) Semente, fruto, caule, raiz, pseudofruto.
- E) Semente, fruto, caule, raiz, fruto.

10. (Unesp) "Fruto ou Fruta? Qual a diferença, se é que existe alguma, entre 'fruto' e 'fruta'?. A questão tem uma resposta simples: fruta é o fruto comestível. O que equivale a dizer que toda fruta é um fruto, mas nem todo fruto é uma fruta. A mamona, por exemplo, é o fruto da mamoneira. Não é uma fruta, pois não se pode comê-la. Já o mamão, fruto do mamoeiro, é obviamente uma fruta.

VEJA, 4 fev. 2015 (Adaptação).

O texto faz um contraponto entre o termo popular "fruta" e a definição botânica de fruto. Contudo, comete um equívoco ao afirmar que "toda fruta é um fruto". Na verdade, frutas como a maçã e o caju não são frutos verdadeiros, mas pseudofrutos. Considerando a definição botânica, explique o que é um fruto e porque nem toda fruta é um fruto. Explique, também, a importância dos frutos no contexto da diversificação das angiospermas.

SEÇÃO ENEM

01. (Enem) Os manguezais são considerados um ecossistema costeiro de transição, pois são terrestres e estão localizados no encontro das águas dos rios com o mar. Estão sujeitos ao regime das marés e são dominados por espécies vegetais típicas, que conseguem se desenvolver nesse ambiente de elevada salinidade. Nos manguezais, é comum observar raízes-suporte, que ajudam na sustentação em função do solo lodoso, bem como raízes que crescem verticalmente do solo (geotropismo negativo).

Disponível em: <http://vivimarc.sites.uol.com.br>.
Acesso em: 20 fev. 2012 (Adaptação).

Essas últimas raízes citadas desenvolvem estruturas em sua porção aérea relacionadas à

- A) flutuação.
- B) transpiração.
- C) troca gasosa.
- D) excreção de sal.
- E) absorção de nutrientes.

02. Alguns vegetais apresentam órgãos que consumimos como alimento. Um aluno de uma escola de Ensino Médio recebeu de seu professor de Biologia uma lista de diversos vegetais considerados comestíveis. Com essa lista, o aluno elaborou o quadro a seguir, onde, com o sinal (x), indicou o órgão da planta utilizado como principal alimento.

Vegetais comestíveis	Raiz	Caule	Fruto	Pseudofruto
Batata-inglesa	x			
Azeitona			x	
Tomate			x	
Manga			x	
Pera				x
Mandioca		x		
Maçã			x	
Cenoura	x			
Cebola	x			
Morango				x
Pepino			x	

Após analisar o quadro, o professor informou ao aluno que ele havia cometido alguns erros.

Com base nos conhecimentos de organologia vegetal, o número de erros cometidos pelo aluno foi

- A) dois.
- B) três.
- C) quatro.
- D) cinco.
- E) seis.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. E
- 02. D
- 03. B
- 04. A
- 05. D

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. E
- 02. B
- 03. B
- 04. E
- 05. B
- 06. B
- 07. C
- 08. A
- 09. E
- 10. O fruto é o ovário fecundado e desenvolvido. Nem toda fruta é um fruto, porque algumas são o resultado de desenvolvimento de outra estrutura floral (ex.: maçã, receptáculo floral; caju, pedúnculo). Evolutivamente, os frutos são importantes, pois favorecem a dispersão das sementes.

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. C
- 02. C

Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Fisiologia Vegetal

Os conhecimentos das funções das plantas, adquiridos pelas observações e por meio de pesquisas experimentais, muito têm contribuído para o desenvolvimento de importantes técnicas agrícolas que objetivam garantir uma maior e melhor produtividade. Essas técnicas também permitem desenvolver estudos e planejamentos mais seguros acerca da atuação humana nos ecossistemas, contribuindo para uma utilização mais racional dos recursos vegetais.

NUTRIÇÃO DAS PLANTAS

Por meio da fotossíntese, as plantas sintetizam glicose a partir de substâncias inorgânicas (água e gás carbônico). A glicose é um importante alimento orgânico que a planta utiliza na respiração celular e que pode ser armazenado na forma de amido. Além de nutrientes orgânicos, obtidos basicamente por meio da fotossíntese, a planta também necessita de nutrientes minerais para o seu crescimento e desenvolvimento, uma vez que eles entram na composição de importantes substâncias (pigmentos, vitaminas, enzimas, hormônios). Dependendo da espécie de planta, esses minerais são requeridos em doses variadas e podem ser subdivididos em macronutrientes e micronutrientes. Aqueles são requeridos pela planta em grandes doses, e estes, embora indispensáveis, são requeridos em quantidades muito pequenas.

Macronutrientes	Micronutrientes
Carbono, oxigênio, hidrogênio, nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, fósforo e enxofre	Ferro, cobre, zinco, boro, cobalto, cloro, molibdênio e níquel

Elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas.

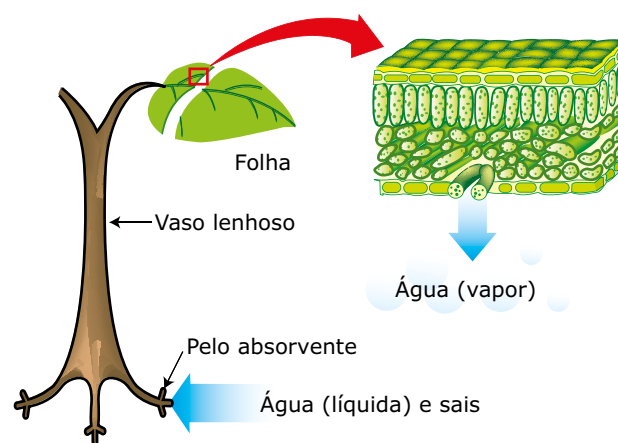
O carbono e o oxigênio normalmente são obtidos do gás carbônico absorvido do meio. Lembre-se de que, no caso das plantas terrestres, o CO_2 é absorvido da atmosfera, penetrando no corpo da planta através dos estômatos, existentes na superfície das folhas. Pelos estômatos, a planta também pode absorver O_2 da atmosfera.

O hidrogênio, juntamente com o oxigênio, é obtido da água, que, no caso das plantas terrestres, é retirada do solo por intermédio das raízes. Outros nutrientes minerais encontram-se dissolvidos na água absorvida pelas raízes.

Essa solução aquosa (água + sais minerais), chamada de seiva bruta (seiva mineral, seiva inorgânica), precisa chegar ao lenho, pois é através dos vasos lenhosos que ela alcançará outras partes da planta (caule, folhas, flores), que também necessitam da água e dos nutrientes minerais.

CONDUÇÃO DA SEIVA BRUTA

Três fenômenos distintos estão envolvidos na subida da seiva bruta das raízes até as folhas: pressão positiva da raiz, capilaridade, coesão entre as moléculas de água e transpiração foliar.



O transporte da seiva bruta.

A ascensão da seiva bruta é determinada pela: 1) Intensa absorção de água (e sais) pelas raízes, promovendo uma pressão de propulsão; 2) Capilaridade (força de atração entre as moléculas de água e as paredes dos vasos) e coesão entre moléculas de água causada pelas fortes interações químicas (ligações de hidrogênio) entre átomos de hidrogênio e oxigênio; 3) Transpiração e fotossíntese (nas folhas), que determinam a retirada da água do interior dos vasos lenhosos. A folha exerce, então, uma força de sucção que é considerada o principal fator para a subida da seiva bruta, segundo a Teoria da Tensão e Coesão (Teoria de Dixon).

CONDUÇÃO DA SEIVA ELABORADA

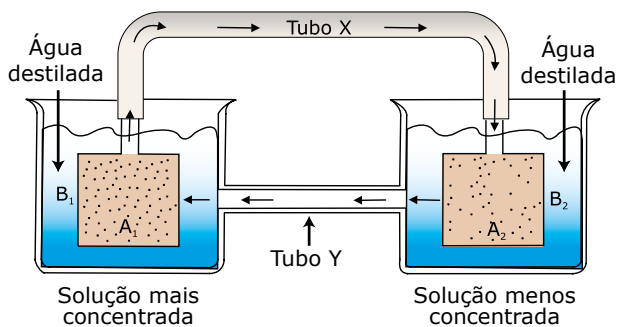


A seiva elaborada, produzida nas folhas por meio da fotossíntese, é transportada para os outros órgãos da planta pelos vasos liberianos (floema, líber).

A seiva bruta tem um sentido de condução ascendente (das raízes para as folhas), já o sentido de condução da seiva elaborada é normalmente descendente (das folhas para as raízes). Entretanto, quando substâncias nutritivas de reservas são mobilizadas nos órgãos de reserva (raízes, por exemplo), o fluxo torna-se ascendente.

A teoria mais aceita para explicar o mecanismo de condução da seiva elaborada foi proposta pelo botânico alemão Ernest Münch. Segundo sua teoria, o transporte da seiva elaborada resulta da diferença de pressão osmótica entre os órgãos produtores da planta e os órgãos que são apenas consumidores. Dessa forma, a seiva elaborada circula sempre no sentido dos órgãos dotados de grandes pressões osmóticas (altamente concentrados) para os órgãos de baixas pressões osmóticas (pouco concentrados). Assim, o fluxo da seiva elaborada é normalmente descendente, pois as folhas, pelo processo de fotossíntese, fabricam glicose, apresentando, assim, altas concentrações de açúcares solúveis (glicose).

A água sugada do lenho (vasos lenhosos) pelas folhas arrasta esses açúcares para o interior do líber (vasos liberianos), transportando-os até os órgãos consumidores. Caso cheguem açúcares solúveis em quantidade maior do que esses órgãos são capazes de consumir, o excesso é armazenado em sua forma insolúvel (amido) e as concentrações são mantidas baixas. Por isso, enquanto houver diferença de concentrações ou de pressões osmóticas entre os órgãos produtores e consumidores, o fluxo é mantido. Münch idealizou a seguinte experiência para explicar sua teoria:

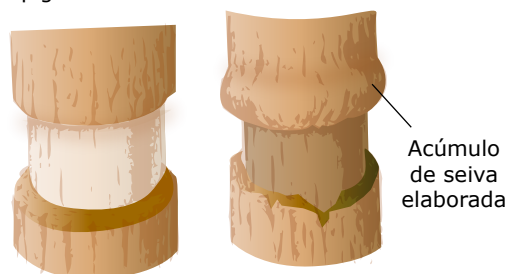


Experiência de Münch.

Nessa experiência, A1 e A2 são dois osmômetros com membranas semipermeáveis, contendo soluções de água e sacarose, que estão interligados por meio de um tubo de vidro X. A concentração da solução em A1 é maior do que a de A2. Os osmômetros (A1 e A2) foram mergulhados em recipientes (B1 e B2) contendo água destilada e interligados pelo tubo Y. Por osmose, a água penetra tanto em A1 como em A2. Entretanto, a força de sucção de A1 é maior, uma vez que nele a solução é mais concentrada e, portanto, desenvolve uma pressão osmótica maior, puxando mais água para o seu interior. Assim, A1 absorve mais água do que A2. Com isso, a pressão hidrostática dentro do osmômetro A1 torna-se maior do que no osmômetro A2, fazendo com que a solução (água + sacarose) comece a avançar pelo tubo X, no sentido A1 → A2. A pressão hidrostática em A2 torna-se, então, superior à sua pressão osmótica, isto é, a "força que empurra a água para fora" supera a "força que a puxa para dentro". Nessa situação, a água começa a passar do osmômetro A2 para o recipiente B2 e daí penetra no tubo Y. Uma vez no tubo Y, a água passa a ser "sugada" pelo osmômetro A1, fato explicado pela alta pressão osmótica existente nesse osmômetro, que tem solução altamente concentrada. Fazendo uma analogia entre o sistema idealizado por Münch e o sistema biológico de uma planta, temos: osmômetro A1: corresponde às folhas ou órgãos produtores, dotados de alta concentração. Pode representar também os órgãos de reserva, quando substâncias nutritivas neles armazenadas são mobilizadas; osmômetro A2: corresponde aos órgãos consumidores da planta, que recebem seiva elaborada; tubo X: corresponde aos vasos liberianos; tubo Y: corresponde aos vasos lenhosos; solução de açúcar: seiva elaborada.

