

MÓDULO 19

Reinos: *Plantae* e *Fungi*

1. OS LIQUENS (LÍQUENES)

Os líquens são associações entre algas e fungos. Essas associações consistem o *mutualismo* ou *simbiose*.

As algas, também chamadas *gonídios*, são unicelulares (cianofíceas ou clorofíceas). Realizam fotossíntese e fornecem alimento ao fungo. Os fungos podem ser ascomicetos ou basidiomicetos; envolvem as algas, protegendo-as e absorvendo água e íons minerais do substrato. São seres pioneiros. Vivem sobre rochas, troncos de árvores etc. Reproduzem-se apenas assexuadamente, formando os *sorédios*, fragmentos do líquen que contêm algumas células de algas envolvidas por hifas do fungo.

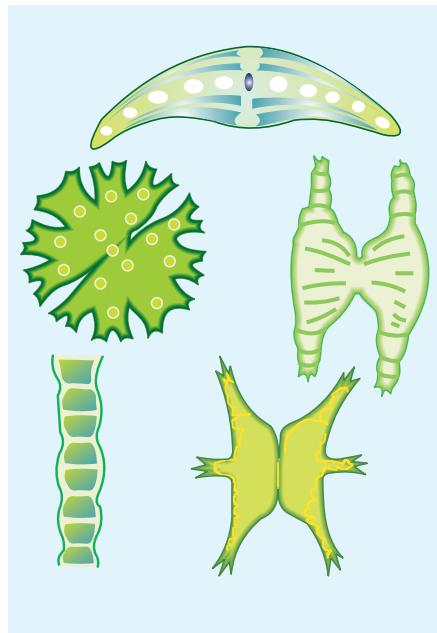


Aspecto de um líquen sobre tronco de árvore.

2. OS VEGETAIS INFERIORES: (TALÓFITAS)

 Clorofíceas (algas verdes)

Unicelulares ou pluricelulares. Cloroplastos com clorofilas **a** e **b**, xantofilas e carotenos. Reserva representada por amido. Parede celular formada por celulose. Vivem na água doce, no mar e em ambientes terrestres úmidos.



Algas verdes unicelulares.



Alga verde pluricelular.

 Feofíceas (algas pardas)

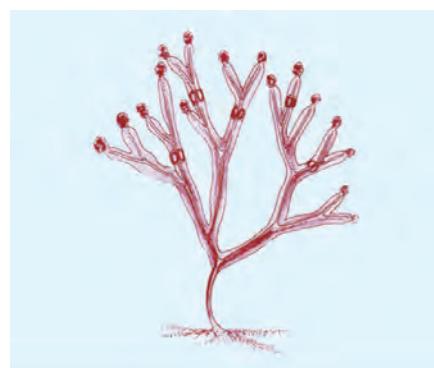
Pluricelulares. Algumas atingem grandes dimensões. Os cloroplastos possuem clorofilas e fucoxantina (amarelo-pardacenta). Seu corpo é formado por “esboços” de raiz, caule e folhas, denominados, respectivamente, rizoides, filoides e cauloides. Muitas formam vesículas que se enchem de ar, funcionando, assim, como flutuadores. O corpo dessas algas é revestido por uma mucilagem chamada **algina**, que pode ser extraída dessas algas para a fabricação de balas, sorvetes e cosméticos. Algumas espécies de algas pardas são comestíveis. São bentônicas.



Alga parda.

 Rodofíceas (algas vermelhas)

Pluricelulares e bentônicas. A quase totalidade vive no meio marinho. Seus plastos possuem clorofila, ficoeritrina (vermelha) e ficocianina (azul), e algumas espécies produzem uma mucilagem chamada ágar (ou ágar-ágár), muito utilizada como meio de cultura para micro-organismos e na fabricação de laxantes. O carragim é outra mucilagem extraída de algas vermelhas e utilizada na fabricação de sorvetes.



Alga vermelha.

3. OS FUNGOS

São todos aclorofilados e com nutrição heterótrofa, podendo ser saprófitos ou parasitas. Os saprófitos vivem à base de matéria orgânica morta, em

decomposição, sendo, portanto, muito importantes no reaproveitamento da matéria. Os fungos parasitas obtêm alimento tanto dos vegetais quanto dos animais, inclusive do homem, provocando-lhes doenças.

Os fungos podem ser mixomicetos e eumicetos.

□ Mixomicetos

São seres constituídos por um único citoplasma multinucleado (plasmódio). Movem-se por emissão de pseudópodes e vivem em ambientes terrestres úmidos. São saprófitos.

□ Eumicetos

São unicelulares ou pluricelulares. Neste último caso, são formados por filamentos entrelaçados chamados hifas. O conjunto de hifas forma o micélio. Podem ser saprófitos ou parasitas.

Os eumicetos são divididos em quatro grupos:

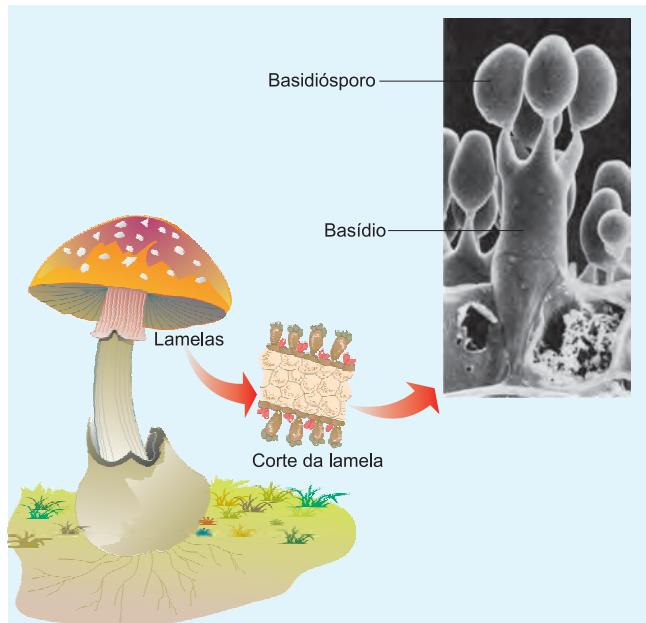
- **Ficomictos:** são os bolores, fungos formados por hifas constituídas por um único citoplasma plurinucleado.

- **Ascomictos:** fungos unicelulares, como o *Saccharomyces* (fer-

mento), ou pluricelulares, como o *Pennicillium*. Nesse caso, produzem hifas celulares com um único núcleo por célula (hifas unicarióticas).

- **Basidiomicetos:** são os cogumelos e as orelhas-de-pau. As hifas são celulares e, por apresentarem dois núcleos em cada célula, são chamadas dicarióticas.

- **Deuteromicetos ou fungos imperfeitos:** são fungos cuja posição sistemática é incerta. Dentro desse grupo incluem-se as espécies que causam micoses no homem (sapinhos, frieiras etc).



Cogumelo de chapéu: fungo decompositor.



Orelhas-de-pau: fungos decompositores.



Fungos parasitas.

MÓDULO 20

Introdução ao Estudo da Ecologia

1. CONCEITO DE ECOLOGIA

A palavra ecologia foi criada em 1869 pelo biólogo alemão Ernest Haeckel, e deriva de duas palavras gregas: *oikos*, que significa casa e, num sentido mais amplo, ambiente, e *logos*, que quer dizer ciência ou estudo. Assim, ecologia significa ciência do ambiente ou, numa definição mais completa, a ciência que estuda as relações entre os seres vivos e o ambiente em que vivem. Também pode ser definida como a ciência que estuda os ecossistemas.

2. NÍVEIS DE ORGANIZAÇÃO

Os seres vivos podem ser subdivididos, de maneira quase arbitrária, em unidades estruturais caracterizáveis especificamente, segundo os **níveis de organização**. Das unidades mais simples até as mais complexas, temos: macromoléculas → células → tecidos → órgãos → sistemas (= aparelhos) → indivíduos → populações → comunidades → ecossistemas → biosfera.

Em ecologia são analisados especificamente os níveis: populações,

comunidades, ecossistemas e biosfera.

□ População

É o conjunto de indivíduos da mesma espécie vivendo juntos no mesmo espaço e na mesma unidade de tempo.

□ Comunidade

É o conjunto de populações interdependentes, no tempo e no espaço.

□ Ecossistema

É o conjunto formado pela comunidade e pelo ambiente físico que ela habita.

❑ Biosfera

É o conjunto dos ecossistemas da Terra.

3. O CONCEITO DE ECOSISTEMA

Ecologia é a ciência que estuda os ecossistemas. Podemos definir **ecossistema** como um conjunto formado por um ambiente físico (solo, ar, água) e pelos seres vivos que o habitam. No ecossistema, consideramos dois componentes: um físico ou abiótico, a que chamamos de **biótopo**, e outro vivo ou biótico, que ocupa o primeiro, chamado de **biocenose** ou comunidade.

**Ecossistema = biótopo +
+ biocenose**

❑ Habitat

O termo *habitat* indica o lugar onde o organismo vive.

❑ Nicho ecológico

O **nicho ecológico** define o papel que o organismo desempenha no ecossistema. A partir do conhecimento do nicho ecológico, sabe-se o que a espécie come, por quem é comida e como se reproduz.

4. EQUILÍBRIO ECOLÓGICO

Os ecossistemas são sistemas equilibrados. Assim, por exemplo, um ecossistema consome certa quantidade de gás carbônico e água, enquanto produz um determinado volume de oxigênio e alimento.

Qualquer mudança na entrada ou na saída desses elementos desequilibra o sistema, alterando a produção de alimento e oxigênio.

Cada espécie viva tem o seu papel no funcionamento do ecossistema a que pertence. Por exemplo: quase todo vegetal que se reproduz por meio de flores necessita de

alguma espécie de inseto para a polinização. O extermínio de tal inseto também provocará a extinção da espécie vegetal.

5. A DIVISÃO DA ECOLOGIA

Distinguimos em ecologia três grandes subdivisões: a autoecologia, a demoecologia e sinecologia.

❑ Autoecologia

Estuda as relações de uma única espécie com o ambiente.

❑ Demoecologia

Estuda a dinâmica das populações, descrevendo as variações quantitativas das espécies, bem como a causa de tais variações.

❑ Sinecologia

Estuda as correlações entre as espécies e as relações destas com o meio ambiente.

MÓDULO 21

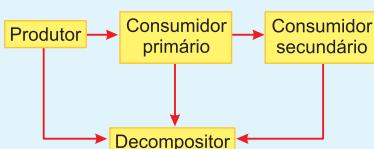
Cadeia e Teias Alimentares

1. RELAÇÕES TRÓFICAS EM UMA COMUNIDADE

Comunidade é o conjunto de populações interdependentes no tempo e no espaço. A interdependência observada deriva das relações tróficas entre as populações que a constituem, relações evidenciadas por meio das cadeias alimentares.

❑ Cadeia alimentar

Cadeia alimentar, ou cadeia trófica, é uma sequência de seres vivos na qual uns comem aqueles que os antecedem na cadeia, antes de serem comidos por aqueles que os seguem. A cadeia mostra a transferência de matéria e energia através de uma série de organismos.



Esquema geral de uma cadeia alimentar.

❑ Níveis tróficos

Na cadeia alimentar, distinguem-se os seguintes níveis tróficos ou alimentares:

2. PRODUTORES

São os vegetais autótrofos ou clorofílagos que, por meio da fotossíntese, fixam a energia luminosa, utilizam substâncias inorgânicas simples (água e gás carbônico) e edificam substâncias orgânicas complexas (glicose, amido). No meio terrestre, os principais produtores são os fanerógamos (vegetais com flores); no meio aquático marinho, principalmente as algas microscópicas; na água doce, as algas e os fanerógamos.

3. CONSUMIDORES PRIMÁRIOS OU DE PRIMEIRA ORDEM

São os organismos que comem os produtores, sendo heterótrofos e geralmente herbívoros. Também são consumidores primários os parasitas de vegetais. No meio terrestre, temos os herbívoros, principalmente insetos, roedores e ungulados.

4. CONSUMIDORES SECUNDÁRIOS OU DE SEGUNDA ORDEM

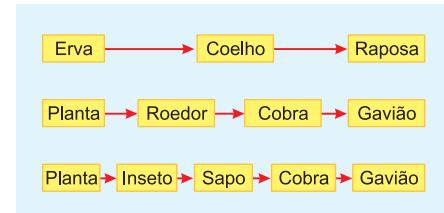
Vivem às expensas dos herbívoros, sendo representados por carnívoros. Acham-se nos mais variados grupos.

5. CONSUMIDORES TERCIÁRIOS OU DE TERCEIRA ORDEM

São os carnívoros maiores que se alimentam de carnívoros menores, como é o caso de um gavião que come uma cobra.

De maneira idêntica, poderíamos definir consumidores de quarta ordem, quinta ordem etc.

Normalmente, devido ao desperdício de energia, como veremos adiante, as cadeias alimentares não ultrapassam 5 ou 6 níveis.



Exemplos de cadeias alimentares.

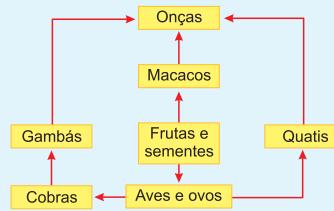
6. DECOMPOSITORES

Finalizando a cadeia trófica, aparecem os decompositores, também chamados biorredutores ou saprófitas, micro-organismos representados por bactérias e fungos. Tais organismos atacam os cadáveres e os excrementos, decompondo-os. São muito importantes, visto que realizam o reaproveitamento da matéria, devolvendo os elementos químicos ao ambiente.

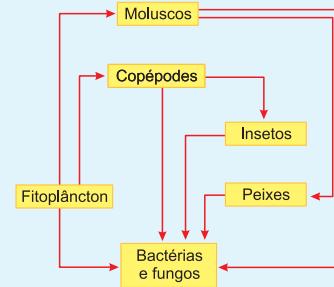
7. TEIAS ALIMENTARES

Em um ecossistema, as cadeias alimentares interagem, formando redes alimentares. Na teia, representamos o máximo de relações tróficas existentes entre os diversos seres vivos do ecossistema. Na teia, observamos que um animal, por exemplo, pode pertencer a níveis tróficos diferentes. É o caso dos omnívoros, que consomem simultaneamente animais e vegetais; e dos carnívoros, que atacam variadas presas. Como observamos, a seguir, a rede ou teia alimentar resulta do entrelaçamento das cadeias alimentares.