Em determinadas situações, o fluxo da seiva elaborada pode ser ascendente. Isso acontece quando as substâncias nutritivas armazenadas nos órgãos de reserva são mobilizadas. Assim, o amido (insolúvel) armazenado converte-se em glicose (açúcar solúvel), acarretando o aumento da concentração nesses órgãos, que, então, passam a apresentar fortes pressões osmóticas. A água absorvida passa a ser sugada pelas células de reserva, fato que promove a ida dos açúcares solúveis para o caule, folhas e flores, de forma ascendente.

A prova de que o líber é o tecido responsável pela condução da seiva elaborada pode ser feita pelo cintamento, experiência também conhecida como anel de casca ou anel de Malpighi.



Anel de Malpighi.

O experimento consiste em se retirar toda a casca (córtex) em torno da base de um caule. Tal procedimento causa a ruptura dos vasos liberianos, que são mais periféricos do que os vasos lenhosos. Interrompe-se, assim, o fluxo descendente da seiva elaborada, mas o lenho, que ocupa posição mais interna, continua funcionando por certo tempo. Geralmente, dias depois, após terem suas reservas esgotadas, as raízes morrem, o que faz com que se paralise a absorção e, conseqüentemente, o transporte de água até as folhas, as quais, por sua vez, começam a murchar e secar, acarretando a morte da planta. A interrupção do floema também provoca acúmulo de seiva elaborada na extremidade do ramo. Após alguns dias da retirada do anel de Malpighi, nota-se um engrossamento da região do corte, devido ao acúmulo da seiva elaborada.



Conduzindo com Dixon e Münch

Nesse objeto de aprendizagem, seguindo as teorias de Dixon e de Münch, você deverá posicionar corretamente os vasos do xilema e do floema no caule e nas folhas para que a condução de seiva nas plantas não cesse. Fique atento, pois tanto a posição quanto o tipo de vaso condutor devem ser levados em consideração no momento de montar a rede de vasos. Seja ágil e dinâmico. Bom jogo!

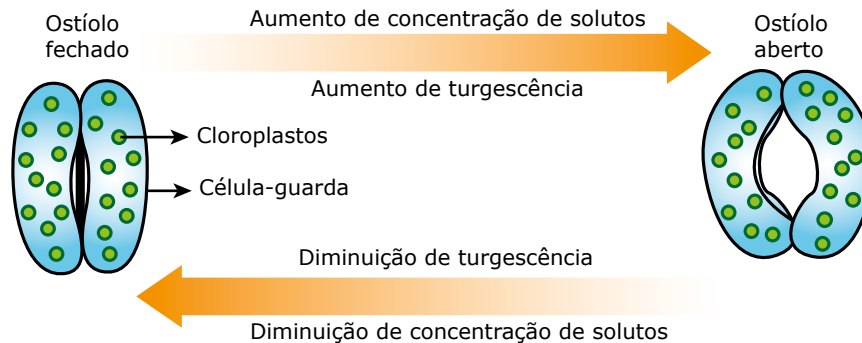
Observação: Para fins didáticos, as representações esquemáticas dos vasos do xilema e do floema estão simplificadas.



TRANSPIRAÇÃO

A transpiração consiste na perda de água sob a forma de vapor e pode ser cuticular ou estomática. A cuticular acontece através da cutícula (camada de cutina situada sobre a epiderme da folha exposta ao ar atmosférico), e a estomática é realizada através dos estômatos.

A transpiração cuticular é pouco intensa e independe do controle da planta, já a estomática responde por mais de 90% do total da transpiração e depende do mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos. Esse mecanismo sofre influência de diferentes fatores ambientais, como o suprimento de água de que a planta dispõe, a intensidade de luz e a concentração de CO_2 .

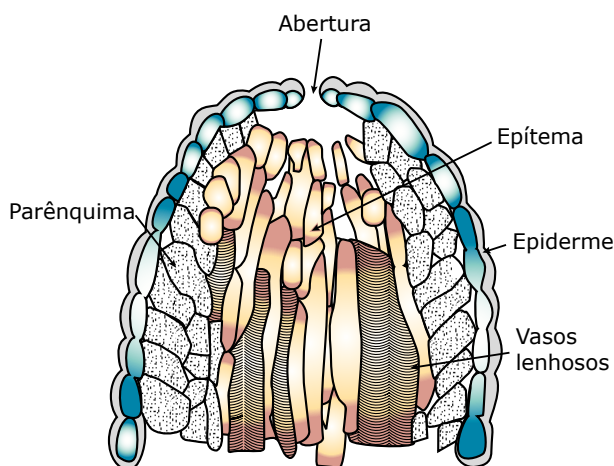


Abertura e fechamento dos estômatos – Quando a absorção de água pela planta for adequada e a velocidade de transpiração se mantiver baixa, todas as células da folha, inclusive as células-guarda, tendem para um estado de turgescência, com conseqüente abertura do ostíolo. Ao contrário, se a velocidade da transpiração for superior à velocidade de absorção de água (em um dia muito seco, por exemplo), a perda da turgescência das células-guarda leva ao fechamento do ostíolo, o que evita a perda de maiores quantidades de água, reduzindo a transpiração estomática e acarretando uma economia hídrica para o vegetal.

A maior parte das plantas abre os estômatos assim que o Sol nasce, fechando-os ao anoitecer. Dessa forma, as folhas permitem a entrada do gás carbônico para a realização da fotossíntese. O suprimento de gás oxigênio para a respiração, acumulado no interior da folha, dura, geralmente, a noite inteira. Entretanto, nas plantas da família Crassulaceae (plantas dicotiledôneas adaptadas a regiões áridas) e plantas de outras famílias de Angiospermas adaptadas à aridez do ambiente, os estômatos permanecem fechados durante o dia (quando as folhas estão expostas à luz forte e a temperaturas altas) e abertos durante a noite. Isso não prejudica a realização da fotossíntese porque essas plantas fixam o CO_2 absorvido durante a noite em moléculas de ácidos orgânicos (málico, isocitrílico) que serão degradados durante o dia, liberando o CO_2 necessário para a realização da fotossíntese. Com isso, no forte calor do dia, mantendo os estômatos fechados, as chamadas plantas MAC (que fazem o Metabolismo Ácido das Crassuláceas) não correm o risco de uma transpiração estomática excessiva, o que certamente aconteceria se elas os mantivessem abertos. Trata-se, na realidade, de uma adaptação dessas plantas a um ambiente hostil, muito seco, onde a economia de água é fundamental para a sobrevivência.

SUDAÇÃO (GUTAÇÃO)

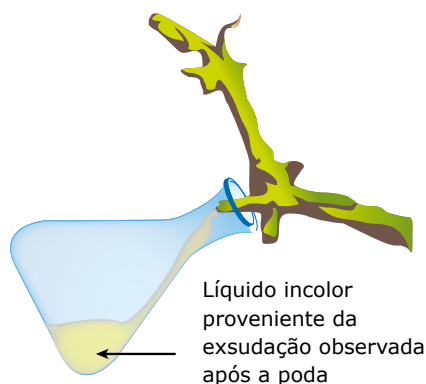
É a eliminação de água sob a forma líquida (gotículas) feita através dos hidatódios, localizados nos bordos das folhas. O líquido gutado não é apenas água pura, mas uma solução com alguns íons minerais. Normalmente, ocorre à noite, caso a planta se torne hidricamente saturada, ou seja, quando a absorção for maior do que a transpiração realizada durante o dia. Desse modo, o excesso de água e sais absorvidos é eliminado pelas folhas através dos hidatódios. Esse processo é uma decorrência direta do impulso da raiz.



Esquema microscópico de um hidatódio – O espaço logo abaixo dos hidatódios é ocupado por um tecido de preenchimento denominado epítima. Sobre o epítima, terminam vasos lenhosos que aí liberam o excesso de água e de sais minerais que será, então, eliminado sob a forma de gotículas.

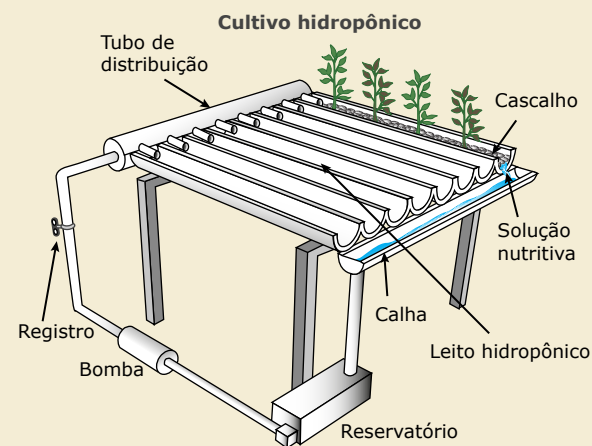
OBSERVAÇÃO

Não se deve confundir a gutação com a exsudação, que consiste na eliminação de uma solução aquosa em locais de ferimentos e é comumente observada em várias plantas no ato da poda.



HIDROPONIA

A hidroponia (do grego *hydro*, água e *ponos*, trabalho) é uma técnica que permite o cultivo de plantas herbáceas na ausência de terra, sendo utilizada especialmente no cultivo de verduras, hortaliças, ervas aromáticas e plantas ornamentais. Com essa tecnologia, as raízes das plantas são mantidas mergulhadas numa solução aerada contendo todos os nutrientes minerais de que a planta necessita para o seu desenvolvimento normal. Essa solução nutritiva circula em canaletas forradas com cascalho fino e areia, nas quais se desenvolvem as raízes, ficando as pequenas mudas fixas no suporte.



Cultivo hidropônico.

A hidroponia permite a implementação da agricultura em lugares onde ela não é praticável devido à debilidade do solo, e também viabiliza a produção de alimentos em zonas áridas, de clima temperado ou frio. Em muitos lugares, já existem fazendas hidropônicas, mantidas até em desertos, como acontece em certas regiões de Israel, México e Colorado, nos EUA. Nas viagens espaciais, essa técnica poderá ser de grande valia para a obtenção de alimentos frescos, pois não necessita de solo ou de muito espaço.

Outra vantagem reside no fato de que essa tecnologia não provoca a erosão do solo como os cultivos normalmente realizados na terra. Além disso, proporciona grande economia de água, já que esta é reutilizada, contribuindo, assim, para a solução de problemas de conservação de recursos naturais.

O cultivo feito por meio da hidroponia também dispensa o uso de pesticidas, uma vez que as plantas ficam livres de parasitos, bactérias e fungos que, normalmente, vivem no solo. Isso, evidentemente, contribui para uma melhor qualidade dos alimentos cultivados, bem como para uma maior produtividade.

A hidroponia requer menos espaço e capital para maior produção, o que reduz os custos de forma considerável. Permite, ainda, a redução dos custos com transporte, já que o cultivo pode ser feito próximo ao local do consumo.

É devido a uma série de vantagens que a hidroponia vem se constituindo uma alternativa viável para a produção de alimentos em diversas situações.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01.
PE0J

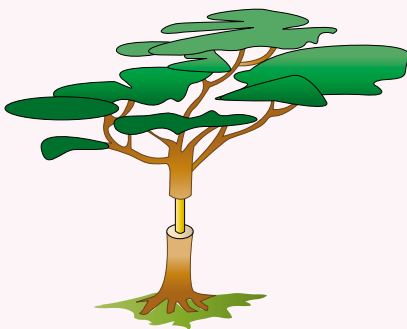
(FUVEST-SP) Dez copos de vidro transparentes, tendo no fundo algodão molhado em água, foram mantidos em local iluminado e arejado. Em cada um deles, foi colocada uma semente de feijão. Alguns dias depois, todas as sementes germinaram e produziram raízes, caules e folhas.

Cinco plantas foram, então, transferidas para cinco vasos com terra e as outras cinco foram mantidas nos copos com algodão. Todas permaneceram no mesmo local iluminado, arejado e foram regadas regularmente com água destilada.