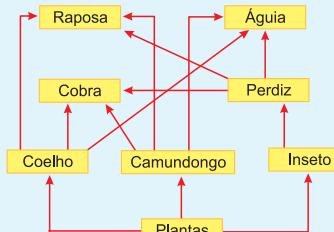
TEIA ALIMENTAR TERRESTRE



TEIA ALIMENTAR EM UMA LAGOA



TEIA ALIMENTAR TERRESTRE



MÓDULO 22

O Fluxo de Energia e Pirâmides Ecológicas

1. NECESSIDADES ENERGÉTICAS

Todo ser vivo necessita de energia, que é utilizada para

1. construção do organismo;
2. realização de suas atividades (manutenção de temperatura, reações químicas etc.).

Os seres vivos são constituídos por moléculas orgânicas, ou seja, macromoléculas, formadas por extensas cadeias de carbono. Quanto maior for a molécula, maior será a quantidade de energia nela armazenada e

disponível para as necessidades metabólicas do ser vivo.

2. A PRODUTIVIDADE NA CADEIA ALIMENTAR

Produtividade Primária Bruta (PPB)

Como sabemos, toda a energia utilizada pelos seres vivos vem da luz solar.

No capítulo anterior verificamos que, através da fotossíntese, as plantas verdes captam a energia luminescente do sol, transformando-a em

energia química, contida em compostos orgânicos, produzida pelos vegetais fotossintéticos por unidade de área e tempo, é o que se denomina produtividade primária bruta.

Produtividade Primária Líquida (PPL)

É a produtividade primária bruta menos a quantidade de energia consumida pelo vegetal na respiração (R).

$$PPL = PPB - R$$

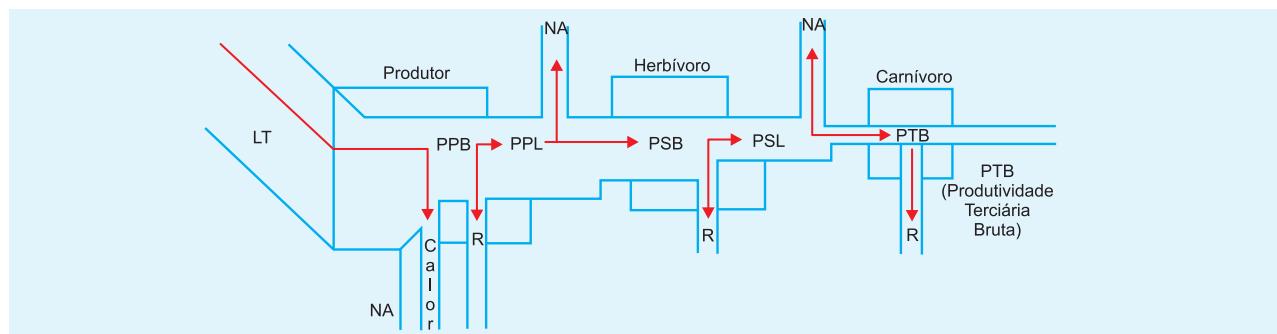


Diagrama do fluxo de energia.

□ Produtividade Secundária Bruta (PSB)

É a quantidade de energia obtida pelos consumidores primários ao comerem os produtores.

□ Produtividade Secundária Líquida (PSL)

Trata-se da produtividade secundária bruta menos a energia dispendida na respiração dos consumidores.

$$PSL = PSB - R$$

□ Produtividade Terciária Bruta (PTB)

É a quantidade de energia obtida pelos consumidores secundários ao comerem os produtores.

□ Produtividade Terciária Líquida (PTL)

É a produtividade terciária bruta menos a energia consumida na respiração dos carnívoros.

3. DIAGRAMA DO FLUXO DE ENERGIA

No diagrama, as caixas representam os elos da cadeia alimentar, R representa a energia perdida na respiração e eliminada sob a forma de calor, e NA, a energia que não é absorvida na passagem de um nível ao outro.

Somente uma parte da luz total (LT) recebida pela planta é absorvida pela clorofila. Uma parte da energia absorvida é eliminada na forma de calor, além da perda correspondente à respiração.

4. CARACTERÍSTICAS DO FLUXO ENERGÉTICO

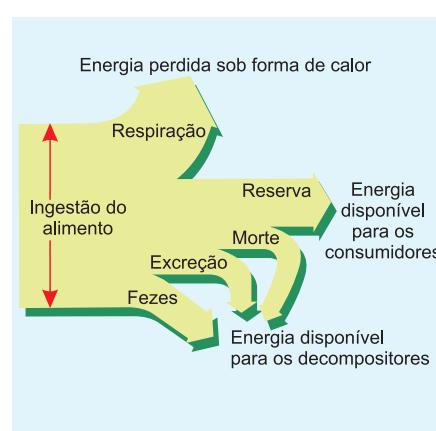
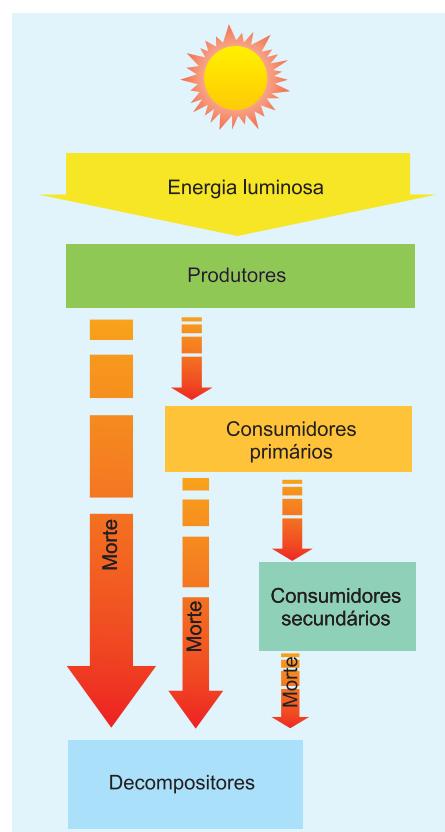
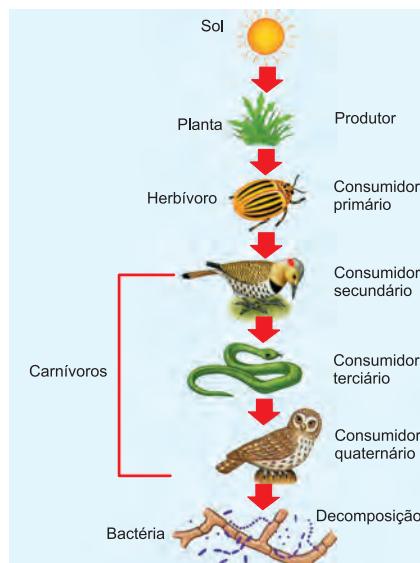
1. O sol é a fonte de energia para os seres vivos.

2. A maior quantidade de energia está nos produtores.

3. À medida que nos afastamos do produtor, o nível energético vai diminuindo.

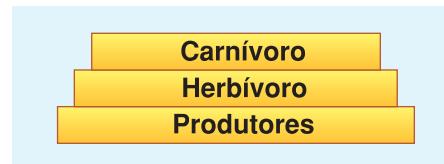
4. A energia que sai dos seres vivos não é reaproveitada.

5. O fluxo energético é unidirecional.



5. PIRÂMIDES ECOLÓGICAS

Pirâmides ecológicas são representações gráficas das cadeias alimentares. A seguinte pirâmide é constituída por uma série de degraus ou retângulos superpostos, representando os diversos níveis tróficos da cadeia.



Existem três tipos de pirâmides: pirâmide de números, pirâmide de biomassa e pirâmide de energia.

□ Pirâmide de números

A pirâmide de números é edificada com a superposição de retângulos horizontais da mesma altura, sendo o comprimento proporcional ao número de indivíduos existentes em cada nível trófico.

Na típica pirâmide de números, o número de indivíduos diminui a cada nível trófico. São necessários vários produtores para alimentar um pequeno número de herbívoros, que, por sua vez, servirão de alimento a um número menor de carnívoros.



A forma de uma pirâmide de números pode ser muito variada. Assim, uma árvore pode ser o produtor que nutre numerosos insetos, que servem de alimento a algumas aves. Neste caso, tem-se a pirâmide esquematizada na figura a seguir.



Uma pirâmide invertida pode ocorrer quando uma planta é parasitada por pulgões, que, por sua vez, são parasitados por protozoários.

A pirâmide de números não tem muito valor descriptivo, porque dá igual importância aos diversos indivíduos, sem considerar o tamanho e o peso.

Protozoário

Pulgão

Árvore

□ **Pirâmide de biomassa**

Nesta pirâmide é indicada, em cada nível trófico, a biomassa dos organismos correspondentes. Por biomassa entendemos a massa orgânica do ecossistema. Geralmente, a pirâmide de biomassa apresenta o vértice voltado para cima.

Criança
48kg

Bezerro 1 035kg

Alfafa 8 211kg

Zooplâncton: 21/mg²

Fitoplâncton: 4/mg²

A pirâmide de biomassa é melhor que a de números, por indicar, para cada nível trófico, a quantidade de matéria viva presente. Contudo, tal pirâmide atribui a mesma importância aos diversos tecidos, embora tenham valores energéticos diferentes. Não se leva em conta o fator tempo, uma vez que as biomassas podem ter sido acumuladas em alguns dias, como é

o caso do fitoplâncton, ou em centenas de anos, como ocorre em uma floresta.

□ **Pirâmide de energia**

A melhor representação da cadeia alimentar é a **pirâmide de energia**, em que cada nível trófico é representado por um retângulo, cujo comprimento é proporcional à quantidade de energia acumulada no nível. Tal pirâmide apresenta sempre o vértice para cima.

Tecidos humanos
 $8,3 \cdot 10^3$ cal

Bezerro $1,19 \cdot 10^6$ cal

Alfafa $1,49 \cdot 10^7$ cal

MÓDULO 23

Os Ciclos Biogeoquímicos: H₂O, CO₂ e O₂

1. O CICLO DA ÁGUA

□ **Importância**

A água é a substância mais abundante na constituição da célula, sendo vital para a atividade metabólica. Não existe vida na ausência de água.

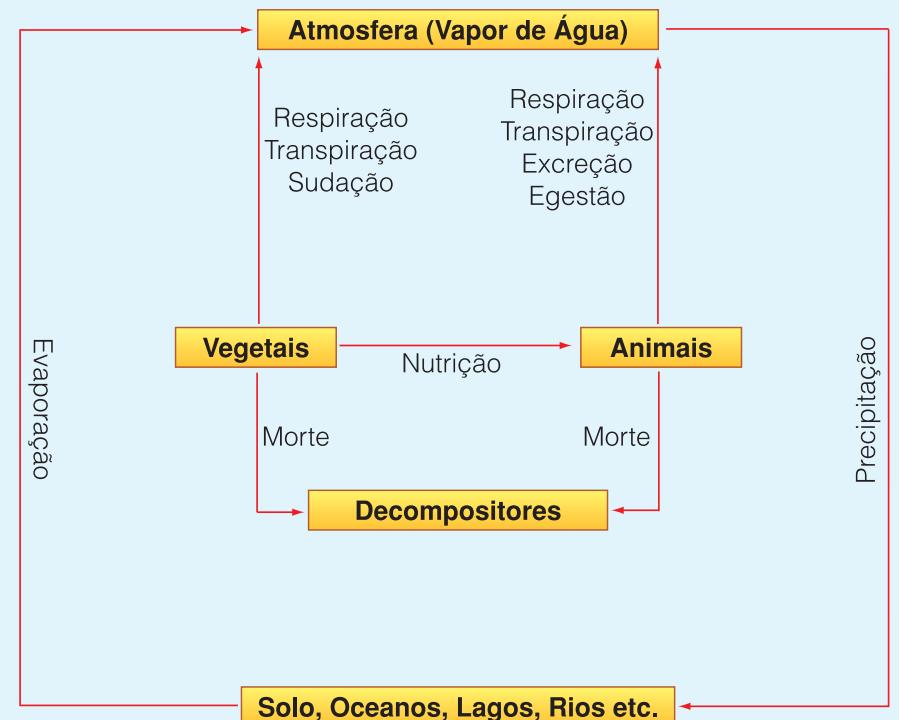
da água é eliminada através de três fenômenos: respiração, transpiração e gutação, que devolvem o precioso líquido para a atmosfera.

Grande parte sai das folhas durante o processo de transpiração, retornando à atmosfera. Damos o no-

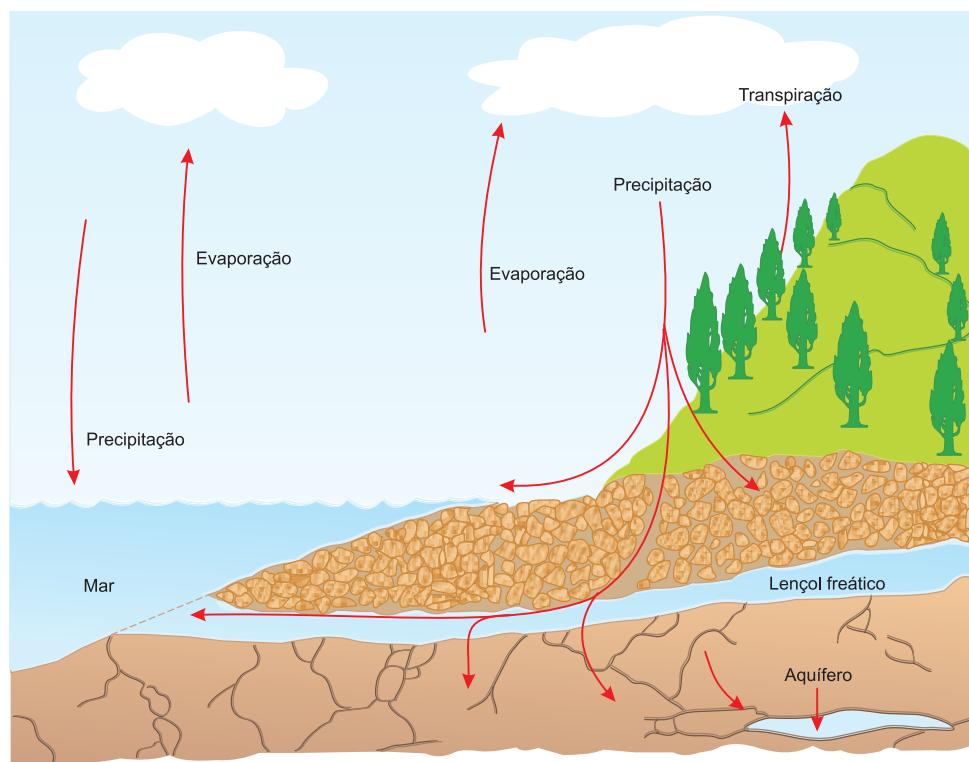
me de **evapotranspiração** ao conjunto de dois fenômenos: água evaporada do solo e a eliminada na transpiração vegetal. Os animais ingerem água diretamente do meio (rios, lagos etc.), ou, então, comendo os vegetais.

□ **O ciclo curto ou geoquímico**

Na Terra, os maiores depósitos de água são os oceanos. Sofrendo evaporação constante, a água dos oceanos passa à atmosfera na forma de vapor. Ali se condensa e constitui as nuvens, voltando para a superfície da Terra por meio de precipitação, na forma de chuva, neve, granizo etc. A água, assim precipitada, acaba formando nascentes e rios, retornando, por fim, aos oceanos. O padrão escrito representa o ciclo curto da água.



O ciclo da água.



Essa água pode voltar ao ambiente por respiração, transpiração, excreção e egestão.

Salienta-se, ainda, que a água contida nos tecidos vegetais e animais volta ao ambiente, quando eles morrem, pela ação dos decompositores.

2. O CICLO DO CARBONO

□ Importância

Quase todos os compostos envol-

vidos na estrutura celular e na atividade metabólica são orgânicos e, portanto, apresentam carbono na sua constituição. A reciclagem desse elemento é fundamental para a manutenção da vida.

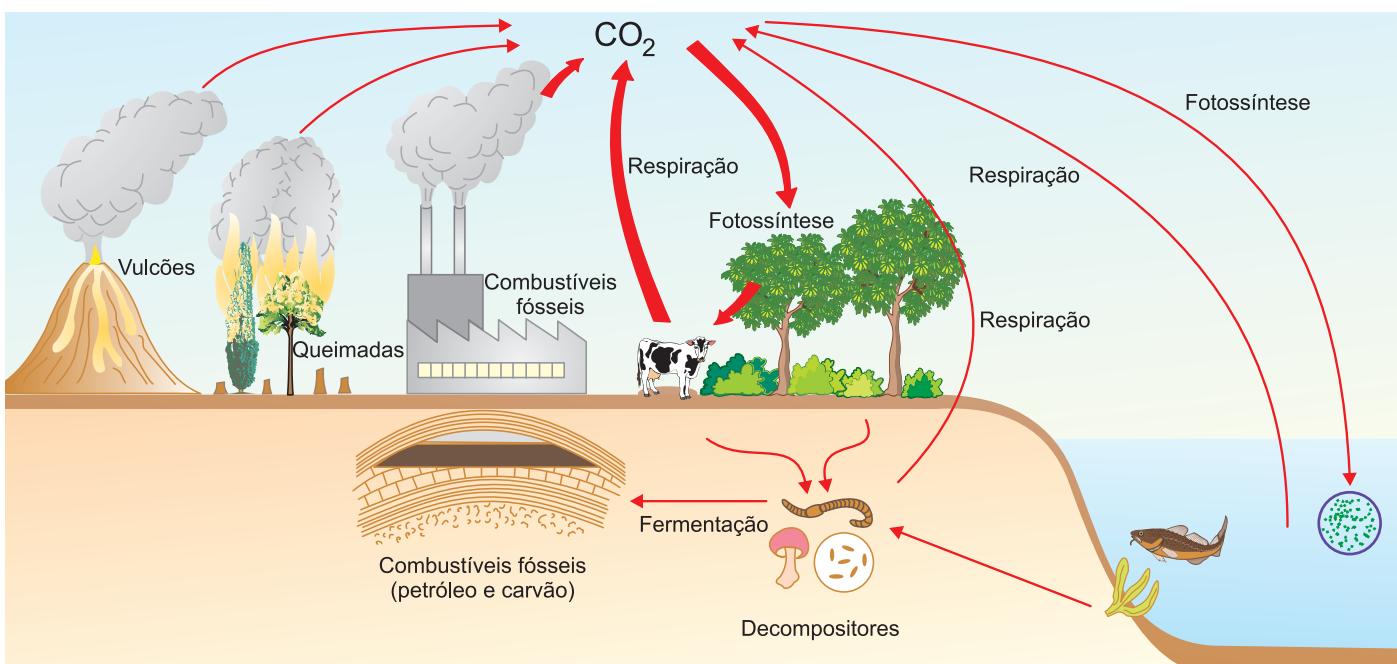
□ O carbono nos vegetais

O CO₂ atmosférico ou dissolvido na água é absorvido pelos vegetais e, através da fotossíntese, usado pa-

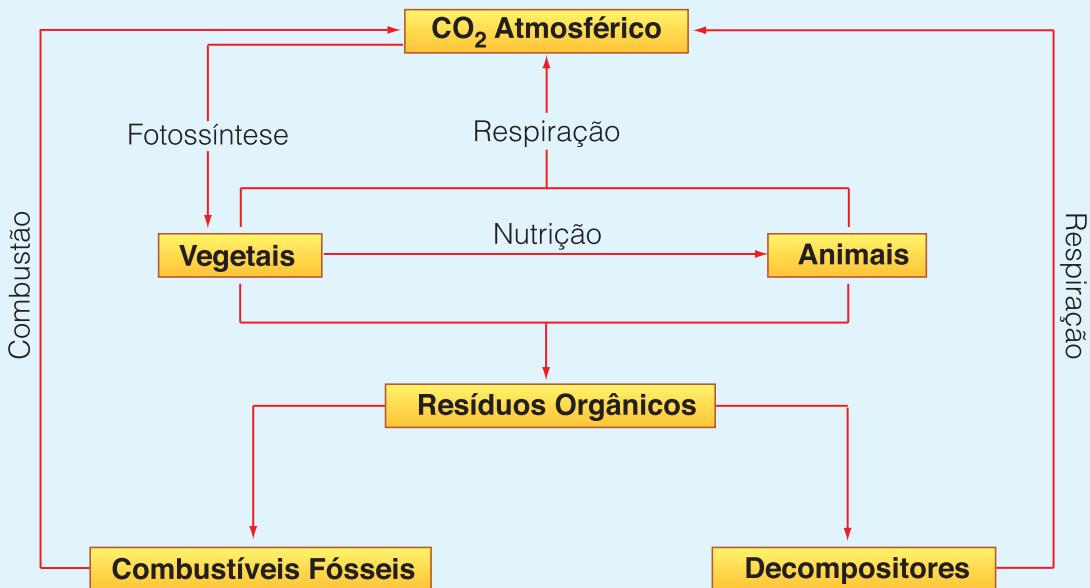
ra a formação de compostos orgânicos.

O carbono das plantas pode seguir três caminhos:

1. por meio da respiração é devolvido ao ambiente na forma de CO₂;
2. passa para os animais herbívoros e, depois, para os carnívoros;
3. com a morte e a decomposição, volta na forma de CO₂.



O ciclo do carbono.



O ciclo do carbono.

□ O carbono nos animais

O carbono dos animais, como nos vegetais, pode seguir três caminhos:

1. por meio da respiração é devolvido como CO₂;
2. passa para outros animais através da nutrição;
3. volta ao estado de CO₂, com a morte e a decomposição.

□ A fotossíntese

O material vegetal pode ser depositado nos fundos de lagos e mares, em camadas compactas recobertas por lama e sujeitas a grandes pressões. É desse modo que os resíduos podem originar os combustíveis fósseis, como o carvão e o petróleo. Aprisionado por longo tempo, o carbono, existente no carvão e no petróleo, é devolvido à atmosfera como CO₂ por combustão.

As plantas absorvem o CO₂ atmosférico e o liberam de volta ao ambiente por respiração aeróbica, que ocorre na maioria dos organismos.

3. O CICLO DO OXIGÊNIO

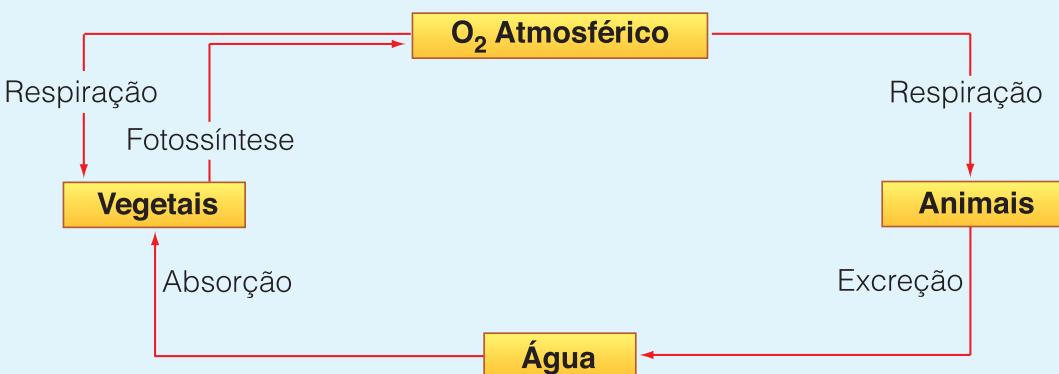
□ Importância

O oxigênio é fundamental para a vida na Terra, por atuar no processo

de respiração aeróbica, que ocorre na maioria dos organismos.

□ A produção de oxigênio

Todo o oxigênio existente na atmosfera é produzido pela fotossíntese. Sabemos que na fase inicial desse processo ocorre a fotólise da água, ou seja, a decomposição dela em H₂ e O₂, que são liberados na atmosfera. Os seres vivos fixam o O₂ durante a respiração. Em síntese, o ciclo do oxigênio constitui uma alternância entre a fotossíntese e a respiração.



O ciclo do oxigênio.

1. IMPORTÂNCIA DO CICLO DO NITROGÊNIO

O nitrogênio é um elemento indispensável à vida, por ser um constituinte das proteínas e dos ácidos nucleicos, substâncias de grande importância na estrutura e no metabolismo das células.

2. ETAPAS

Para melhor entender o complexo ciclo do nitrogênio, vamos dividi-lo em etapas.

■ Fixação do nitrogênio

O nitrogênio é um elemento abundante na atmosfera; 78% do ar é formado por nitrogênio. Contudo, a maioria dos organismos é incapaz de aproveitá-lo diretamente no seu metabolismo. Assim, quando inspiramos, uma grande porção de nitrogênio entra em nosso aparelho respiratório, mas torna a sair com a expiração. Só algumas bactérias e cianofíceas são capazes de converter o nitrogênio gasoso da atmosfera em **nitratos**, que serão utilizados pelos vegetais.

■ O nitrogênio nos vegetais

Os nitratos são absorvidos pelas

raízes dos vegetais, que os utilizam para a síntese de aminoácidos e proteínas. Pela nutrição, o nitrogênio existente em proteínas chega aos animais, através das cadeias alimentares. Com a morte da planta, suas proteínas podem atingir o solo.

■ O nitrogênio nos animais

Os herbívoros obtêm nitrogênio, comendo as proteínas vegetais, e os carnívoros, comendo carne. Nos animais, o metabolismo das proteínas cria subprodutos que são excretados na cria de compostos nitrogenados, como amônia, ureia e ácido úrico.

• Amonificação

A decomposição de cadáveres por bactérias e fungos, bem como a de excretas nitrogenadas (ureia e ácido úrico), determina a produção de amônia, num processo conhecido por **amonificação**.

• Nitrificação

Trata-se de um processo realizado por bactérias pertencentes aos gêneros *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*. Assim, a amônia (NH_3) é convertida em **nitritos** (NO_2^-) por *Nitrosomonas*

e em **nitratos** por *Nitrobacter*. Desse modo, formam-se nitratos que podem ser absorvidos pelas plantas.

• Desnitrificação

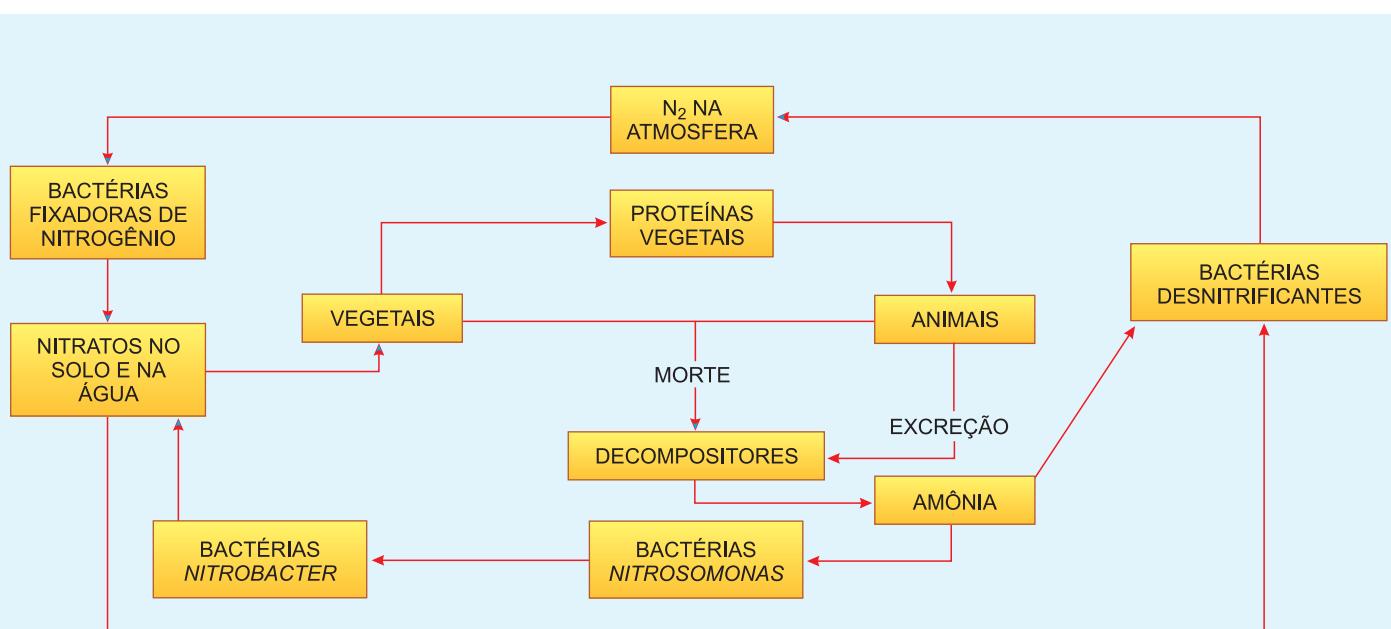
É o processo em que as bactérias desnitrificantes podem liberar nitrogênio gasoso dos nitratos, o qual retorna à atmosfera.