Mantendo-se as plantas por várias semanas nessas condições, o resultado esperado e a explicação correta para ele é:

- Todas as plantas crescerão até produzir frutos, pois são capazes de obter, por meio da fotossíntese, os micronutrientes necessários para sua manutenção até a reprodução.
- Somente as plantas em vasos crescerão até produzir frutos, pois, além das substâncias obtidas por meio da fotossíntese, podem absorver, do solo, os micronutrientes necessários para sua manutenção até a reprodução.
- Todas as plantas crescerão até produzir frutos, pois, além das substâncias obtidas por meio da fotossíntese, podem absorver, da água, os micronutrientes necessários para sua manutenção até a reprodução.
- Somente as plantas em vasos crescerão até produzir frutos, pois apenas elas são capazes de obter, por meio da fotossíntese, os micronutrientes necessários para sua manutenção até a reprodução.
- Somente as plantas em vasos crescerão até produzir frutos, pois o solo fornece todas as substâncias de que a planta necessita para seu crescimento e manutenção até a reprodução.

02. (UFMG)



Retirou-se um anel na casca de uma árvore abrangendo toda a circunferência do tronco. A causa da morte da árvore, observada algum tempo depois, ocorreu provavelmente por ter sido impedido o processo de

- ascensão de sais minerais.
- realização de fotossíntese.
- circulação da seiva elaborada.
- transpiração.
- respiração.

03. (Unisinos-RS-2022) As angiospermas constituem o grupo vegetal com a maior diversidade de espécies, são plantas vasculares e caracterizam-se pela presença de flores e frutos. Esse grupo vegetal é o que apresenta maior diversidade de espécies.

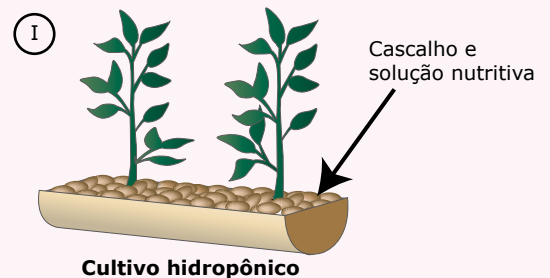
Em relação à nutrição das angiospermas, pode-se afirmar que as moléculas orgânicas necessárias à planta para formar os componentes celulares são _____ a partir de _____.

As lacunas são corretamente preenchidas, respectivamente, por:

- obtidas do solo; decomposição de material orgânico.
- produzidas pela própria planta; substâncias inorgânicas obtidas do solo e do ar.
- produzidas pela própria planta; moléculas orgânicas e substâncias inorgânicas obtidas do solo e do ar.
- produzidas pela própria planta; substâncias orgânicas obtidas do solo.
- produzidas por fungos presentes em raízes; substâncias orgânicas obtidas do solo.

04.
BWOM

(UFMG) A figura a seguir representa o cultivo de tomates em um sistema hidropônico I e em um canteiro adubado II.



Cultivo hidropônico



Cultivo convencional

Verificou-se que a produção de tomates em I e II não apresentou diferenças quantitativas e nem qualitativas.

Com relação aos cultivos I e II, é incorreto afirmar que

- a absorção da matéria orgânica e de sais minerais resulta na mesma produtividade.
- a produtividade, tanto em I quanto em II, é resultante da fotossíntese.
- o húmus contém substâncias que, após decomposição, liberam nutrientes para o solo.
- o solo e a solução nutritiva atendem, qualitativamente, às necessidades da planta.



05. (Cesgranrio) Em alta madrugada, quando o ar está muito úmido, é comum observar-se que as pontas e as bordas das folhas de muitas plantas ficam cobertas de gotículas de água. A explicação para esse fenômeno é:

- A) As gotículas de água observadas de madrugada nos órgãos foliares de certas plantas significam que, durante a noite, a transpiração é reduzida e o excesso de água absorvida pelo vegetal é eliminado pelos hidatódios.
- B) As gotículas de água referidas são explicadas pela botânica como um caso de excreção da água, sob a forma líquida, através do aparelho estomático e da cutícula foliar, visto que os hidatódios se fecham à noite.
- C) As gotículas de água verificadas de madrugada, nas pontas e nas bordas das folhas de muitas plantas, são produzidas simplesmente pelo sereno, nada tendo a ver com a sua atividade vital.
- D) As gotículas de água observadas de madrugada, nas pontas e bordas das folhas de muitas plantas, significam que houve, durante a noite, intensa atividade clorofiliana.
- E) As gotículas de água referidas significam que a transpiração das plantas foi muito intensa durante a noite, ocorrendo a excreção da água pelo aparelho estomático, pelos hidatódios e pela cutícula foliar.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (Unicamp-SP)

Seca faz cidades do interior de SP decretarem emergência

A falta de água enfrentada pelo Sudeste do país tem feito cada vez mais cidades de São Paulo e de Minas Gerais adotarem o racionamento, para reduzir o consumo de água, ou decretarem estado de emergência. Além do desabastecimento, a seca tem prejudicado também setores como a agricultura, a indústria, a saúde e o turismo dessas cidades.

Disponível em: <http://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/agencia-estado/2014/07/07/seca-faz-cidades-do-interior-decretarem-emergencia.htm>.

Acesso em: 16 jul. 2014 (Adaptação).

A situação de seca citada na reportagem é determinada por mudanças no ciclo hidrológico, em que as plantas têm papel determinante, uma vez que representam uma fonte de vapor-d'água para a atmosfera. Os vasos que conduzem a água das raízes até as folhas são os

- A) floemáticos e a transpiração ocorre pelos estômatos.
- B) floemáticos e a transpiração ocorre pelos tricomas.
- C) xilemáticos e a transpiração ocorre pelos tricomas.
- D) xilemáticos e a transpiração ocorre pelos estômatos.

02. (Unesp) O fluxo de seiva bruta nas plantas está diretamente associado à abertura e ao fechamento dos estômatos. O aumento do fluxo de seiva bruta ao longo do caule é favorecido por

- A) estômatos abertos e baixa intensidade luminosa.
- B) estômatos abertos e baixa quantidade de água no solo.
- C) estômatos fechados e alta concentração de glicose na folha.
- D) estômatos abertos e baixa concentração de CO₂ na folha.
- E) estômatos fechados e alta concentração de O₂ na folha.

03. (Fatec-SP) As sequoias são árvores que ocorrem na região oeste da América do Norte e que pertencem ao grupo das coníferas, também chamado de gimnospermas. Elas podem atingir mais de 100 metros de altura e para que ocorra fotossíntese em suas folhas, a água captada pelas raízes precisa percorrer toda essa distância e alcançar as suas copas. Em um edifício de altura equivalente, seria necessário o uso de potentes bombas d'água para realizar o transporte de água até os andares mais altos. Já no caso das sequoias e de qualquer outra planta de grande porte com vasos condutores de seiva, o transporte da água até o topo é explicado pela teoria da coesão-tensão de Dixon.

De acordo com essa teoria, o transporte da água no interior das sequoias é decorrente, principalmente,

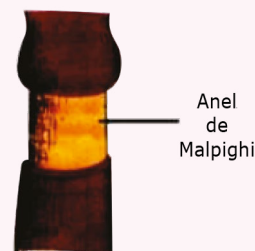
- A) do bombeamento feito por vasos pulsáteis das raízes.
- B) do aumento da temperatura das folhas e do tronco.
- C) da perda de água nas folhas por transpiração.
- D) da entrada contínua de água pelas raízes.
- E) da movimentação das folhas pelo vento.

04. (UFPI) Ao observamos uma mangueira, um cajueiro ou outra árvore qualquer, podemos imaginar como todas as folhas recebem água e seiva provenientes das raízes. O principal fenômeno responsável pela subida da água até as folhas é a

- A) transpiração.
- B) evaporação.
- C) respiração.
- D) fotossíntese.
- E) abscisão.



05. (USF-SP) A seguir, você pode observar a imagem de um anel de Malpighi.



Disponível em: <http://fisiologiavegetal.webnode.com.br/condu%C3%A7%C3%A3o%20da%20seiva/>. Acesso em: 23 set. 2016.

Muitos fruticultores retiram um anel em torno de galhos da planta. Qual é a razão de tal procedimento?

- A) Provocar a morte da planta por causar o rompimento do xilema, o que inviabiliza o transporte da seiva bruta.
- B) Provocar a morte da planta por causar o rompimento do floema, o que impede a subida da seiva bruta.
- C) Aumentar a concentração de açúcares na região acima do corte com a finalidade de produzir frutos maiores e mais doces.
- D) Impedir a chegada da seiva elaborada às células da raiz, o que resulta em galhos maiores e frutos livres de parasitos.
- E) Provocar o desenvolvimento dos óvulos das flores para formar frutos partenocárpico.

06.
31UH
▶

(CEFET-MG) Algumas plantas captam o gás carbônico durante a noite, convertendo-o em ácido málico que fica armazenado nos vacúolos de suas células. Pela manhã, os estômatos fecham-se e as trocas gasosas entre a planta e o ar atmosférico são praticamente interrompidas.

- A vantagem fisiológica dessa captação noturna é
- A) aumentar a conversão desse gás em oxigênio.
 - B) minimizar a perda de CO₂ durante a respiração.
 - C) reduzir o risco de desidratação durante o dia.
 - D) intensificar a síntese de carboidratos durante a noite.
 - E) diminuir a degradação das moléculas de clorofila pela luz.

07.
V50B
▶

(FUVEST-SP) As moléculas de glicídios produzidas a partir da fotossíntese são utilizadas no local da produção ou transportadas, pelo floema, para utilização em outras partes da planta; são, ainda, convertidas em substância de reserva, que é armazenada.

Aponte a alternativa que, corretamente, descreve o processo de transporte e o local de armazenamento dessas substâncias na planta.

	Transporte		Armazenamento
	Entrada no floema	Fluxo no floema	
A)	transporte ativo	unidirecional ↓	apenas nos órgãos subterrâneos
B)	transporte ativo	unidirecional ↓	em todos os órgãos
C)	transporte ativo	bidirecional ↓↑	em todos os órgãos
D)	transporte passivo	bidirecional ↓↑	em todos os órgãos
E)	transporte passivo	unidirecional ↓	apenas nos órgãos subterrâneos

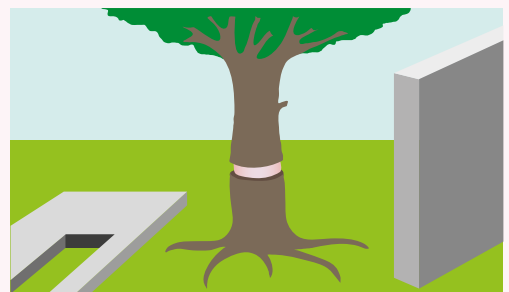
08. (UFU-MG-2022) O fungo patogênico *Fusicoccum amygdali* secreta uma toxina que ativa a membrana plasmática de células vegetais, levando à perda descontrolada de água.

Qual mecanismo pelo qual a ativação das células estomáticas pode causar murcha grave?

- A) Perda excessiva de K⁺ que provoca um potencial hídrico positivo dentro das células-guarda, as quais se tornam mais túrgidas à medida que a água é perdida por osmose.
- B) Absorção de K⁺ pelas células-guarda que ficam túrgidas, provocando abertura estomática e evaporação extrema na folha.
- C) Abertura estomática resultante da perda de K⁺ para as células vizinhas, o que provoca uma retração das células-guarda e perda de água por osmose.
- D) Regulação osmótica no transporte ativo K⁺ para fora das células-guarda que ficam flácidas, implicando estômatos fechados e perda de água descontrolada pela folha.

09.
8A43
▶

(Cesgranrio) Um cidadão, desejando retirar de seu quintal uma árvore cujas raízes ameaçavam as instalações de uma cisterna, realizou o seguinte processo, esquematizado no desenho a seguir: fez dois cortes paralelos, a uma distância de 10 cm entre si em toda a periferia do caule, retirando deste um anel que consistia em casca e uma pequena porção da parte interna do caule, até o câmbio vascular. A princípio, a árvore não mostrou alterações, pois as folhas não murcharam. No entanto, dias após, as raízes começaram a se atrofiar e o vegetal morreu. Qual das alternativas a seguir explica corretamente o ocorrido?