• Os nódulos de leguminosas

Existe uma importante associação mutualística entre as bactérias do gênero *Rhizobium* (bacilo radicícola) e as raízes de plantas leguminosas (feijão, ervilha, soja etc.). Essa associação provoca o aparecimento, nas raízes de leguminosas, de regiões mais espessas, ricas em matéria nitrogenada, chamadas **nódulos** ou **nodosidades**. Quando essas nodosidades envelhecem, elas morrem e se desagregam, enriquecendo o solo com material nitrogenado.

• A adubação verde

Na agricultura, as leguminosas são empregadas como “adubo verde”; enterradas no próprio local de crescimento, fornecem, pela decomposição, um rico adubo nitrogenado.



Ciclo do nitrogênio.

MÓDULO 19

A Herança Quantitativa

1. CONCEITO

Na herança quantitativa, dois ou mais pares de genes atuam sobre o mesmo caráter, somando seus efeitos e determinando diversas intensidades fenotípicas. Tal herança também é conhecida por herança multifatorial ou poligênica ou polimeria.

Os genes envolvidos são designados cumulativos, aditivos, polímeros ou polígenes.

A polimeria é o tipo de herança que intervém em caracteres que variam quantitativamente, como peso, altura, intensidade de coloração e outros. Tais caracteres, cuja variação é quantitativa, são designados métricos.

2. EXEMPLO DE HERANÇA QUANTITATIVA

Segundo Davenport, a herança da cor na pele humana é um caso típico de herança quantitativa. Assim, a quantidade de melanina na pele é condicionada por dois pares de genes aditivos:

Aa e Bb. A tabela abaixo apresenta os genótipos e fenótipos.

Genótipos	Fenótipos
aabb	branco
Aabb aaBb	mulato claro
AAAb aaBB AaBb	mulato médio
AABb AaBB	mulato escuro
AABB	negro

O cruzamento de negro com branco produz em F₁ mulatos médios. Do cruzamento de mulatos médios resulta uma F₂ com a seguinte proporção: 1/16 negro, 4/16 mulato escuro, 6/16 mulato médio, 4/16 mulato claro e 1/16 branco.

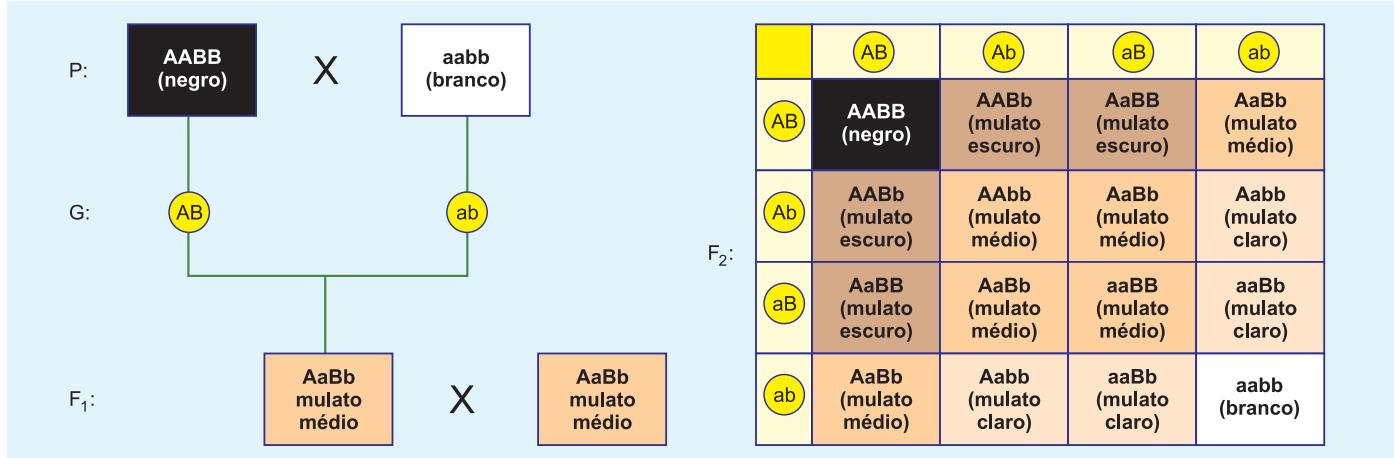
3. OS GENES ADITIVOS OU CUMULATIVOS

Na herança quantitativa não existem genes dominantes e recessivos, como ocorre na herança qualitativa. Existem alelos contribuintes ou aditivos, representados por letras maiúsculas, e alelos não contribuintes ou não aditivos, simbolizados por letra minúscula. Os efeitos de cada alelo contribuinte são aditivos ou cumulativos.

4. A CONTRIBUIÇÃO DO GENE ADITIVO

Dividindo-se a diferença quantitativa entre os tipos extremos pelo número total de genes envolvidos, obtém-se o valor, ou seja, a contribuição de cada gene aditivo. Assim, temos:

$$\text{Valor do gene aditivo} = \frac{\text{diferença entre os extremos}}{\text{número total de genes}}$$

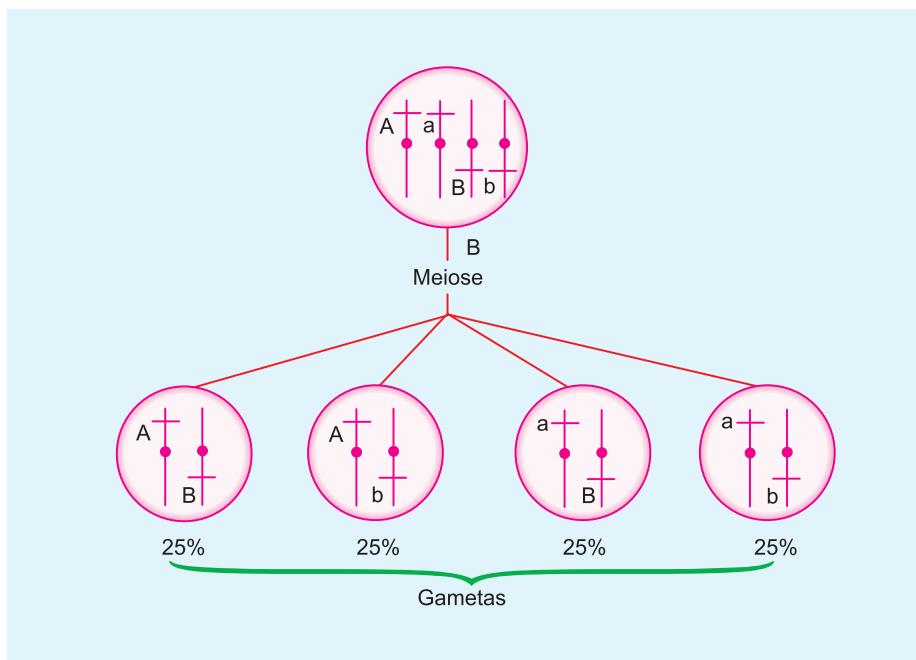


5. NÚMERO DE GENÓTIPOS E FENÓTIPOS

Número de pares de genes	Proporção de um dos tipos extremos em F ₁	Número de genótipos	Número de fenótipos
2	1/16 ou 1/4 ²	9	5
3	1/64 ou 1/4 ³	27	7
4	1/256 ou 1/4 ⁴	81	9
5	1/1024 ou 1/4 ⁵	243	11
n	1/4 ⁿ	3 ⁿ	2n + 1

1. A SEGREGAÇÃO INDEPENDENTE

Os genes não alelos, situados em cromossomos diferentes, distribuem-se nos gametas segundo todas as combinações possíveis. Assim, um di-híbrido ($AaBb$) pode formar, em proporções idênticas, quatro tipos de gametas: AB, Ab, aB e ab, esquematizados na figura.

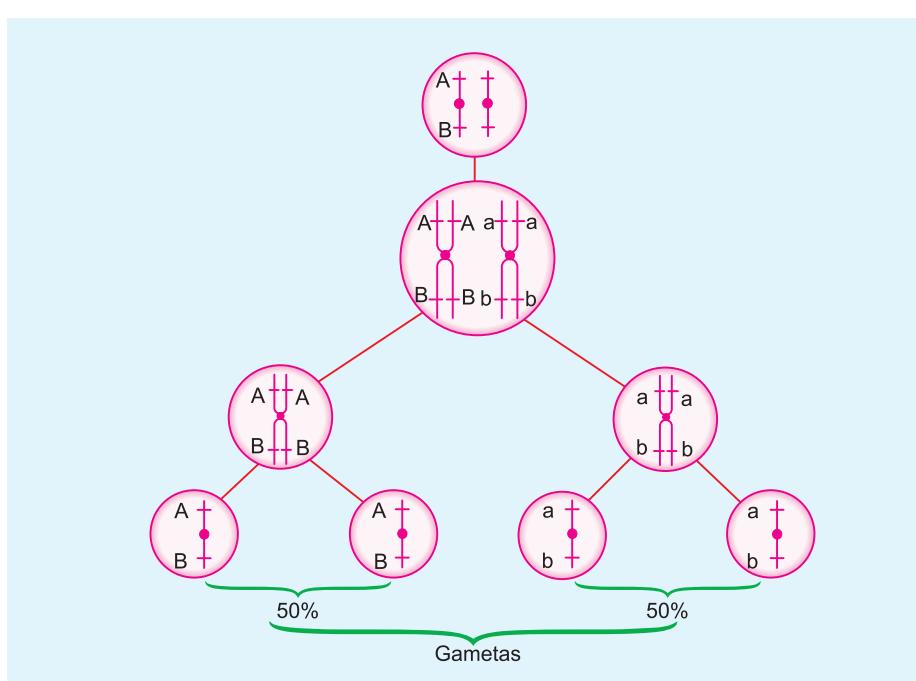


A segregação independente.

2. LIGAÇÃO FATORIAL (*LINKAGE*)

Quando dois ou mais genes estão localizados no mesmo cromossomo, diz-se que estão ligados.

Os genes ligados (ligação factorial) não sofrem a segregação independente, ficando juntos durante a formação dos gametas.



A ligação factorial completa.

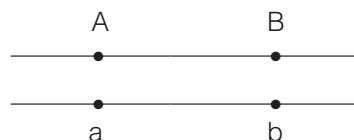
3. A REPRESENTAÇÃO DO GENÓTIPO

Quando existe ligação gênica, os genótipos podem ser assim representados:

$$\frac{AB}{ab} \text{ ou } \frac{AB}{ab} \text{ ou } AB/ab$$

4. HÍBRIDO CIS E TRANS

Um di-híbrido, quando apresenta os dois genes dominantes, ligados no cromossomo homólogo, forma a chamada posição CIS.



Quando o di-híbrido apresenta um gene dominante e um gene recessivo, ligados ao mesmo cromossomo, e outro dominante ligado ao outro recessivo, no cromossomo homólogo, forma a posição TRANS.



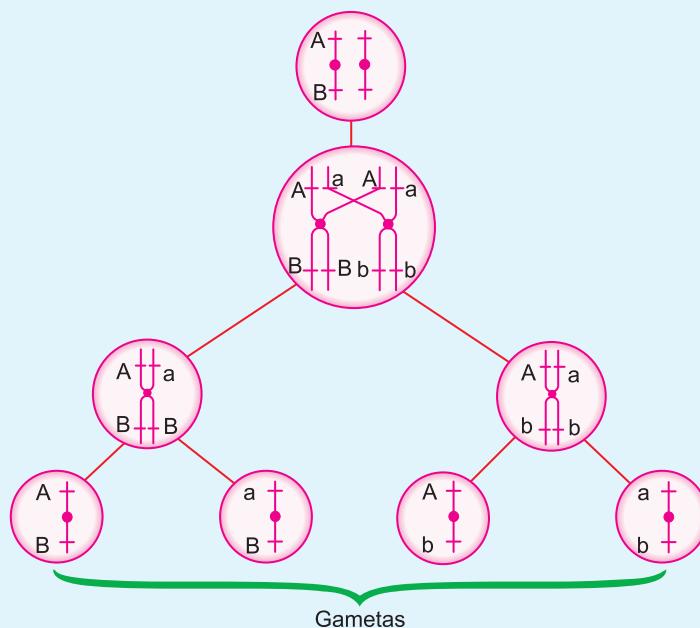
5. RECOMBINAÇÃO OU PERMUTAÇÃO (*CROSSING-OVER*)

Durante a meiose, os cromossomos duplicados formam pares (sinapse) e entre eles pode ocorrer a chamada permutação ou *crossing-over*.

Tal fenômeno consiste na troca de segmentos entre duas cromátides homólogas. O processo envolve somente dois dos quatro fios e ocorre em qualquer ponto dos cromossomos.

Observe que dois dos gametas (AB e ab) têm os genes ligados da mesma forma em que se encontravam ligados nos cromossomos parentais. Tais gametas são resultantes das cromátides que não se envolveram na permuta e são designados tipos parentais.

Os outros dois gametas (Ab e aB), produzidos através da permuta, apresentam combinações diferentes daquelas encontradas nos pares e são denominados tipos recombinantes. Assim, temos:



A permutação.

MÓDULO 21

Mapas Cromossômicos

1. FREQUÊNCIA DE PERMUTA

Considere como frequência de permuta entre dois genes a porcentagem de gametas recombinantes.

No esquema abaixo, a frequência de permuta é de 10%.

Gametas	Parentais AB – 45% ab – 45%
Recombinantes	Ab – 5% aB – 5%

2. DETERMINAÇÃO DA FREQUÊNCIA OU TAXA DE PERMUTAÇÃO

Determina-se a frequência de permuta por meio dos resultados obtidos num cruzamento-teste (AB/ab x ab/ab), como exemplificamos a seguir:

Cruzamento	Geração
	AB/ab – 903
	Ab/ab – 98
	aB/ab – 102
AB/ab x ab/ab	ab/ab – 897

$$\text{Frequência de permutação} = \frac{\text{N.º de recombinantes}}{\text{N.º total}} \times 100$$

ou seja: Frequência de permutação =

$$= \frac{98 + 102}{2000} \times 100 = 10\%$$

3. CONSTRUÇÃO DE MAPAS GENÉTICOS OU CROMOSSÔMICOS

Construir um mapa genético é determinar a posição relativa dos genes no cromossomo. Para tanto, partimos de dois princípios básicos.

1.º Os genes dispõem-se linearmente ao longo dos cromossomos.

2.º A permutação ocorre em qualquer ponto do cromossomo e, portanto, quanto maior a distância entre dois genes, maior será a probabilidade de ocorrer permuta entre eles; por outro lado, entre genes próximos diminui a probabilidade de permuta.

Convencionou-se que a frequência de permuta entre dois genes é igual à distância que os separa no cromossomo.

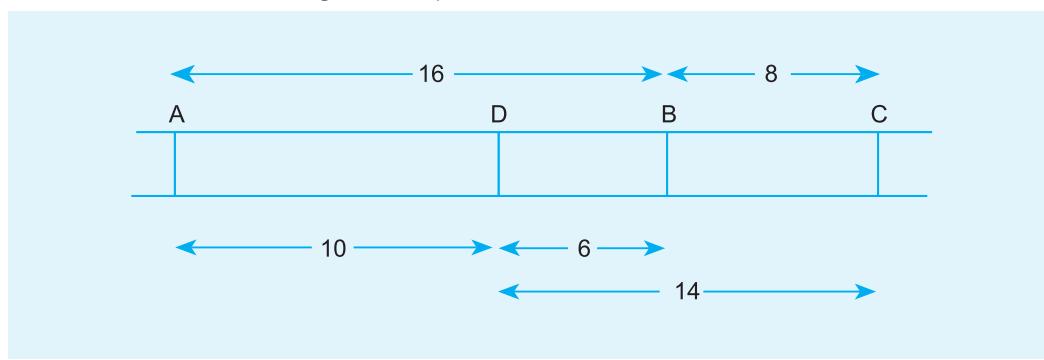
Assim, por exemplo, se a porcentagem (frequência) de permuta entre dois genes for de 10%, eles distarão de 10 unidades no mapa genético. A citada unidade foi chamada de morganídeo, em homenagem a Morgan, principal responsável por tais conceitos.

4. EXEMPLOS PRÁTICOS

Os genes A, B, C e D estão situados no mesmo cromossomo e permутam, entre si, com as seguintes frequências:

Genes	Frequência de permuta
A e B	16%
B e C	8%
A e D	10%
D e C	14%
B e D	6%

A partir desta tabela, construímos o seguinte mapa cromossômico:



MÓDULO 22

A Determinação do Sexo

1. DETERMINAÇÃO DO SEXO POR CROMOSOMOS SEXUAIS

Em numerosas espécies vivas, os sexos são separados. Existe um sistema genético de determinação do sexo condicionado por cromossomos especiais, designados cromossomos sexuais.

Nesse tipo de determinação sexual destacamos quatro tipos: XY, XO, ZW e ZO.

□ Tipo XY

O tipo XY ocorre nos mamíferos e em numerosos insetos, entre os quais os dípteros.

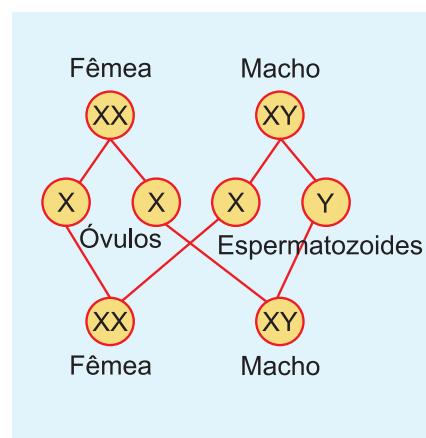
Vejamos o caso do homem. Os cromossomos humanos são classificados em dois grupos: autossomos e heterocromossomos. Os autossomos são os mesmos em ambos os sexos e estão sempre aos pares. Os heterocromossomos, também designados cromossomos sexuais e alossomos, são de duas categorias: o cromossomo X e o cromossomo Y. A fêmea apresenta dois cromossomos X e o macho, um X e um Y. Portanto, podemos caracterizar os dois sexos assim:

XX = mulher
XY = homem

Os cromossomos sexuais segregam na meiose, da mesma forma que os outros pares e isto significa que cada gameta recebe apenas um cromossomo sexual.

O sexo masculino é chamado heterogamético, porque o homem pode formar dois tipos de espermatozoides, produzidos em números iguais, metade contendo o cromossomo X e metade, o cromossomo Y.

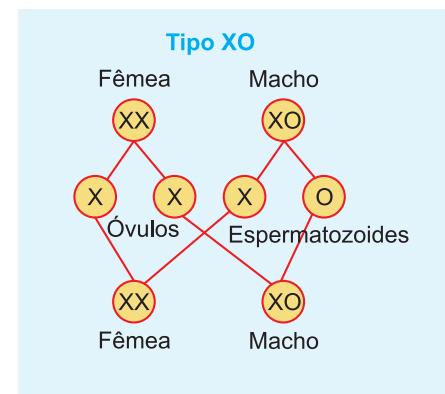
O sexo feminino é homogamético, porque cada óvulo produzido pela fêmea conterá apenas um cromossomo X. O sexo do filho é determinado no momento da fecundação do óvulo. Se ele for fertilizado por um espermatozoide portador de um cromossomo Y (além dos 22 autosomos), o zigoto terá um X e um Y e se desenvolverá em um macho. Se o óvulo for fertilizado por um espermatozoide portador de um X, o zigoto terá dois cromossomos X e se desenvolverá em uma fêmea.



□ Tipo XO

Em algumas espécies de insetos, hemípteros (percevejos) e ortópteros (gafanhotos, baratas), além de nematóides (vermes), o macho não apre-

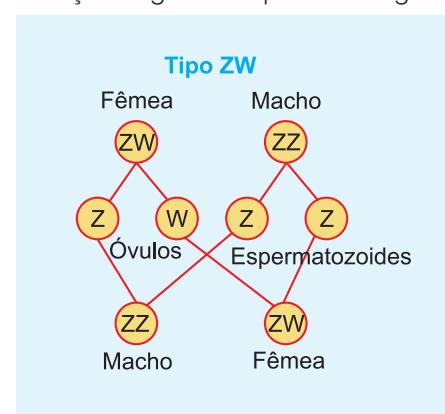
senta o cromossomo Y. Nesses casos, fala-se em fêmea XX e macho XO. Tal sistema é designado XO.



□ Tipo ZW

No sistema ZW os cromossomos sexuais são invertidos; o macho apresenta dois cromossomos sexuais iguais, designados ZZ, enquanto a fêmea apresenta dois diferentes, um Z e outro W. Tal sistema ocorre em lepidópteros (borboletas, mariposas), peixes e aves.

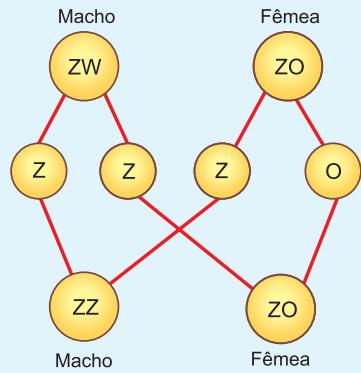
Nos sistemas XO e ZW, a determinação segue o esquema da figura.



☐ Tipo ZO

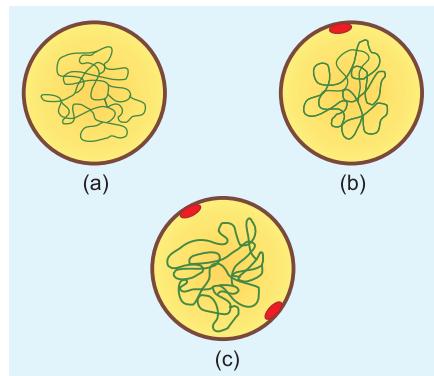
No sistema ZO os machos são homogaméticos com dois cromossomos Z. Nas fêmeas heterogaméticas só existe um cromossomo Z.

Ocorre em galinhas e répteis.



O corpúsculo de Barr é formado por um cromossomo X da mulher que aparece condensado na interfase.

O número de corpúsculos de Barr é igual ao número de cromossomos X menos 1.



(a) célula masculina.
 (b) célula feminina com o corpúsculo de Barr.
 (c) célula feminina com dois corpúsculos de Barr.

da fora da colmeia no chamado voo nupcial; dependendo da espécie ela é fecundada por um ou vários zangões. Os óvulos são haploides (n) e quando fecundados originam ovos diploides ($2n$) que se transformam em larvas. As larvas que recebem como alimento mel e pólen transformam-se em operárias; já as que recebem uma secreção glandular produzida pelas obreiras, chamada de geleia real, evoluem para rainhas. Os óvulos não fecundados, por meio de um processo designado partenogênese (evolução de óvulo virgem), originam os zangões, que durante o desenvolvimento recebem o mesmo alimento das operárias.

2. A DETERMINAÇÃO SEXUAL PELA CROMATINA SEXUAL

Até agora identificamos o sexo pelo exame de cromossomos sexuais presentes no cariótipo e só evidenciados nas células em divisão.

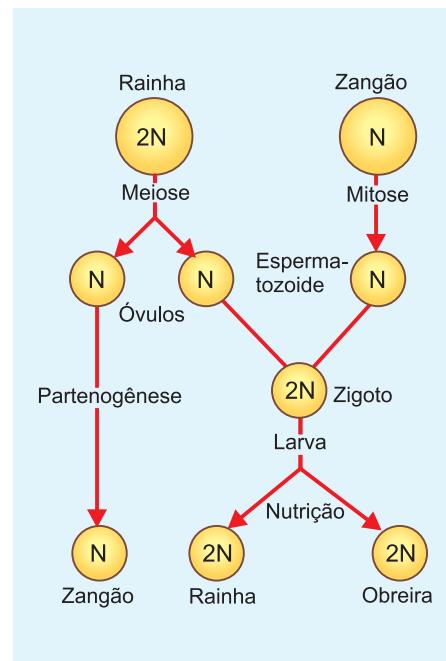
Todavia, mesmo em células em interfase, nas quais não se distinguem os cromossomos individualmente, podemos determinar e identificar o sexo. Com efeito, as mulheres normais apresentam, em alta proporção, nos núcleos das células interfásicas, um cromocentro (grânulo de cromatina) maior que os demais e aposto à membrana nuclear. Tal grânulo, que identifica o sexo feminino, é designado cromatina sexual, ou corpúsculo de Barr.

3. A DETERMINAÇÃO DO SEXO POR HAPLODIPLOIDISMO

Nos himenópteros (abelhas, vespas e formigas), a determinação sexual não envolve cromossomos sexuais.

Na sociedade das abelhas, distinguem-se três castas: a rainha, o zangão e as operárias.

A rainha é a única fêmea fértil da colônia (saliente-se que em cada colônia existe apenas uma rainha). Os zangões são os machos férteis, enquanto as operárias ou obreiras são fêmeas estéreis. A rainha é fecunda-

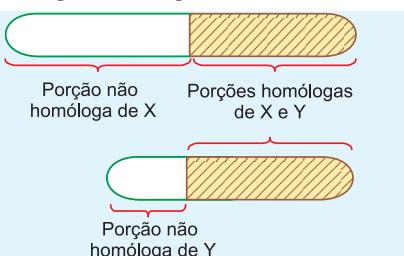


MÓDULO 23

Herança dos Genes dos Cromossomos Sexuais

1. OS CROMOSOMOS X E Y

Os cromossomos X e Y apresentam um segmento homólogo, contendo genes alelos e duas regiões não homólogas, com genes não alelos.



2. HERANÇA LIGADA AO SEXO

É a herança de genes situados no segmento não homólogo do cromossomo X. Tais genes são exclusivos do cromossomo X; não existem no cromossomo Y e sua herança é tida como ligada ao sexo. Exemplificaremos tal herança em drosófila e no homem.

☐ A cor dos olhos em drosófila

Em drosófila, os genes que con-

dicionam cor vermelha (B) e cor branca (b) situam-se no cromossomo X, possibilitando os seguintes genótipos e fenótipos:

Genótipos	Fenótipos
X^BX^B X^BX^b	olho vermelho
X^bX^b	olho branco
X^BY	olho vermelho
X^bY	olho branco

Como as fêmeas têm dois cromossomos X, elas podem ser tanto homozigotas ($X^B X^B$) quanto heterozigotas ($X^B X^b$) para um gene ligado ao sexo.

Como o macho possui apenas um desses genes, ele é conhecido como hemizigoto.

□ Daltonismo

O daltonismo é uma anomalia ligada à percepção de cores.

O daltônico tem deficiência na distinção das cores vermelha, verde e azul. A anomalia é condicionada por um gene recessivo (d) ligado ao sexo, sendo a visão normal condicionada por gene dominante (D). Assim, teremos:

Genótipos	Fenótipos
$X^D X^D$	normal
$X^D X^d$	normal portadora
$X^d X^d$	daltônica
$X^D Y$	normal
$X^d Y$	daltônico

Genótipos	Fenótipos
$X^H X^H$	normal
$X^H X^h$	normal portadora
$X^h X^h$	hemofílica
$X^H Y$	normal
$X^h Y$	hemofílico

□ Hemofilia

A hemofilia é uma anomalia condicionada por um gene recessivo h. Caracteriza-se pela falta de coagulação do sangue, fazendo com que mesmo um pequeno ferimento possa provocar a morte por hemorragia. Estudos genéticos indicam que a hemofilia, geralmente, só atinge os homens, sendo as mulheres apenas portadoras do gene.