- A) Após o corte, as porções superiores do vegetal deixaram de receber água para realização da fotossíntese, visto terem sido seccionados os vasos lenhosos.
- B) Em consequência do ferimento causado no caule da planta, houve perda letal de grande quantidade de seiva (bruta e elaborada).
- C) As porções aéreas deixaram de receber substâncias orgânicas, visto terem sido seccionados tanto os vasos lenhosos como a epiderme.
- D) Tanto o xilema quanto o floema, que são tecidos condutores situados na periferia do caule, foram seccionados.
- E) Com o corte foram seccionados os feixes liberianos, que são vasos condutores da seiva elaborada.



(Unesp) Considere o seguinte experimento:

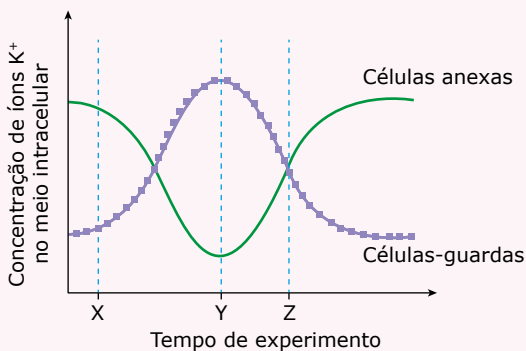
Um experimento simples consiste em mergulhar a extremidade cortada de um ramo de planta de flores com pétalas brancas em uma solução colorida. Após algum tempo, as pétalas dessas flores ficarão coloridas.

LINHARES, Sergio; GEWANDSZNAJDER, Fernando. *Biologia hoje*. 2011.

Considere os mecanismos de condução de seiva bruta e seiva elaborada nos vegetais. Nesse experimento, o processo que resultou na mudança da cor das pétalas é análogo à condução de

- A) seiva elaborada, sendo que a evapotranspiração na parte aérea da planta criou uma pressão hidrostática positiva no interior do floema, forçando a elevação da coluna de água com corante até as pétalas das flores.
- B) seiva bruta, sendo que, por transporte ativo, as células da extremidade inferior do xilema absorveram pigmentos do corante, o que aumentou a pressão osmótica nas células dessa região, forçando a passagem de água com corante pelo xilema até as células das pétalas das flores.
- C) seiva elaborada, sendo que, por transporte ativo, as células adjacentes ao floema absorveram a sacarose produzida nas pétalas da flor, o que aumentou a pressão osmótica nessas células, permitindo que, por osmose, absorvessem água com corante do floema.
- D) seiva bruta, sendo que a evapotranspiração na parte aérea da planta criou uma pressão hidrostática negativa no interior do xilema, forçando a elevação da coluna de água com corante até as pétalas das flores.
- E) seiva elaborada, sendo que a solução colorida era hipotônica em relação à osmolaridade da seiva elaborada e, por osmose, a água passou da solução para o interior do floema, forçando a elevação da coluna de água com corante até as pétalas das flores.

11. (FGV-2022) Uma planta sadia, bem hidratada e inicialmente no escuro, foi submetida a intensidades graduais de luz que oscilaram ao longo do experimento. As células anexas e as células-guardas de uma pequena área de uma folha foram monitoradas quanto à concentração de íons K^+ no meio intracelular. O gráfico mostra a variação das concentrações de íons K^+ no meio intracelular ao longo do tempo decorrido do experimento.

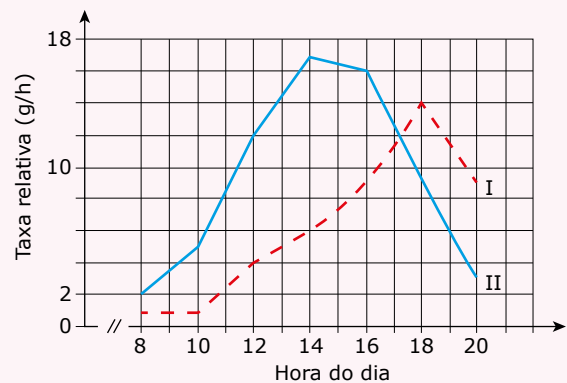


A respeito dos momentos X, Y e Z do experimento é possível concluir que

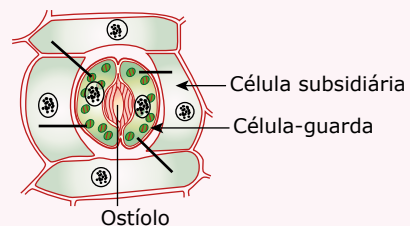
- A) em X os ostíolos dos estômatos estavam mais abertos que em Y.
- B) em Y a folha recebeu a menor intensidade de luz.
- C) em Z as taxas de transpiração cuticular e estomática eram equivalentes.
- D) entre Y e Z houve elevação da taxa de fotossíntese.
- E) entre X e Y houve elevação da taxa de transpiração total.



(FUVEST-SP) No gráfico a seguir, uma das curvas representa a entrada e a outra, a saída de água em uma árvore da Mata Atlântica, ao longo de 12 horas, num dia ensolarado.



- A) Considerando que, em uma planta terrestre, a transpiração é realizada majoritariamente pelos estômatos, identifique a curva que representa a transpiração e a que representa a absorção de água.
- B) Explique como os processos da transpiração e da absorção de água nas plantas se relacionam fisiologicamente.
- C) A seguir, há o esquema de um estômato aberto. Nas quatro barras pretas, coloque setas indicando a direção do fluxo da água entre as células estomáticas, para manter o estômato aberto.



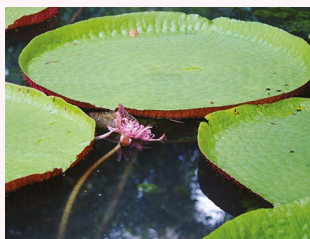
(UNIFESP) A hidroponia consiste no cultivo de plantas com as raízes mergulhadas em uma solução nutritiva que circula continuamente por um sistema hidráulico. Nessa solução, além da água, existem alguns elementos químicos que são necessários para as plantas em quantidades relativamente grandes e outros que são necessários em quantidades relativamente pequenas.

- A) Considerando que a planta obtém energia a partir dos produtos da fotossíntese que realiza, por que, então, é preciso uma solução nutritiva em suas raízes?
- B) Cite um dos elementos, além da água, que obrigatoriamente deve estar presente nessa solução nutritiva e que as plantas necessitam em quantidade relativamente grande. Explique qual sua participação na fisiologia da planta.

14. (USCS-SP) A posição e distribuição dos estômatos nas folhas estão relacionados às condições do ambiente em que a planta vive. Os estômatos podem estar presentes apenas na face superior ou apenas na face inferior da folha; igualmente distribuídos por ambas as faces; ou em maior número em uma das faces da folha.

As fotos apresentam, respectivamente, folhas da vitória-régia, planta aquática típica da Amazônia, e folhas do ipê-amarelo, que ocorre no cerrado brasileiro.

Vitória-régia (*Victoria amazonica*)



Disponível em: <http://www.florestaaguadonorte.com.br>.

Ipê-amarelo (*Tabebuia chrysostricha*)



Disponível em: <http://ecoparquesperry.com.br>.

- A) No caso das folhas da vitória-régia, os estômatos se localizam em sua face superior ou em sua face inferior? Justifique sua resposta.
- B) No caso das folhas do ipê-amarelo, os estômatos se concentram em sua face superior ou em sua face inferior? Justifique sua resposta.

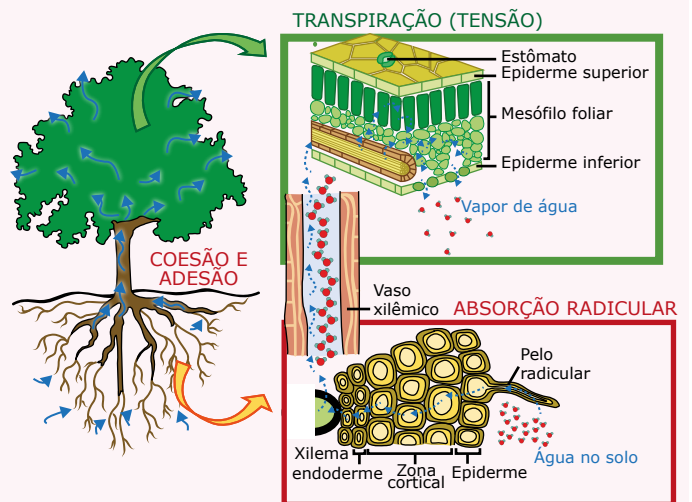
SEÇÃO ENEM

01. (Enem-2020) Um produtor de morangos notou, no início da manhã, que em alguns pontos das extremidades das folhas dos morangueiros ocorriam gotículas de água.

Procurando informação a respeito do fenômeno, o agricultor descobre que isso é também observado em outras plantas herbáceas de pequeno porte. Esse fenômeno fisiológico ocorre em condições de elevada umidade do ar e

- A) escassez de sais minerais.
- B) abundante suprimento hídrico.
- C) abundante período de transpiração.
- D) ausência de resistência estomática.
- E) ausência de substâncias impermeabilizantes.

02. (Enem) A figura ilustra o movimento da seiva xilêmica em uma planta.



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

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

O que garante o transporte dessa seiva é a

- A) gutação.
- B) gravidade.
- C) respiração.
- D) fotossíntese.
- E) transpiração.

03. (Enem) 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, próximo 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 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.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. B
- 02. C
- 03. B
- 04. A
- 05. A

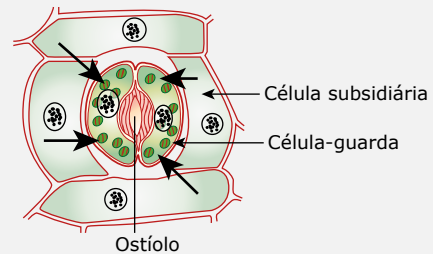
Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. D
- 02. D
- 03. C
- 04. A
- 05. C

- 06. C
- 07. C
- 08. B
- 09. E
- 10. D
- 11. E

- 12.
- A) A transpiração está representada pela curva II e a absorção de água pela curva I.
 - B) O principal mecanismo que provoca a absorção de água pelas raízes e seu transporte pelo xilema é a transpiração. A perda de água nas folhas desloca a coluna de água.
 - C)



13.

- A) A solução nutritiva é necessária porque contém os elementos minerais necessários aos processos metabólicos do vegetal.
- B) Entre os elementos minerais que devem ser fornecidos a um vegetal, pode-se citar:
 - nitrogênio, essencial para a síntese de proteínas, ácidos nucleicos, vitaminas, etc.;
 - fósforo, necessário à síntese de ácidos nucleicos e ATP;
 - potássio, fundamental, entre outros fatores, para o mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos;
 - magnésio, elemento participante da molécula de clorofila.

14.

- A) Superior. Porque a face superior está sempre submersa.
- B) Inferior. Porque essa é a face sombreada, o que reduz a perda de água pela transpiração.

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. B
- 02. E
- 03. C



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %

Hormônios e Movimentos Vegetais

HORMÔNIOS VEGETAIS

Os hormônios vegetais ou fitormônios são substâncias orgânicas que atuam no metabolismo vegetal, ajudando a controlar o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Essas substâncias, também conhecidas por reguladores do crescimento e desenvolvimento vegetal, podem tanto estimular como inibir esses fenômenos, dependendo da concentração em que se encontram nos órgãos das plantas.

Entre os hormônios vegetais, destacam-se as auxinas, as giberelinas, as citocininas, o ácido abscísico e o etileno.

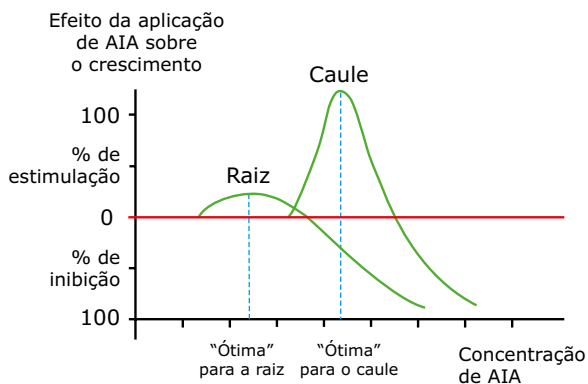
Auxinas

Auxinas (do grego *auxanein*, distender, aumentar) foram os primeiros hormônios vegetais a serem identificados. Têm como principal efeito o crescimento de raízes e de caules, que ocorre por meio do alongamento das células recém-originadas dos meristemas, uma vez que facilitam a distensão das paredes celulósicas das células vegetais. Esse efeito, no entanto, depende da concentração do hormônio; em concentrações muito altas, as auxinas passam a inibir o alongamento celular e, portanto, o crescimento do órgão.

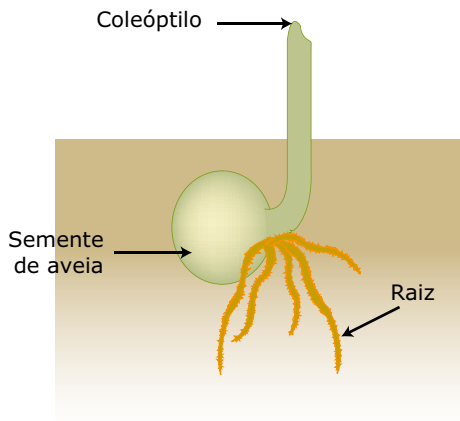
Entre as auxinas, destacam-se o AIA (ácido indol-3-acético), o 2,4-D (ácido diclorofenoxiacético) e o ANA (ácido α -naftalenoacético).

- **AIA (ácido indol-3-acético)** – É a principal auxina, sendo encontrado nas regiões meristemáticas apicais do caule e da raiz, nos embriões e nas folhas jovens. É produzido a partir do aminoácido triptofano.

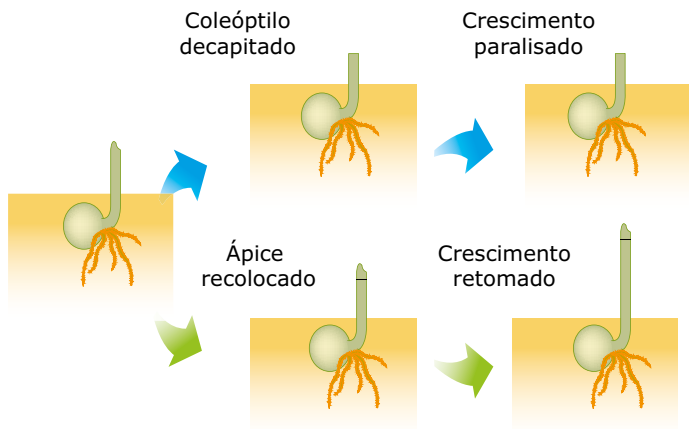
A sensibilidade das células à ação do AIA não é a mesma nos diferentes órgãos de uma planta. As raízes são, geralmente, muito mais sensíveis à ação da auxina do que os caules. Por isso, uma concentração de AIA suficiente para induzir o crescimento do caule tem forte ação inibidora sobre o crescimento da raiz. Por outro lado, concentrações de AIA necessárias para induzir o crescimento da raiz podem ser insuficientes para estimular o crescimento do caule. Veja o gráfico a seguir:



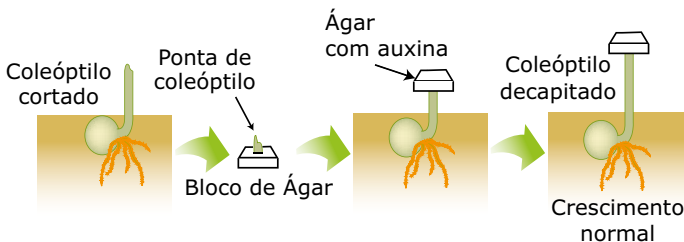
Várias experiências realizadas com coleótilos de plântulas de aveia e outras espécies de gramíneas comprovam a influência das auxinas, em particular do AIA, no crescimento das plantas. O coleótilo (ou coleóptilo), e em forma de bainha enrolada, é a primeira folha que se forma na ponta das plântulas de gramíneas (aveia, trigo, arroz, alpiste, etc.). Sua função é proteger a gêmula das gramíneas quando elas emergem do solo durante a germinação da semente.



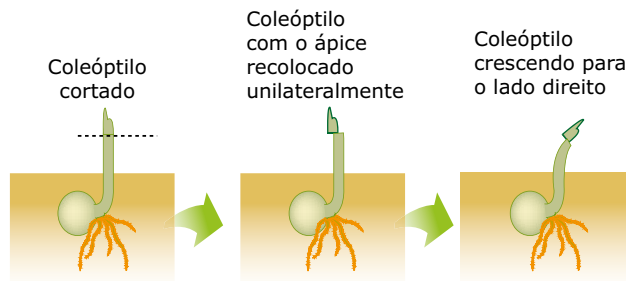
Semente de aveia no início da germinação.



Experimento 1 – Coleótilos com o ápice removido param de crescer; no entanto, se o ápice removido for colocado num coleótilo decapitado, o crescimento será retomado. Logo, o ápice é fundamental para o crescimento da planta.

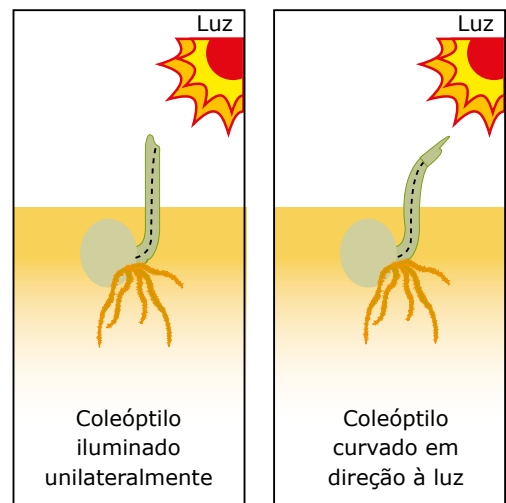


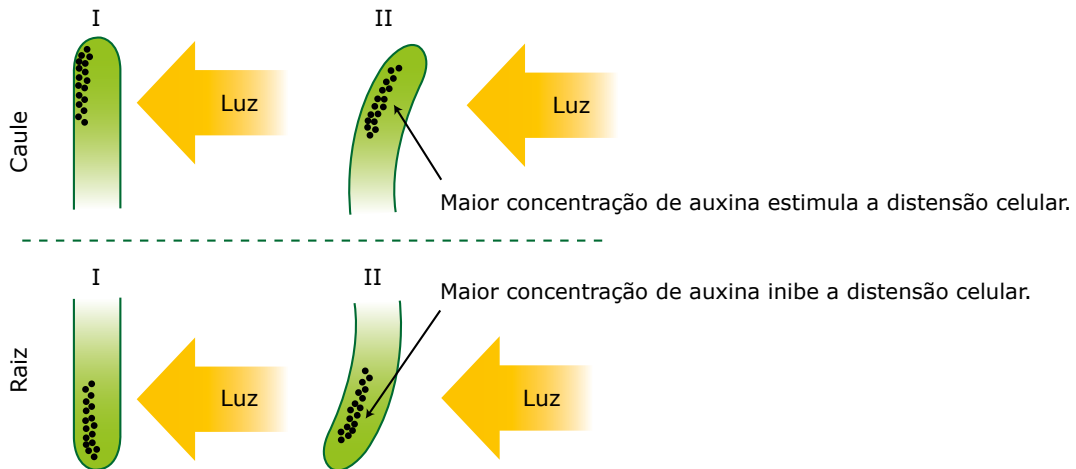
Experimento 2 – Retira-se o ápice de um coleótilo, colocando-o sobre um bloco de ágar durante certo tempo; em seguida, coloca-se esse bloco de ágar sobre um coleótilo decapitado: observa-se que o crescimento do coleótilo é retomado. Porém, se colocarmos sobre um coleótilo decapitado um bloco de ágar que não tenha sido submetido ao procedimento descrito anteriormente, o coleótilo não crescerá. Logo, alguma substância estimuladora do crescimento e produzida pelo ápice difundiu-se para o ágar e, daí, para o coleótilo decapitado, estimulando o seu crescimento. Tal substância foi identificada mais tarde como uma auxina, isto é, o AIA.



Experimento 3 – Retirando-se o ápice de um coleótilo e, em seguida, recolocando-se esse ápice sobre o coleótilo decapitado de uma forma unilateral, ocorre curvatura para o lado oposto àquele em que o ápice foi depositado. Logo, apenas o lado do coleótilo sobre o qual é recolocado o ápice passa a receber a substância indutora do crescimento (auxina) e, conseqüentemente, esse lado cresce mais do que o outro, o que provoca a curvatura do coleótilo para o lado oposto àquele em que o ápice foi colocado.

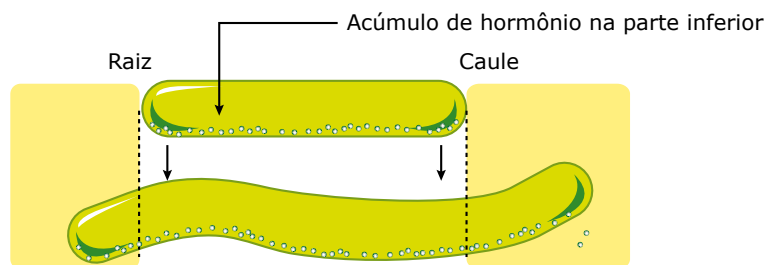
As auxinas sofrem influência da luz. Por um processo ainda não totalmente esclarecido, a luz determina uma redistribuição desigual de auxina, fazendo com que essa substância passe para o lado menos exposto à luz, o que promove um maior crescimento desse lado. O maior crescimento do lado menos exposto à ação da luz faz com que o órgão vegetal se curve em direção à fonte de luz, isto é, manifeste um fototropismo positivo. Assim, quando uma planta é iluminada unidirecionalmente, a auxina migra para o lado menos exposto à luz antes de descer pelo caule. Com isso, as células do lado menos iluminado se alongam mais do que as do lado mais iluminado, e a planta se dobra em direção à fonte de luz. Veja a ilustração a seguir:





Ação da luz sobre as auxinas – O caule das plantas se dobra em direção a uma fonte unidirecional de luz, porque as células da porção não iluminada crescem mais que as da região iluminada, devido à maior concentração de auxina na parte não iluminada do caule. Já nas raízes, o movimento de curvatura do órgão se faz em direção oposta à fonte de luz. No caule, a maior concentração de auxina do lado não iluminado estimula um maior crescimento, mas na raiz ela determina uma inibição do crescimento. Ocorre, então, a curvatura do caule em direção à luz (fototropismo positivo) e a curvatura da raiz em sentido oposto (fototropismo negativo).

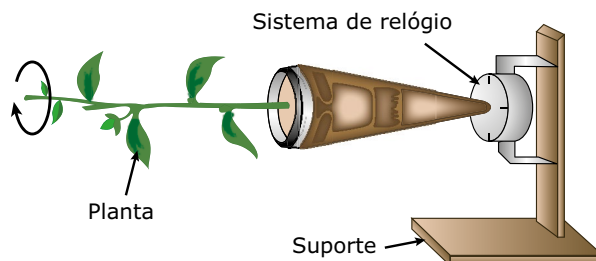
As auxinas também atuam no geotropismo de caules e raízes. Colocando-se uma planta em posição horizontal, verifica-se que parte do AIA existente na face superior migra, por ação da gravidade, para a face inferior, tanto no caule como na raiz. Nos caules, o aumento da concentração de auxinas na face inferior provoca uma aceleração do crescimento dessa região. Assim, crescendo mais pela face inferior, o caule curva-se para cima, em direção contrária à ação da gravidade (geotropismo negativo). Nas raízes, por sua vez, o aumento da concentração de auxinas na face inferior inibe o crescimento nesse local. Então, o crescimento mais acelerado da face superior da raiz faz com que o órgão se curve para baixo, na mesma direção em que atua a gravidade (geotropismo positivo). Veja a ilustração a seguir:



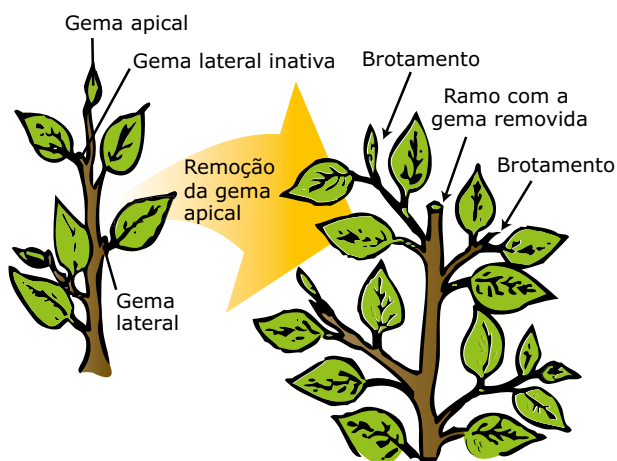
A face inferior cresce menos do que a superior.
Alta taxa de auxina inibe o crescimento da raiz.