A ausência de mulheres hemofílicas é determinada pela baixa frequência do gene h, que é igual a 1/10 000. Isto significa que um em cada 10 000 homens é afetado. A probabilidade de uma mulher ser afetada é igual a $1/10\,000 \times 1/10\,000$, ou seja, situação extremamente rara.

3. HERANÇA HOLÂNDRICA OU RESTRITA AO SEXO

Os chamados genes holândicos situam-se na parte não homóloga do cromossomo Y. Tais genes só ocorrem nos indivíduos de sexo masculino e passam de geração a geração, sempre pela linhagem masculina.

Como exemplo, no homem, podemos citar o responsável pela hipertricose, que é a presença de pelos longos nas orelhas.

4. HERANÇA PARCIALMENTE LIGADA AO SEXO

Os cromossomos X e Y apresentam um segmento, comum aos dois, designado segmento homólogo, que

contém genes alelos. A herança de tais genes é chamada de herança parcialmente ligada ao sexo.

5. HERANÇA INFLUENCIADA PELO SEXO

É aquela em que os genes se comportam como dominantes em um sexo e recessivos no outro. Tais genes não se localizam nos heterocromossomos, mas sim nos autossomos. O caso típico é o gene da calvície: no homem, o gene C, condicionador da calvície, é dominante, enquanto nas mulheres, é recessivo. Todo indivíduo CC será calvo, qualquer que seja o sexo, enquanto o indivíduo Cc será calvo somente se for do sexo masculino.

Dessa maneira, podemos estabelecer os seguintes genótipos e fenótipos:

Genótipos	Fenótipos	
	Mulher	Homem
CC	calva	calvo
Cc	normal	calvo
cc	normal	normal

1. IMPORTÂNCIA

Quando as populações são estudadas do ponto de vista genético, um dos principais problemas existentes é a determinação da frequência com que o gene aparece na população. De posse de tal dado, podemos calcular a frequência de seus alelos, bem como as frequências dos genótipos homozigotos e heterozigotos e os prognósticos para as futuras gerações. Tal fato foi demonstrado independentemente por Hardy na Inglaterra e por Weinberg na Alemanha, por meio de um teorema conhecido como "equilíbrio ou Lei de Hardy-Weinberg".

2. ENUNCIADO

A Lei de Hardy-Weinberg pode enunciar-se da seguinte forma:

"Em uma população em equilíbrio genético, as frequências gênicas e genotípicas permanecem constantes ao longo das gerações."

3. CONDIÇÕES PARA O EQUILÍBRIOS GENÉTICO DE UMA POPULAÇÃO

1. Tamanho grande, ou seja, constituída por numerosos indivíduos.
2. Pan-mixia, isto é, ocorrência de cruzamentos ao acaso.
3. Ausência de migração, seleção e mutação.

4. O TEOREMA DE HARDY-WEINBERG

Vamos supor que há apenas dois alelos possíveis **A** e **a** em um lócus particular em um determinado cromossomo.

Seja **p** a frequência do alelo **A** e **q** a do alelo **a**.

Como se trata de frequência de dois alelos de um mesmo lócus, tem-se que $p + q = 1$. Assim, se soubermos o valor de **p**, podemos calcular o de **q** e vice-versa. Como os gametas são portadores de apenas um dos alelos (**A** ou **a**), teremos:

Frequência de gametas:

Gametas	Gametas
Espermatozoides	A p
	a p
Óvulos	A p
	a q

O quadro de Punnet mostra os resultados das combinações, ao acaso, de espermatozoides e óvulos, mostrando a composição genética da população.

	pA	qa
pA	p^2AA	$pqAa$
qa	$pqAA$	q^2aa

Resumindo, temos:

Classes	Frequência
AA	p^2
Aa	$2pq$
aa	q^2

Como observamos, a frequência de um alelo é a raiz quadrada da frequência da respectiva classe homozigota.

A frequência das classes genotípicas pode ser expressa pela expansão de uma equação binomial:

$$(pA + qa)^2 = p^2 AA + 2pq Aa + q^2 aa$$

5. ALELOS MÚLTIPLOS

A distribuição genotípica estável, quando estão envolvidos os alelos com frequências p, q, r, \dots , será dada pela fórmula:

$$(p + q + r + \dots + n)^2$$

Assim, para um caso de três alelos, A, a^1 e a^2 , cujas frequências são, respectivamente, iguais a p, q e r , temos $(p + q + r)^2$, cuja expansão resulta em $p^2 + q^2 + r^2 + 2pq + 2qr + 2pr$, ou seja:

Classes	Frequência
AA	p^2
a^1a^1	q^2
a^2a^2	r^2
Aa^1	$2pq$
Aa^2	$2pr$
a^1a^2	$2qr$

6. GENES LIGADOS AO SEXO

Como os machos têm somente um cromossomo X, a frequência do alelo recessivo será a própria frequência de machos que exibem o caráter. Assim, temos:

Frequência de A = p
Frequência de a = q
Frequência de X^AY = p
Frequência de X^aY = q
Frequência de X^AX^A = p^2
Frequência de X^aX^a = q^2
Frequência de X^AX^a = $2pq$

MÓDULO 19

Poríferos e Celenterados

Poríferos

1. CARACTERES GERAIS DOS PORÍFEROS

 Morfologia

Animais sésseis, de forma variada, assimétrica ou com simetria radiada. Paredes do corpo com numerosos poros. Ausência de órgãos e apêndices.

 Sistema tegumentário

Externamente, o corpo é revestido por uma camada de células achatadas, os pinacócitos.

 Sistema esquelético

Possuem um esqueleto interno (endoesqueleto) formado por espículas cristalinas ou fibras orgânicas (espongina).

 Sistema digestório

Não existe. A digestão é exclusivamente intracelular.

Apresentam coanócitos.

 Sistema excretor

Não existe. As células eliminam por difusão seus catabólitos, diretamente para o meio externo.

 Sistema respiratório

Não existe. A respiração é aeróbica. Cada célula realiza diretamente com o meio as trocas respiratórias.

 Sistema circulatório

Não existe.

 Sistema reprodutor

Assexuado, feito por brotamento, regeneração e gemulação; sexuado, produzindo uma larva ciliada (anfiblastula).

 Sistema nervoso

Não existe.

2. HABITAT

São animais aquáticos, predominantemente marinhos. Vivem nos mares, em qualquer profundidade, fixados em rochas ou no solo submarino. Apenas uma família, a *Spongillidae*, vive na água doce, em grande distribuição.

3. ESQUELETO

É o principal caráter para a classificação das esponjas. É interno, situando-se entre as duas camadas celulares. Pode ser mineral e/ou orgânico.

 Esqueleto mineral

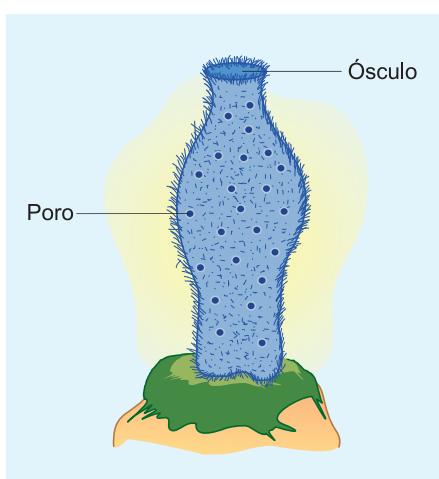
É constituído por espículas calcárias e silicosas.

 Esqueleto orgânico

É constituído por uma rede de fibras de espongina (uma escleroproteína). A esponja de banho é apenas o esqueleto orgânico da esponja.

4. TIPOS DE ESTRUTURA

Entre os poríferos distinguem-se diversos tipos de organização estrutural. O tipo mais simples é chamado ÁSCON, o intermediário, SÍCON, e o mais evoluído, LÊUCON ou RÁGON.



Áscion – aspecto geral.

5. ORGANIZAÇÃO ESTRUTURAL DO TIPO ÁSCON

A forma primitiva dos espongiários é a de um tubo ou vaso, fixado no substrato. Na extremidade apical aparece uma grande abertura – o ósculo – que serve para a saída da água que continuamente atravessa o corpo da esponja. A parede do corpo é provida de um grande número de poros (daí o nome porífera), através dos quais penetram água e partículas alimentares.

6. ORGANIZAÇÃO CITOLÓGICA DO ÁSCON

No áscion, bem como nos outros dois tipos, não existem órgãos diferenciados, mas distinguem-se diversos tipos celulares adaptados a determinadas funções. A parede do corpo é formada por duas camadas celulares. A camada mais externa é a dermal, e a mais interna, denominada gastrál. Entre as duas camadas celulares, há um mesênquima gelatinoso. A cavidade central do corpo é chamada átrio ou espongocela. Nas duas camadas celulares e no mesênquima, encontramos os seguintes tipos celulares:

 Pinacócitos

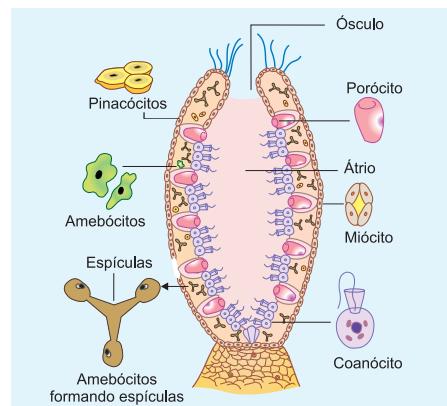
São células achatadas que, juntas, formam a camada dermal.

 Coanócitos

São células flageladas e providas de um colarinho, uma formação membranosa que envolve o flagelo. Revestem a cavidade atrial e constituem a camada gastrál.

 Porócitos

São células tubulosas, percorridas por uma perfuração côncica. São estas perfurações dos porócitos que constituem os numerosos poros que ligam o átrio ao meio externo.



Corte longitudinal do áscon.

□ Miócitos

São células alongadas e contrácteis que formam esfíncter em torno dos poros e do ósculo.

□ Amebócitos

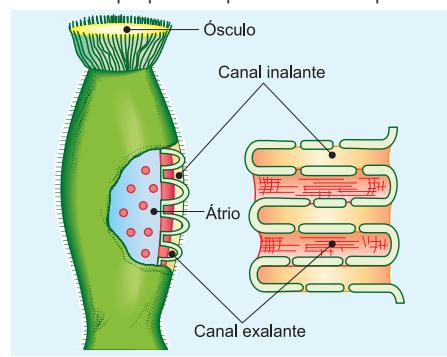
No mesênquima, aparecem numerosos amebócitos, isto é, células que possuem movimento ameboide, realizando várias funções e podendo ser divididos em

- escleroblastos – células que secretam as espículas minerais. Cada eixo de espícula é formado por um escleroblasto;

- arqueócitos – amebócitos que realizam várias funções: recebem, digerem e fazem circular o alimento, além de formar elementos reprodutivos: espermatozoides, óvulos e gêmeas.

7. ORGANIZAÇÃO ESTRUTURAL DO TIPO SÍCON

Observada externamente, apresenta-se como uma urna alongada fixada pela extremidade inferior. O ósculo, bem alargado, aparece na extremidade superior, circundado por uma coroa de espículas longas e afiladas. A superfície do corpo possui numerosas elevações ou papilas, das quais saem pequenas espículas. Entre as papilas aparecem os poros.

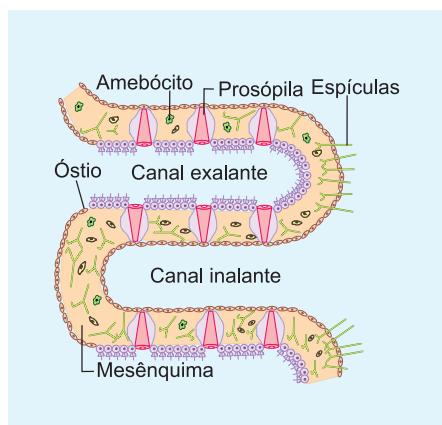


Organização do sícon.

Cortada longitudinalmente, apresenta a parede do corpo espessa e com uma série de dobras, formando curtos canais horizontais. Distinguimos dois tipos de canais: inalantes e exalantes. Os primeiros abrem-se na superfície externa e terminam em fundo cego. Os canais exalantes são internos e desembocam no átrio.

8. ORGANIZAÇÃO CITOLÓGICA DO SÍCON

A superfície externa e os canais inalantes são revestidos pela camada dermal, formada por pinacócitos. A espongiocela também é revestida por pinacócitos, ficando os coanócitos limitados aos canais exalantes. O mesênquima gelatinoso é bem mais desenvolvido do que no áscon: contém amebócitos e espículas.

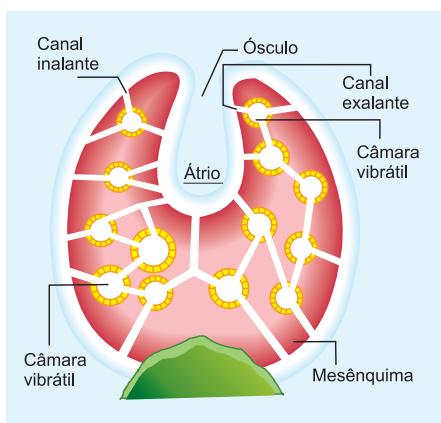


Organização citológica do sícon.

9. ORGANIZAÇÃO ESTRUTURAL DO TIPO LÊUCON

É o tipo mais evoluído. O átrio é reduzido, enquanto a parede do corpo é bastante desenvolvida e percorrida por um complicado sistema de canais e câmaras. Os coanócitos encontram-se revestindo câmaras esféricas, também denominadas câmaras vibráteis, interpostas num sistema de canais. Os canais que partem dos poros e atingem as câmaras transportando água são denominados inalantes ou aferentes.

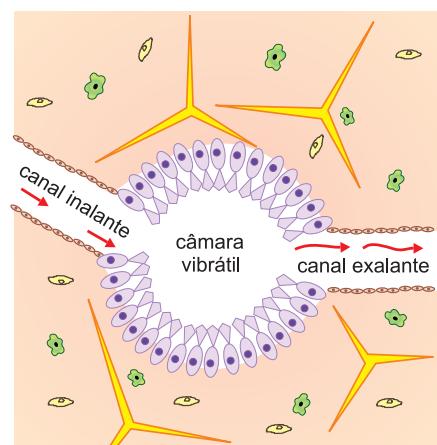
Das câmaras, saem os canais exalantes ou eferentes que atingem o átrio.