A face inferior cresce mais do que a superior.
Alta taxa de auxina estimula o crescimento do caule.

Colocando-se uma planta em posição horizontal adaptada a um disco giratório, a auxina se distribuirá uniformemente pelo caule e pela raiz e, desse modo, não haverá manifestação da curvatura geotrópica.

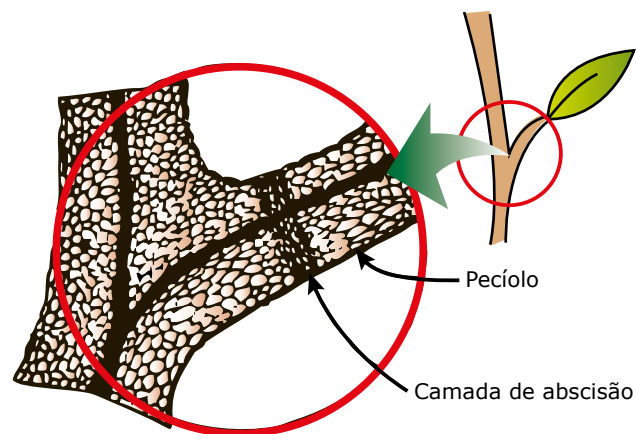


O AIA também é responsável pelo fenômeno da dominância apical, isto é, o AIA produzido na gema apical do caule desce por ele e, em grande quantidade, chega às células das gemas laterais (axilares). Nas gemas laterais, devido à grande quantidade de auxina, há uma inibição do desenvolvimento desses brotos que, então, permanecem em estado de dormência. Quando se realiza a poda, cortando a gema apical do caule, deixa de haver aquele fluxo contínuo de auxina de cima para baixo (deslocamento polarizado da auxina). Assim, a concentração de auxina nas gemas axilares diminui a uma concentração que passa a estimular o crescimento dos brotos dormentes, originando novas ramificações.



A dominância apical – Na maior parte das plantas, a gema apical exerce um efeito inibidor sobre o desenvolvimento das gemas laterais. Isso faz com que a planta se ramifique apenas nas regiões mais distantes da gema apical. Quando a gema apical é removida, técnica de jardinagem conhecida por poda, as gemas laterais podem se desenvolver.

O AIA também exerce ação no fenômeno da abscisão das folhas. Para que uma folha se mantenha inserida no caule, é preciso que o teor de auxina nessa folha seja maior que o do ramo do caule em que ela se encontra. Folhas senescentes (“velhas”), nas quais a produção de auxinas se reduz significativamente, passam a apresentar uma concentração de AIA menor que a do ramo. Forma-se, então, na base do pecíolo, uma camada de abscisão, por onde a folha se desprende e cai. Fato semelhante ocorre com frutos em adiantado estado de maturação.



Zona de abscisão do pecíolo de uma folha.

O desenvolvimento dos frutos também está relacionado à ação do AIA. Normalmente, as sementes em desenvolvimento são grandes fontes produtoras de auxinas; o hormônio produzido por elas passa, então, a estimular o desenvolvimento do ovário, promovendo, assim, a formação do fruto. Existem casos em que os próprios ovários produzem auxinas em quantidade suficiente para provocar o seu desenvolvimento, o que acarreta a formação dos frutos partenocárpicos, que são desprovidos de sementes, como no caso da banana. A partenocarpia pode ser obtida artificialmente, usando-se uma pasta de AIA aplicada no local ou com pulverização.

- **2,4-D (ácido diclorofenoxiacético)** – É uma auxina sintética usada como herbicida, isto é, usada no combate ao crescimento de ervas daninhas (carrapichos, picões, etc.) em campos de cultivo de monocotiledôneas. As monocotiledôneas são menos sensíveis à ação dessa auxina do que as dicotiledôneas. Assim, a aplicação de grande quantidade desse hormônio em campos de cultivo impede o desenvolvimento de dicotiledôneas indesejáveis (ervas daninhas), sem afetar o desenvolvimento de monocotiledôneas, como o milho. Outra importante aplicação dessa auxina é na fruticultura, especialmente na citocultura. O 2,4-D pulverizado em laranjeiras evita a queda prematura dos frutos, melhorando o rendimento da colheita.
- **ANA (ácido α -naftalenoacético)** – Também é uma auxina sintética utilizada para induzir floração simultânea em plantações de abacaxis, promovendo, além disso, uma maturação simultânea (numa mesma época) de toda a plantação.

Giberelinas

São substâncias normalmente produzidas em pequenas quantidades no embrião das sementes, no meristema apical do caule e em folhas jovens.

Atualmente, são conhecidos mais de vinte tipos diferentes de giberelinas, dos quais o mais comum é o ácido giberélico, também conhecido por giberelina A₃ ou GA₃.

Assim como as auxinas, as giberelinas promovem o crescimento e a distensão celular de caules e de folhas, mas têm pouco efeito sobre o crescimento das raízes. Plantas geneticamente anãs podem crescer e chegar a seu tamanho normal se receberem pulverização desse hormônio.

Juntamente com as auxinas, as giberelinas estimulam o desenvolvimento dos ovários e a consequente formação de frutos. Misturas desses dois hormônios têm sido utilizadas na produção de frutos partenocárpicos.

Esses hormônios também atuam na quebra de dormência de sementes, antecipando o processo de germinação. As giberelinas ativam a produção de enzimas que permitem ao embrião utilizar as substâncias de reserva contidas na semente, por exemplo, o amido.

Citocininas

Fitormônios que têm como principal ação estimular a divisão celular (mitoses). São produzidas nas raízes e transportadas, através do xilema, para todas as partes da planta. Embriões e frutos também produzem citocininas.

As citocininas ainda retardam o envelhecimento das folhas. As folhas, ao envelhecerem, ficam amareladas e murchas, o que caracteriza a senilidade. A aplicação de citocininas em certas verduras retarda a senilidade, melhorando, portanto, a preservação desses produtos.

Ácido abscísico (ABA)

É um fitormônio produzido nas folhas, na coifa e no caule, sendo transportado por meio do sistema de condução da planta. Sua concentração nas sementes e frutos é elevada, mas ainda não está esclarecido se ele é produzido ou se é apenas transportado para esses órgãos.

O ácido abscísico atua como antagonista de outros hormônios vegetais, inibindo o crescimento e o desenvolvimento das plantas, uma vez que induz a dormência de gemas e de sementes. Assim, esse fitormônio é o principal responsável pelo fenômeno da dormência das sementes, isto é, pelo fato de elas não germinarem imediatamente após serem produzidas.

Em certas plantas de regiões áridas, por exemplo, as sementes só germinam após serem lavadas por uma chuva, que remove o excesso de ácido abscísico nelas presente. Em outras espécies de plantas, a quebra da dormência das sementes se faz por mecanismos que degradam o ácido abscísico. Na maior parte dos casos, é a relação entre as taxas desse hormônio e as taxas de giberelinas que determina se a semente continuará em dormência ou começará a germinar.

Em certas situações, o ácido abscísico também atua no mecanismo de fechamento dos estômatos. Por exemplo, quando o suprimento de água numa planta diminui, a concentração desse hormônio aumenta muito nas folhas, fazendo com que as células-guarda dos estômatos eliminem potássio e se tornem flácidas, o que determina o fechamento do ostíolo.

Etileno

É um hormônio de natureza gasosa produzido em diversas partes da planta. A presença de etileno já foi verificada em todos os órgãos dos vegetais, com exceção das sementes.

Uma de suas funções principais é a de estimular o amadurecimento de frutos. O amadurecimento de um fruto envolve diversas alterações fisiológicas desencadeadas pela presença de etileno, que é produzido naturalmente pelo próprio fruto. Entre essas alterações, destacamos: mudança da coloração, devido à degradação da clorofila e à síntese de novos pigmentos; conversão do amido e de diversos ácidos estocados no fruto em açúcares (frutose, glicose), que lhe dão sabor adocicado; quebra parcial das paredes celulares, tornando os tecidos do fruto mais macios; síntese de diversas substâncias responsáveis pelo sabor típico de cada fruto.

Frutos guardados em conjunto eliminam boas quantidades de etileno. Se estiverem em ambiente fechado, atingirão a maturação mais rapidamente. Um fruto maduro junto de outros ainda verdes provocará o amadurecimento destes mais rapidamente. Por esse motivo é que se diz que um só fruto podre perto de outros sadios provoca o apodrecimento de todos.

Uma importante aplicação prática dos conhecimentos da ação do etileno é o retardamento do processo de amadurecimento dos frutos destinados ao armazenamento e à exportação. Os frutos devem ser transportados e mantidos em câmaras com altas taxas de CO₂, pois esse gás inibe a ação do etileno. Além disso, as câmaras devem ter pequenas taxas de O₂ e baixas temperaturas, já que esses dois fatores inibem a síntese do etileno.

O gás etileno também pode ter outra origem que não as plantas. Quando produzido pela própria planta, fala-se que ele é endógeno; quando de origem externa, é dito exógeno. O etileno exógeno também exerce efeito sobre as plantas. Esse gás é intensamente liberado, por exemplo, pela queima do querosene, da gasolina e da madeira. Por isso, muitos fruticultores estimulam a maturação dos frutos, guardando-os em ambientes com o fogão a lenha aceso ou promovendo a queima de serragem no ambiente. Se for usada alguma outra fonte de calor (eletricidade, por exemplo), não haverá estímulo para a maturação. Isso prova que não é o calor que incentiva a maturação dos frutos, mas alguma substância presente no ar, derivada da queima da madeira.

Muitos fruticultores já dispõem, também, de câmaras de etileno para promover o amadurecimento rápido dos frutos que são coletados ainda verdes.

O etileno ainda tem um efeito indutor de floração. Algumas plantas, como o abacaxi, a maçã e a manga, podem entrar em floração com a queima de serragem, de palha ou do gás que era usado, no passado, na iluminação das ruas. O etileno é um dos produtos dessas queimas.

Outra função do etileno é, juntamente com as auxinas, induzir a abscisão das folhas. Nas regiões de clima temperado, por exemplo, a concentração de auxina nas folhas de plantas decíduas diminui no outono. Isso induz modificações na base do pecíolo, que passa a produzir etileno. Esse hormônio enfraquece as células a tal ponto que o peso da folha é suficiente para romper sua ligação com o caule; a folha, então, se destaca e cai.

Uma observação muito antiga é a de que o gás de iluminação provocava intenso desfolhamento das árvores próximas aos postes ou lampiões. Isso era provocado pelo etileno liberado pela queima do gás utilizado nesse tipo de iluminação.

CONTEÚDO NO
Bernoulli Play



VTT2

Hormônios vegetais

Cruciais para o metabolismo vegetal, os hormônios atuam controlando o seu desenvolvimento. Essa videoaula abordará algumas dessas importantes substâncias.

MOVIMENTOS VEGETAIS



Os movimentos das plantas são reações destas a estímulos ou agentes excitantes do meio externo e, às vezes, do próprio meio interno da planta. Em alguns deles, os agentes e o mecanismo são bem conhecidos. Outros, porém, permanecem objeto de investigação científica. Tais movimentos podem ser dos seguintes tipos: tropismos, tactismos e nastismos.