Lêucon (organização).

10. ORGANIZAÇÃO CITOLÓGICA DO LÊUCON

Os coanócitos só aparecem nas câmaras vibráteis. Os pinacócitos revestem a superfície externa, o átrio e os diversos canais. No desenvolvimento do mesênquima, encontramos amebócitos e espículas.



Organização citológica do lêucon.

11. SISTEMÁTICA

□ Phylum Porífera

Animais pluricelulares, sempre aquáticos e sésseis; em geral formam colônias de forma variada; parede do corpo com duas camadas celulares e perfuradas por numerosos poros; cavidades internas revestidas por coanócitos; esqueleto calcário, silicoso ou córneo; 5.000 espécies.

Classe 1

Calcária (*Calcispongiae*)

Esponjas com esqueleto calcário formado por espículas monoaxônicas, trirradiadas e tetraxônicas.

Classe 2

Hexactinellida ou Triaxônica (*Hyalospongiae*)

Esponjas com espículas silicosas triaxônicas.

Ex.: ***Euplectella aspergillum***

(vulgarmente chamada de cesto de vênus).

Classe 3

Demospongiae

Esqueleto de espículas silicosas, de fibras de espongina ou de ambos.

Ex.: ***Esponja sp*** (esponja de banho).

Celenterados ou Cnidários

1. CARACTERES GERAIS DOS CELENTERADOS

Animais de simetria radiada. Distinguem-se neste grupo animais de dois tipos morfológicos: o pólio (geralmente sedentário) e a medusa (geralmente livre).

□ Morfologia

São diblásticos; o corpo apresenta duas camadas celulares, uma epiderme externa (ectoderma) e uma gastroderme interna (endoderma). Entre as duas, encontramos mesogleia, de consistência gelatinosa. Presença de cnidoblastos nas duas camadas celulares.

□ Sistema tegumentário

Epiderme formada por uma camada celular contendo fibras musculares.

□ Sistema esquelético

Os antopólipos podem secretar um exoesqueleto córneo ou calcário.

□ Sistema digestório

Boca circundada por tentáculos e ligada a uma ampla cavidade digestória, saculiforme, simples ou dividida por septos; ausência de ânus, digestão extra e intracelular.

□ Sistema respiratório

Não existe. As células realizam as trocas respiratórias diretamente com o meio externo. A respiração é sempre aeróbica.

□ Sistema excretor

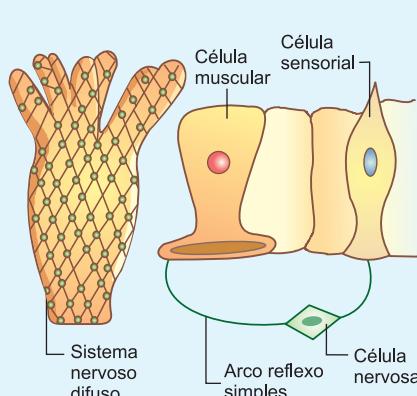
Não existe. As células eliminam diretamente no meio externo as substâncias da excreção.

□ Sistema circulatório

Não existe.

□ Sistema nervoso

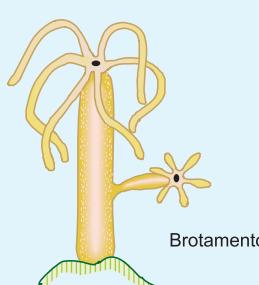
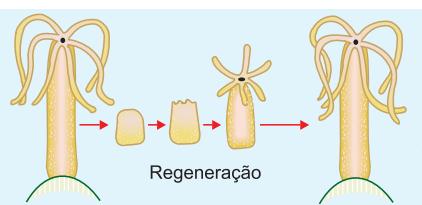
É do tipo difuso, constituído por uma rede de células nervosas, situadas na mesogleia. Primeiros animais que apresentam o arco reflexo. Existência de células fotossensíveis e estatocistos.



Sistema nervoso da *Hydra* sp.

□ Reprodução

Geralmente é feita por alternância de geração (metagênese), em que o pólio representa a fase assexuada e a medusa, a fase sexuada. Espécies monoicas e dioicas; fecundação externa e interna; existência de gônadas, desprovidas de ductos genitais; presença de larva ciliada chamada plânula.



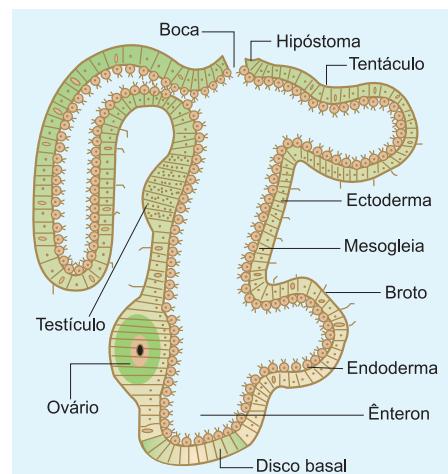
Reprodução assexuada.

2. HABITAT

São todos marinhos ou de água doce. Geralmente vivem em colônias fixas ou móveis.

3. TAMANHO

Os pólipos são geralmente microscópicos, e os maiores não ultrapassam alguns milímetros. As medusas variam de 10 milímetros de diâmetro até 2 metros.



Hydra sp.

4. METAGÊNESE DA OBELIA sp

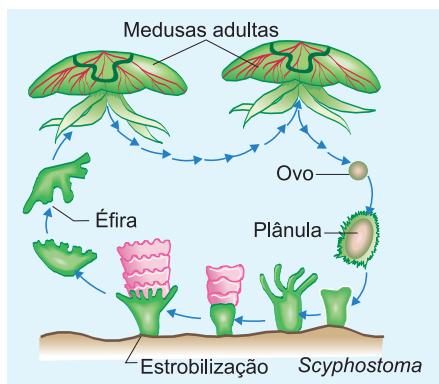
Na *Obelia* sp ocorre uma alternância de gerações ou metagênese. As hidromedusas constituem a fase sexuada. São dioicas e formam as gônadas, junto dos canais radiais. A fecundação é externa. O zigoto desenvolve-se originando uma larva ciliada, denominada plânula. A plânula fixa-se e dá origem a um pólio, que, por brotamento (assexuadamente), forma nova colônia.

5. ESTRUTURA DA AURELIA AURITA

É chamada vulgarmente de água-viva. A água-viva, provavelmente, é a cifomedusa mais frequente nas costas brasileiras.

Tais medusas flutuam nos mares, ou então nadam lentamente, por contrações da umbela.

São dioicas e apresentam fecundação interna. Possuem a larva plânula.



Ciclo reprodutivo da *Aurelia sp.*

6. SISTEMÁTICA DOS CELENTERADOS

Phylum Coelenterata CLASSE 1 - HYDROZOA

Ordem 1 - Hydroida – Pólipsos sempre bem desenvolvidos e geralmente coloniais; medusas reduzidas. *Hydra* e *Obelia*.

Ordem 2 - Siphonophora – São colônias natantes polimórficas, com vários tipos de medusas; marinhas (principalmente em mares quentes). A colônia adulta apresenta os seguintes indivíduos:

– Pneumatóforo

É uma medusa. Apresenta

uma vesícula cheia de ar, funcionando como órgão flutuador.

– Gastrozoide

É um pólipo usado para a apreensão do alimento.

– Nectozoide

É um medusoide, funcionando na propulsão da colônia.

– Dactilozoide

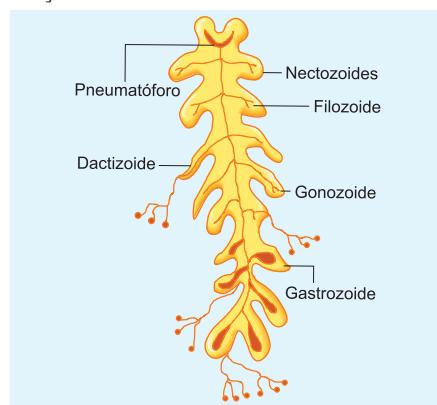
Possui cnidoblastos.

– Filozoide

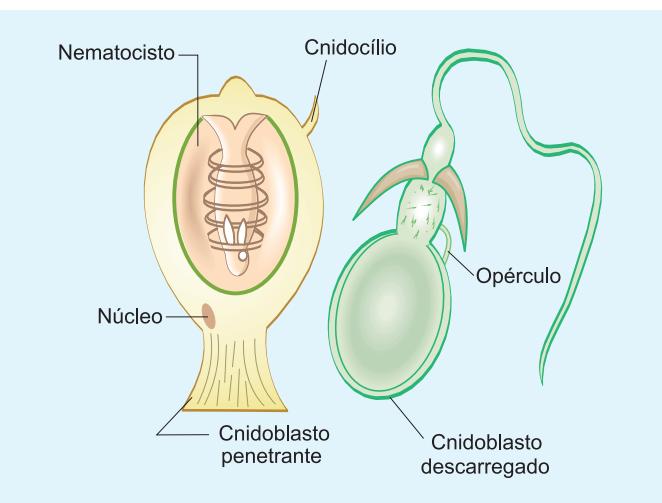
Pólipo protetor de outros indivíduos da colônia.

– Gonozoide

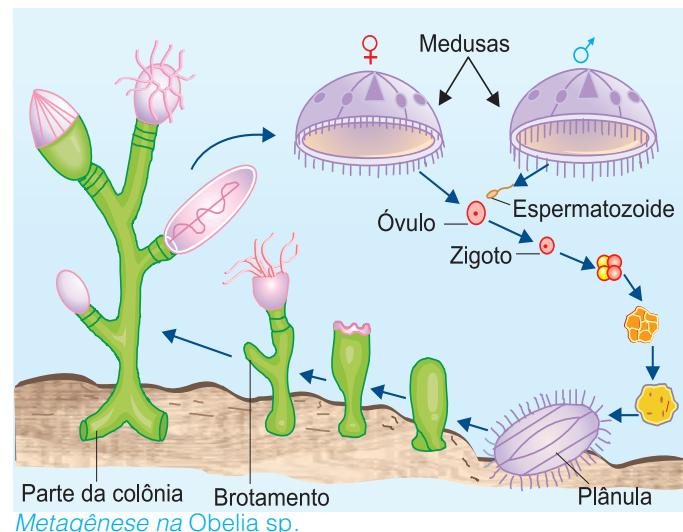
Pólipo encarregado da reprodução da colônia.



Organização básica de um sifonóforo.



Cnidoblastos, células urticantes dos cnidários.



Metagênese na *Obelia sp.*



Formação de um atol coralino, segundo Darwin.

CLASSE 2 – SCYPHOZOA

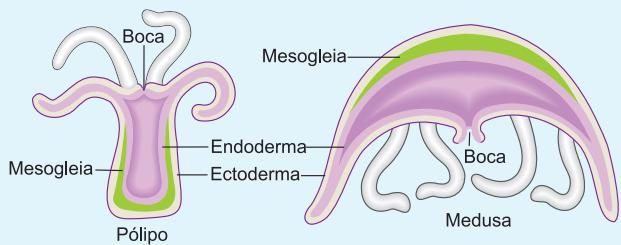
Tem como forma predominante as cifomedusas, originadas de um estado poliploide, a partir de um processo de estrobilização.

O cifopólipo possui quatro septos internos dividindo o ênteron: é desprovido de estomodeu. As cifomedusas sem véu, com braços orais, possuem gônadas formadas a partir da gastraderme. O estado de pólipo pode faltar completamente, desenvolvendo-se do ovo, diretamente, nova medusa. Exemplo: *Aurelia aurita*.

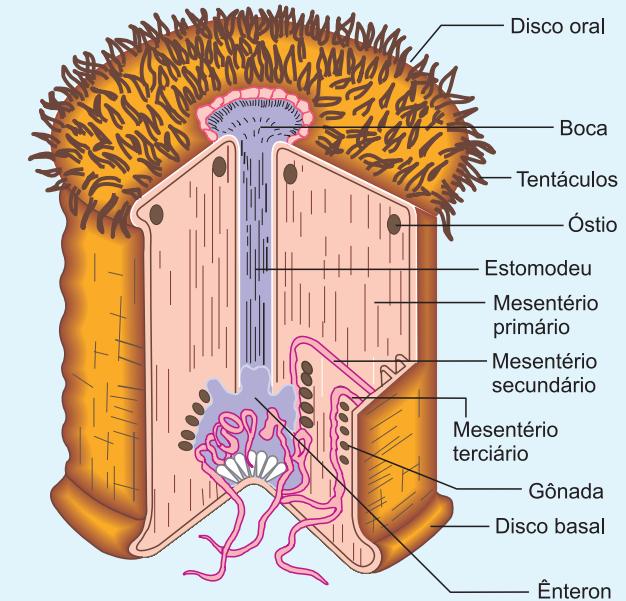
CLASSE 3 – ANTHOZOA

Não apresenta medusa. Ocorrem pólipsos isolados ou coloniais. Na ordem actinária, encontramos as actínias (anêmonas-do-mar), que vivem isoladamente e não apresentam esqueleto.

Na ordem madrepórica, encontramos os verdadeiros corais. Os corais são coloniais, com esqueleto calcário e responsáveis pela formação dos recifes, barreiras e atóis.



Polimorfismo nos celenterados. Presença de uma forma lembrando um tubo, o pólipos, e de outra lembrando a parte superior de um paraquedas aberto, a medusa.



Metridium sp (cortes: longitudinal e transversal).



Medusas de *Aurelia* sp. São móveis por jatopropulsão.



Pólipos de antozoários (corais).



Colônia polimórfica de caravela.

1. GENERALIDADES

Os platelmintos são vermes com corpo achatado dorsoventralmente.

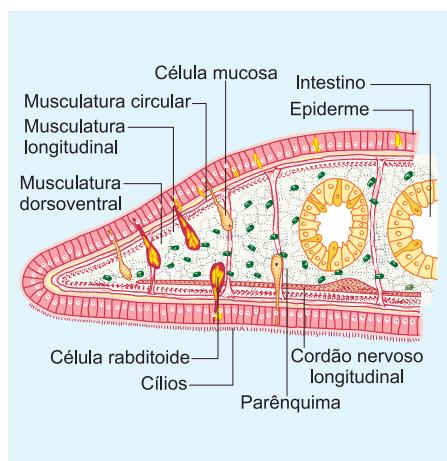
2. SISTEMA TEGUMENTÁRIO

Sua epiderme é constituída por um epitélio simples, ciliado na planária e recoberto por uma cutícula no esquistossomo e na tênia.

3. SISTEMA MUSCULAR

A parede do corpo do platelminto é constituída pela epiderme e pelo tubo musculodermático, formado por três camadas musculares: circular, longitudinal e dorsoventral ou oblíqua.

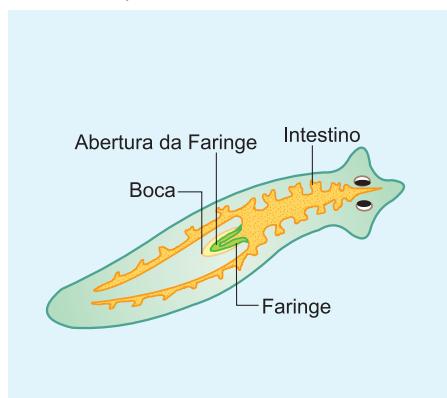
Não apresentam sistema esquelético.



Planária – corte transversal.

4. SISTEMA DIGESTÓRIO

É do tipo incompleto, pois não possui abertura de egestão, que é realizada pela boca.



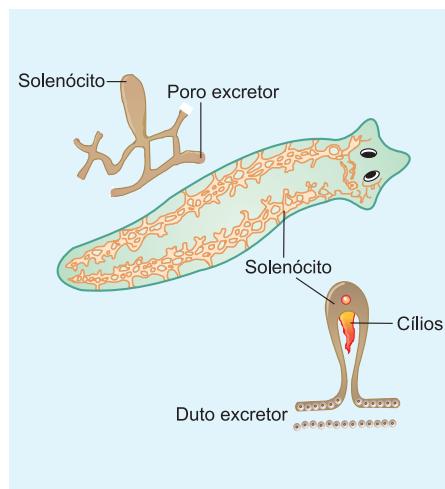
Planária – sistema digestório.

A planária é carnívora e apresenta uma faringe protáctil, além de um intestino ramificado.

A solitária não possui sistema digestório.

5. SISTEMA EXCRETOR

Os platelmintos são os primeiros animais da escala zoológica que apresentam um sistema excretor e cujo órgão fundamental é o **sole-nóctio** ou **célula-flama**.



Planária – sistema excretor.

6. SISTEMA RESPIRATÓRIO

Não existe. As espécies de vida livre têm respiração aeróbica, e as trocas gasosas ocorrem entre a epiderme permeável e o meio ambiente.

Nas espécies parasitas, a respiração é anaeróbia.

7. SISTEMA CIRCULATÓRIO

Não existe. A distribuição dos alimentos é realizada pela ramificação do intestino, por difusão nas células da parede intestinal.

Na solitária, o alimento penetra diretamente através da pele.

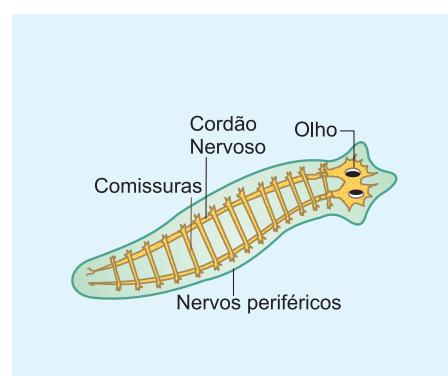
8. SISTEMA NERVOSO

São os primeiros animais da escala zoológica dotados de um sistema nervoso central. Há maior concentração de células nervosas nos gânglios cerebrais, sugerindo um processo de cefalização.

Há cordões nervosos longitudinais ligados entre si por comissuras transversais.

O sistema nervoso é do tipo ganglionar.

Estudos realizados com a planária evidenciam uma grande capacidade de responder a estímulos luminosos (fototactismo); corrente de águas (reotactismo); alimentos (quiotactismo) e a estímulos mecânicos (tigmotactismo).



Planária – sistema nervoso.

9. REPRODUÇÃO

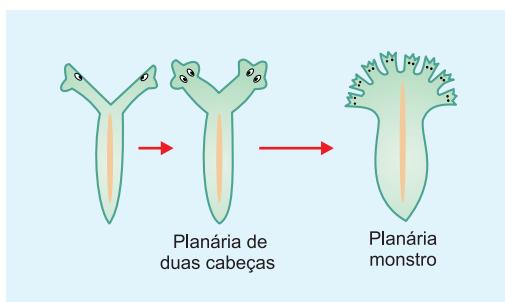
Os platelmintos são animais geralmente hermafroditas. Possuem gônadas providas de ductos e órgãos acessórios.

A fecundação é interna, o desenvolvimento é direto na planária e indireto no esquistossomo e na tênia, com um ou vários estágios larvais em que é frequente a pedogênese.

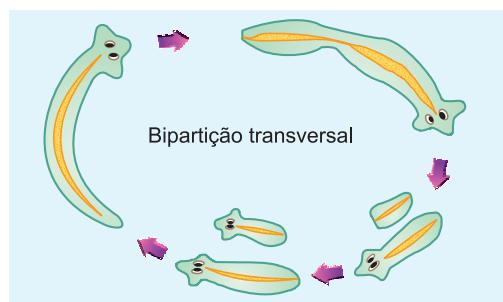
A planária é hermafrodita; reproduz-se sexuadamente por fecundação cruzada e assexuadamente por bipartição transversal, devido à sua alta capacidade de regeneração.

10. CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS PLATELMINTOS

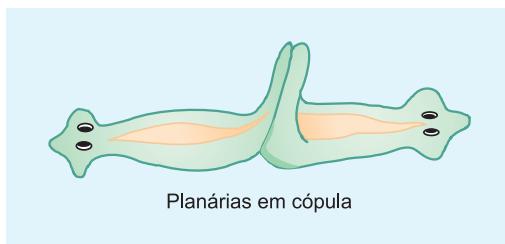
Os platelmintos são animais que apresentam o corpo achatado (*Platy* = chato e *Helminthe* = verme), com simetria bilateral, trilobados e acelomados.



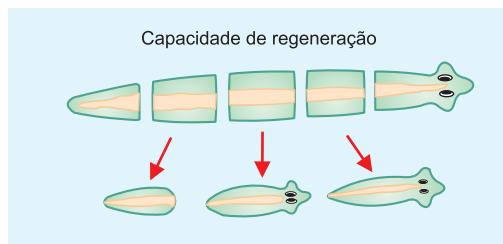
O corte parcial na regiãocefálica pode originar uma planária com muitas cabeças.



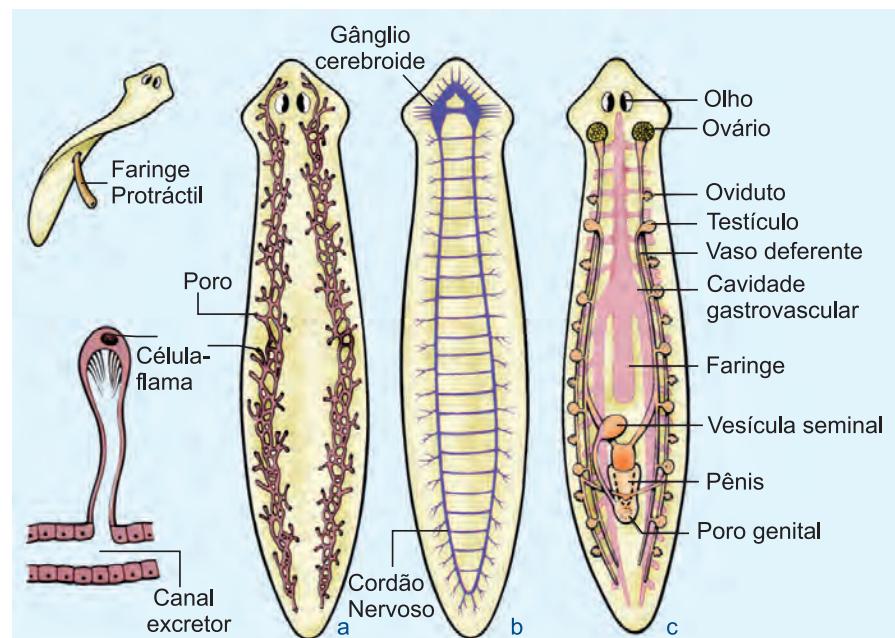
A bipartição origina indivíduos geneticamente idênticos (clones).



A fecundação cruzada aumenta a biodiversidade.



Seres primitivos possuem elevada capacidade de regeneração.



Anatomia da planária:
a) Sistema excretor;
b) Sistema nervoso apresentando um início de céfalização;
c) Sistema reprodutor.

11. SISTEMÁTICA

Classe 1

Turbelaria: Planária (*Dugesia tigrina*).

Classe 2

Trematoda: *Fasciola hepatica*, *Schistosoma mansoni*.

Classe 3

Cestoda: *Taenia sp.*

carneiro, boi, cabra e outros herbívoros. Vive nos canais biliares, determinando ações tóxicas e irritativas, não existindo medicação eficiente para o seu tratamento.

Raramente ocorre no homem.

O ciclo vital inicia-se pela eliminação de ovos junto com as fezes do animal infectado. Tem como hospedeiro intermediário um caramujo do gênero *Lymnaea*, da classe *Gastropoda*, do filo *Mollusca*.

São endoparasitas do homem e causam a **esquistossomose** ou **barriga-d'água**. Esta doença provoca hemorragias, intoxicação e inflamação do cólon, reto, pâncreas, fígado, baço etc. Nem sempre a doença é fatal, mas causa vários problemas, debilitando as vítimas, que apresentam, geralmente, o abdômen volumoso.

O homem é o hospedeiro definitivo do *Schistosoma mansoni*, que se instala no sistema porta-hepático e nas veias mesentéricas. O hospedeiro intermediário é um caramujo de nomenclatura controversa: *Planorbis*, *Australorbis* ou *Biomphalaria*. São encontrados em água doce pouco corrente ou estagnada.

12. ESTUDO DOS PRINCIPAIS PARASITOS

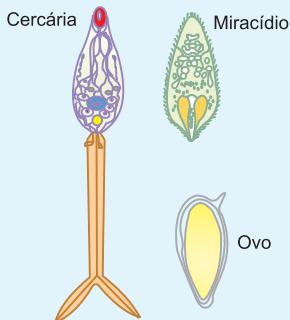
□ *Fasciola hepatica*

Tem o corpo achatado e foliáceo ($\pm 30\text{mm}$). Possui duas ventosas (oral e ventral). A ventosa ventral é usada para a fixação junto ao hospedeiro.

É um verme endoparasita, causando a **fasciolose** no fígado de

□ *Schistosoma mansoni*

É um verme platielminto, cujo macho, de pequena extensão (9 a 22mm), possui um profundo sulco, o canal ginecóforo, no qual se instala a fêmea longa e delgada (14 a 26mm).



Ovo, miracídio e cercária de *Schistosoma mansoni*.

A pessoa doente elimina ovos do *Schistosoma* juntamente com as fezes, atingindo a água. Saem dos ovos embriões ciliados, os **miracídios**, que após algumas horas penetram no caramujo.

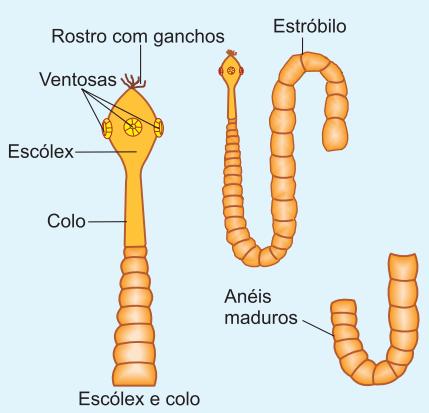
No caramujo, o **miracídio** transforma-se em **esporocisto**, que produz cercárias, sempre por **pedogênesse**.

As **cercárias** saem do caramujo e nadam livremente, podendo penetrar ativamente na pele do homem, durante os banhos em rios e lagos.

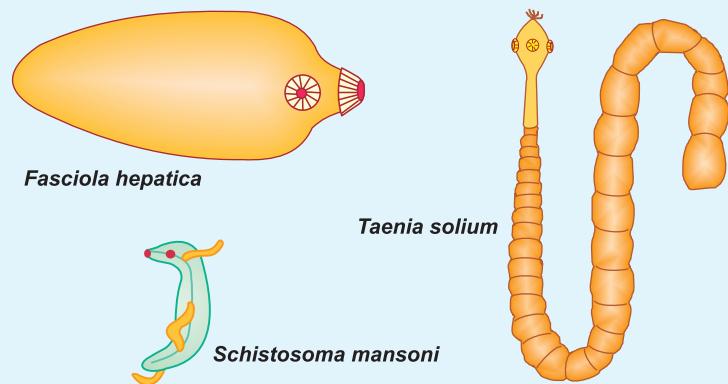
O diagnóstico é feito pelo exame de fezes, onde são encontrados ovos portadores de espinho.

A penetração das larvas produz irritação cutânea, daí o nome “lagoas de coceira” dado vulgarmente aos locais infestados por esquistossomo.

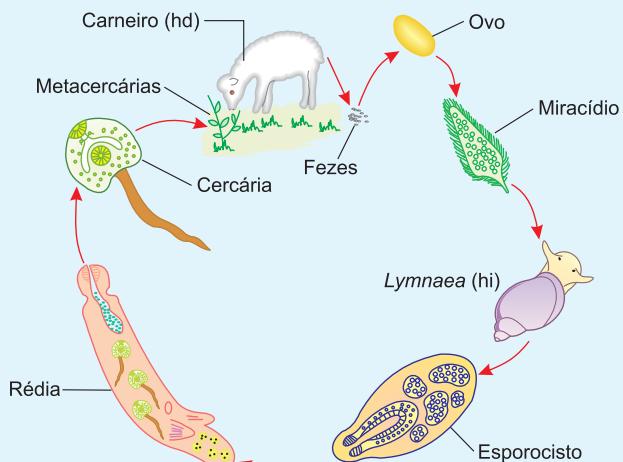
A profilaxia indicada consiste em não nadar em locais desconhecidos; evitar a penetração de larvas na pele; tratar as pessoas doentes para impedir a distribuição geográfica da doença; promover o extermínio do caramujo e o saneamento básico.