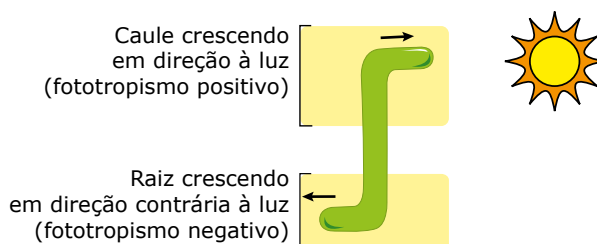
Tropismos

São movimentos de crescimento ou curvatura orientados em relação a um estímulo externo, que podem ser positivos ou negativos. São positivos quando o crescimento se processa no sentido do estímulo ou do agente excitante e negativos quando o crescimento é realizado em sentido contrário.

Entre os tropismos destacamos: fototropismo, geotropismo, quimiotropismo e tigmotropismo.

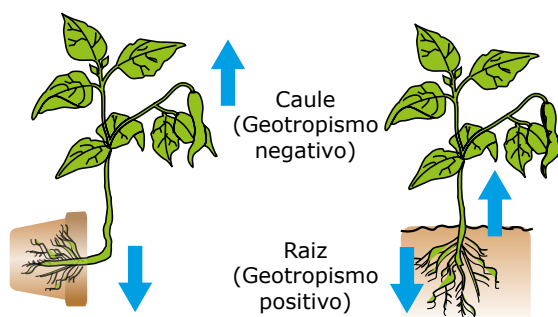
Fototropismo

Crescimento dos órgãos vegetais orientado segundo o estímulo luminoso (luz). Quando o crescimento se dá em direção à fonte de luz, tem-se um fototropismo positivo; quando o crescimento se dá no sentido contrário à fonte luminosa, tem-se o fototropismo negativo. Em geral, caules e folhas apresentam fototropismo positivo, e as raízes, fototropismo negativo.



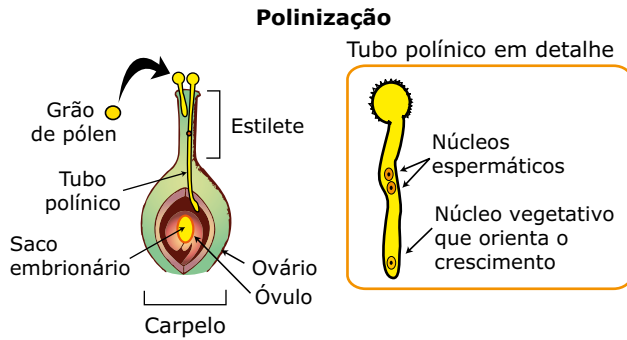
Geotropismo (gravitropismo)

Crescimento dos órgãos vegetais orientado segundo o centro da gravidade. Em geral, as raízes apresentam geotropismo positivo e os caules, geotropismo negativo. Quando um órgão, como os ramos laterais, crescem horizontalmente, fala-se em plagiogeotropismo.



Quimiotropismo

Crescimento da estrutura vegetal orientado segundo uma substância química. É o caso, por exemplo, do crescimento do tubo polínico em direção ao óvulo. Tal crescimento é estimulado por substâncias produzidas pelo saco embrionário (gametófito feminino).



Quimiotropismo do tubo polínico.

Um caso particular de quimiotropismo é o hidrotropismo, movimento de crescimento orientado pela água, como o verificado nas raízes que crescem em direção a locais onde há maior disponibilidade de água.

Tigmotropismo

Crescimento do órgão vegetal orientado segundo um estímulo mecânico de contato. É o caso, por exemplo, das gavinhas, que crescem se enrolando em torno de um suporte. Admite-se que o enrolamento verificado deve-se ao contato do órgão com o suporte.



Tigmotropismo - Ápice de um pé de chuchu mostrando as gavinhas enroladas em um suporte.

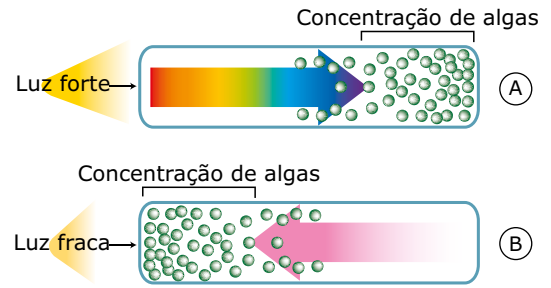
Tactismos

São movimentos de deslocamento orientados em relação a um estímulo ou excitante externo. Também podem ser positivos ou negativos, conforme o deslocamento se dê em direção ao estímulo ou em sentido contrário a este.

Dependendo da natureza do estímulo, podemos ter fototactismo e quimiotactismo.

Fototactismo

É o deslocamento orientado segundo uma fonte de luz. Quando esse deslocamento é feito em direção a uma fonte de luz, temos o fototactismo positivo; quando o deslocamento se dá no sentido contrário à fonte luminosa, temos o fototactismo negativo. Como exemplo, podemos citar o fototactismo realizado por algumas clorófitas (algas verdes), como a *Euglena* sp. e a *Chlamydomonas* sp.



Fototactismo realizado por *Chlamydomonas* - A. As algas acumulam-se no lado oposto à fonte de luz intensa. Apresentam, nesse caso, fototactismo negativo. B. As algas modificam seu comportamento quando expostas à luz muito fraca. Ao invés de fugirem da luz, aglomeram-se ao lado desta. O fototactismo agora é positivo.

Quimiotactismo

Deslocamento orientado segundo uma substância química. Também pode ser positivo ou negativo, conforme esse deslocamento se dê em direção à substância química ou em sentido contrário. Como exemplo, temos o quimiotactismo positivo de anterozoides em direção à oosfera, como ocorre em briófitas e pteridófitas. A atração exercida pela oosfera sobre os anterozoides se deve a substâncias excitantes produzidas por ela e por células do próprio arquegônio.

Nastismos

Nastismos, nastias ou movimentos násticos são movimentos não orientados, isto é, independentemente do sentido e da direção de incidência do estímulo ou agente excitante, o movimento sempre ocorrerá segundo um determinado padrão. Esses movimentos tanto podem ser influenciados por fatores difusamente distribuídos na natureza quanto por fatores internos da própria planta. Como exemplos de movimentos násticos, podemos citar:

Fotonastismo

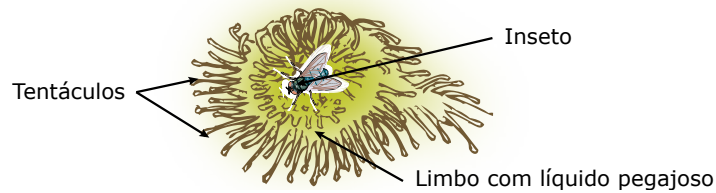
É provocado pelas variações de luz nos períodos dia-noite. Em certas flores, como a dama-da-noite, por exemplo, as pétalas se voltam para cima durante o dia e para baixo durante a noite, posição que promove a abertura da corola. Já no dente-de-leão, a incidência de luz forte faz com que toda a inflorescência se abra, enquanto em luz fraca ou no escuro ela se fecha.

Termonastismo

Movimento desencadeado por variações de temperatura. As flores da tulipa, por exemplo, abrem-se em temperaturas altas e fecham-se em temperaturas baixas.

Tigmonastismo

Movimento observado em plantas insetívoras, como a *Drosera* sp. as folhas dessa planta têm limbo dotado de líquido pegajoso e também possuem tentáculos, em cujo ápice existem bolsas contendo sucos digestivos. Quando um inseto pousa sobre o limbo, fica preso e começa a se debater, o que provoca o movimento dos tentáculos que, entrando em contato com o corpo do inseto, liberam o suco digestivo.



Tigmonastismo – planta insetívora (Drosera sp.).

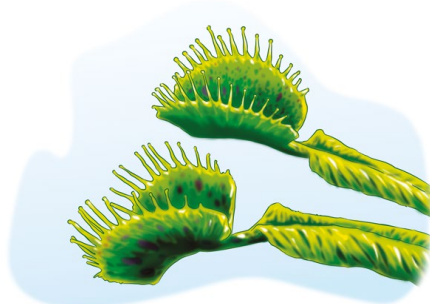
Seismonastismo

Movimento relacionado a alterações relativamente rápidas no turgor (turgescência) de determinadas células. É o que acontece, por exemplo, com as folhas da *Mimosa pudica*, também conhecida por sensitiva ou dormideira. Quando a planta é tocada, as células da base dos seus folíolos murcham rapidamente devido à perda de íon potássio e de água para os ramos, e as folhas dobram-se para cima. Essa reação se propaga rapidamente da região estimulada para as folhas vizinhas, fazendo com que elas também se dobrem. Essa propagação se dá por meio da despolarização das membranas celulares, provavelmente de modo semelhante ao que acontece na propagação do impulso nervoso nos neurônios dos animais, mas com velocidade bem menor.



Seismonastismo da Mimosa pudica – O dobramento dos folíolos leva entre 1 e 2 segundos e resulta de uma rápida diminuição da turgescência das células dos púlvinos (pequenas dilatações na base dos folíolos, constituídas por células capazes de alterar rapidamente o seu turgor).

O seismonastismo ocorre ainda em certas plantas insetívoras, como a *Dionaea muscipula*, que fecha rapidamente suas folhas para a captura de insetos. Nessa planta, as folhas são articuladas na região mediana e cada uma de suas metades possui pelos sensitivos. Quando um inseto, atraído pelo néctar, pousa sobre a superfície foliar, ele toca nesses pelos, desencadeando o rápido fechamento da folha, de modo semelhante a uma armadilha. Nesse caso, o toque provocou alterações no turgor das células que mantinham abertas as metades da folha.



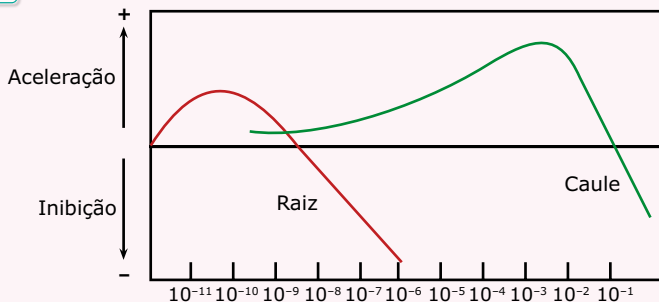
Folha de Dionaea, com limbo articulado para capturar insetos.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



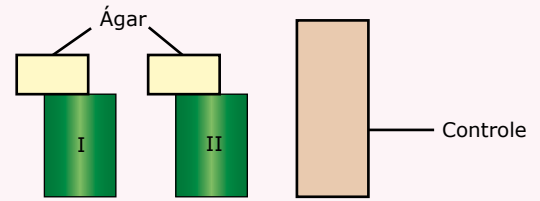
- 01.** (PUC-Campinas-SP-2022) Podar as pontas dos caules faz com que os arbustos fiquem mais frondosos. A retirada das gemas apicais na poda cessa a ação de um hormônio que também atua
- estimulando síntese de enzimas digestivas nos embriões.
 - mantendo a dormência das sementes.
 - promovendo o crescimento celular no caule.
 - induzindo o amadurecimento de frutos.
 - estimulando as gemas das raízes.

02. (UFMG) EDW6



Verificando o gráfico relacionado com o crescimento dos vegetais e a concentração de auxina, qual a alternativa que melhor interpreta os resultados nele contidos?

- A mesma concentração de auxina provoca o crescimento do caule e da raiz com igual intensidade.
 - O crescimento máximo da raiz é estimulado pela mesma concentração de auxina que provoca o crescimento máximo do caule.
 - O crescimento da raiz é inibido por concentrações de auxina inferiores àquelas que inibem o crescimento do caule.
 - O crescimento da raiz é estimulado por concentrações de auxina superiores àquelas que estimulam o crescimento do caule.
 - Existe uma concentração de auxina que estimula, ao mesmo tempo, crescimento igual da raiz e do caule.
- 03.** (FCMSC-SP) Foi realizado o seguinte experimento: de dois coleóptilos retiraram-se as pontas e colocaram-se blocos de ágar contendo hormônio de crescimento, conforme o esquema mostrado a seguir (observar a presença de um controle):



Após certo tempo,

- I curva-se para a esquerda e II curva-se para a direita.
- I curva-se para a direita e II curva-se para a esquerda.
- ambos curvam-se para o mesmo lado se mantidos ambos no escuro.
- ambos se comportarão como controle se os três coleóptilos forem mantidos no escuro.
- se os três coleóptilos forem iluminados unilateralmente, o crescimento dos três será exatamente o mesmo e uniforme.

04. (PUC Minas) É muito comum escutar

- uma maçã podre, no meio de outras sadias, provoca deterioração das demais.
- uma laranja podre, num saco de laranjas, faz apodrecer as demais.
- embrulhar abacate em jornais favorece seu amadurecimento.
- pendurar cacho de bananas perto do fogão à lenha favorece seu amadurecimento.
- colocar frutas de exportação em presença de CO₂ e temperaturas baixas evita seu amadurecimento.

Isso pode ser explicado, entre outros fatores, pelo seguinte hormônio:

- | | |
|----------------|--------------------|
| A) Auxina | D) Etileno |
| B) Gibberelina | E) Ácido abscísico |
| C) Citocinina | |

05. 7H21

(UFMT) Uma dona de casa descobriu que, eliminando a gema apical de certas plantas, estas apresentavam uma ramificação lateral mais abundante. Sobre esse procedimento, analise as afirmativas.

- Elimina o meristema apical, onde ocorre a síntese da auxina.
- Promove a dominância apical causada pela auxina.
- Promove as atividades das gemas laterais.
- Elimina a síntese do etileno.

Estão corretas as afirmativas

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

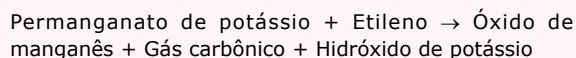
EXERCÍCIOS PROPOSTOS



- 01.** (UEMG) O procedimento cotidiano adequado para se retardar o amadurecimento de um mamão é
- embalar o fruto em jornal.
 - gerar cicatrizes em sua superfície.
 - fornecer calor de forma moderada.
 - manter o mamão em local ventilado.
- 02.** (FMC-RJ–2021) Alguns hormônios de plantas já são utilizados, por aplicação exógena, na experimentação e na prática agrícola. Um deles, que estimula o alongamento celular, causando o rompimento do tegumento da semente e produzindo a germinação uniforme nas plantações, é denominado de:
- Auxina
 - Etileno
 - Giberelina
 - Metenolona
 - Ácido abscísico
- 03.** (UECE) Indignada, uma consumidora voltou ao supermercado para devolver uma penca de bananas, pois elas estavam todas soltando do cacho. O gerente do supermercado perguntou à cliente se ela havia deixado as bananas no saco fechado por muito tempo. Dessa forma, ele quis demonstrar que o acondicionamento prolongado do alimento havia estimulado a produção de
- auxina.
 - giberelina.
 - citocinina.
 - etileno.
- 04.** (UERJ) “Uma fruta podre no cesto pode estragar todo o resto”.
- O dito popular anterior baseia-se no fundamento biológico de que a liberação de um hormônio volátil pelo fruto mais maduro estimula a maturação dos demais frutos. Esse hormônio é denominado
- etileno.
 - auxina.
 - citocinina.
 - giberelina.
- 05.** (Santa Casa-SP–2023) Em um experimento, um pesquisador cultivou 50 plantas de melancias. As plantas foram separadas em dois grupos e acondicionadas em estufas diferentes, com 25 plantas em cada estufa. Na época da floração, um dos grupos foi mantido como controle e o outro, o grupo experimental, teve os estames das flores removidos no início de sua formação. Em seguida, essas plantas foram pulverizadas com ácido indolilacético (AIA) e, após algumas semanas, os dois grupos foram comparados. Após esse processo, verificou-se que as plantas do grupo experimental
- Não produziram melancias.
 - Produziram muitos grãos de pólen.
 - Produziram melancias sem sementes.
 - Produziram melancias com mais sementes.
 - Desenvolveram óvulos maiores.



(UFPR) Produtores de frutas utilizam permanganato de potássio para desencadear a reação representada pela seguinte equação:



O objetivo de colocar as frutas em contato com o permanganato de potássio é

- acelerar seu crescimento.
- retardar seu amadurecimento.
- alterar seu sabor.
- modificar sua cor.
- reduzir a quantidade de sementes.



(CEFET-MG) Analise a imagem seguinte que mostra um vaso de planta submetida à iluminação difusa que tombou, sem prejudicá-la, permanecendo por alguns dias nessa posição.



Disponível em: <http://getting-in.com/>.
Acesso em: 14 abr. 2014.

Nessas condições, a mudança de orientação da planta, explica-se pela(o)

- movimento do caule em direção à fonte de luz.
- crescimento da porção aérea contra a gravidade.
- curvatura normal do caule dessa espécie de planta.
- tentativa de estabelecimento do equilíbrio estático pela planta.
- orientação paralela dos ramos dessa espécie em relação ao solo.



(PUC Minas) Leia os três fatos a seguir:

- É possível notar nas ruas, em um período do ano, folhas caídas das árvores.
- Regularmente, as árvores são podadas nas ruas das cidades.
- Em sítios e fazendas, muitos frutos maduros caem das árvores.

Sobre estes fatos, assinale a alternativa incorreta.

- Em 1, há a abscisão foliar, em parte, por causa de um decréscimo do movimento da auxina, produzida no limbo da folha por meio do pecíolo.
- Em 2, muitos galhos novos, até então dormentes, desenvolvem-se em função da queda inicial da auxina das gemas apicais.
- Em 3, percebe-se a ação de três hormônios: a indução da senescência pela citocinina, o amadurecimento pelo etileno e a participação da auxina na abscisão do fruto.
- Nos três fatos mencionados, o tratamento artificial com giberelina retardaria os efeitos citados até um novo equilíbrio hormonal natural.

09. (UDESC) Os hormônios vegetais são substâncias que estimulam, inibem ou modificam os processos fisiológicos da planta. Eles podem agir à distância do seu local de síntese e são específicos.

Associe a primeira coluna de acordo com a segunda.

(1) Auxina (3) Ácido abscísico (5) Citocinina

(2) Giberelina

(4) Etileno

- () Envelhecimento vegetal, queda das folhas e amadurecimento de frutos.
- () Divisão celular e desenvolvimento de gemas laterais.
- () Inibição da germinação de sementes e das gemas durante condições desfavoráveis.
- () Alongamento de caule e estímulo à formação de raízes.
- () Estímulo à germinação de sementes.

Assinale a alternativa que contém a sequência correta, de cima para baixo.

A) 4 - 3 - 5 - 1 - 2

C) 5 - 4 - 3 - 2 - 1

E) 3 - 5 - 4 - 2 - 1

B) 5 - 3 - 2 - 1 - 4

D) 4 - 5 - 3 - 1 - 2



10. (Unesp) Uma gimnosperma conhecida como cedrinho (*Cupressus lusitânica*) é uma opção de cerca-viva para quem deseja delimitar o espaço de uma propriedade. Para isso, mudas dessa espécie são plantadas a intervalos regulares. Podas periódicas garantem que o espaço entre as mudas seja preenchido, resultando em uma cerca como a ilustrada na imagem.



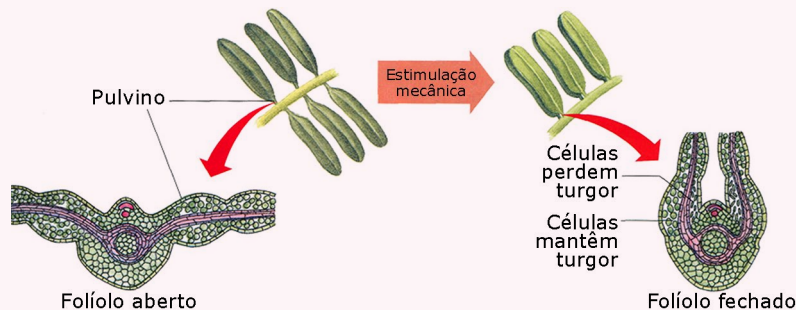
Disponível em: www.mariplantas.com.br.

Para se obter uma cerca-viva de altura controlada, que crie uma barreira física e visual, deve-se

- A) estimular a produção de auxinas pelas gemas laterais das plantas, podando periodicamente a gema apical.
- B) estimular a produção de auxinas pela gema apical das plantas, podando periodicamente as gemas laterais.
- C) inibir a produção de auxinas pela gema apical e pelas gemas laterais das plantas, podando periodicamente as gemas laterais e a gema apical.
- D) inibir a produção de auxinas pela gema apical das plantas, podando periodicamente as gemas laterais.
- E) inibir a produção de auxinas pelas gemas laterais das plantas, podando periodicamente a gema apical.



11. (UFU-MG) As folhas da planta *Mimosa pudica*, popularmente conhecida como sensitiva ou dormideira, dobram-se rapidamente quando estimuladas mecanicamente, conforme ilustrado na figura a seguir.



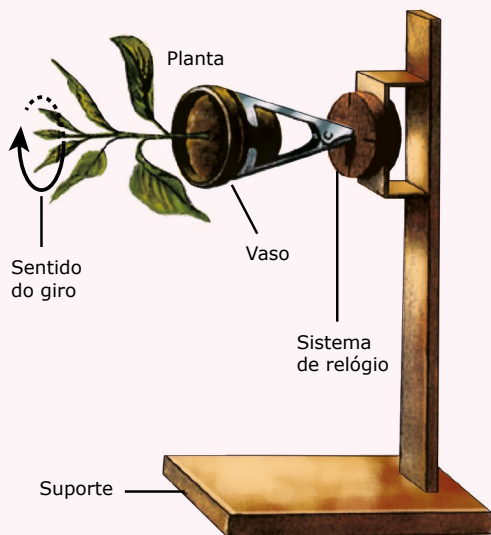
Disponível em: <http://angelobranco.com.br/2015/01>. Acesso em: 4 jan. 2016.

A partir das informações, faça o que se pede.

- A) Como é denominado esse tipo de movimento das folhas da referida planta?
- B) Explique o mecanismo da resposta iônica que provoca as alterações no turgor das células do pulvino que levam ao fechamento dos folíolos.

SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem) 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.
- 02.** Em ruas e avenidas arborizadas, periodicamente as companhias distribuidoras de eletricidade realizam cortes da parte superior das árvores que estão em contato com os fios elétricos de alta tensão. As podas são necessárias para evitar problemas que podem ocorrer em dias chuvosos e de fortes ventos.

O hormônio vegetal responsável pelo alongamento dos caules e raízes é o AIA (ácido indolilacético). No caule, o principal local de produção desse hormônio é a gema apical que, enquanto presente, inibe o desenvolvimento das gemas laterais, fenômeno conhecido por dominância apical. A poda consiste na retirada da gema apical e, conseqüentemente, ao fazê-la, cessa-se a dominância apical, o que permite às gemas laterais se desenvolverem formando novos ramos.

Com base nas informações do texto e em outros conhecimentos sobre a fisiologia vegetal, é correto dizer que após o corte da região apical que estava atingindo os fios elétricos poderá ocorrer

- A) interrupção apenas do desenvolvimento das gemas laterais.
- B) interrupção do desenvolvimento da gema apical e das gemas laterais.
- C) desenvolvimento das gemas laterais, formando novos ramos.
- D) desenvolvimento da gema apical, diminuindo a formação de novos ramos laterais.
- E) desenvolvimento da gema apical, estimulado pelas gemas laterais.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. C 03. C 05. C
- 02. C 04. D

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. D
- 02. C
- 03. D
- 04. A
- 05. C
- 06. B
- 07. B
- 08. D
- 09. D
- 10. A
- 11.
- A) Seismonastismo.
- B) Quando a planta é tocada, as células da base dos seus folíolos murcham rapidamente devido à perda de íon potássio e de água para os ramos, e as folhas se dobram para cima. Essa reação se propaga rapidamente da região estimulada para as folhas vizinhas, fazendo com que elas também se dobrem.

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. A 02. C



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %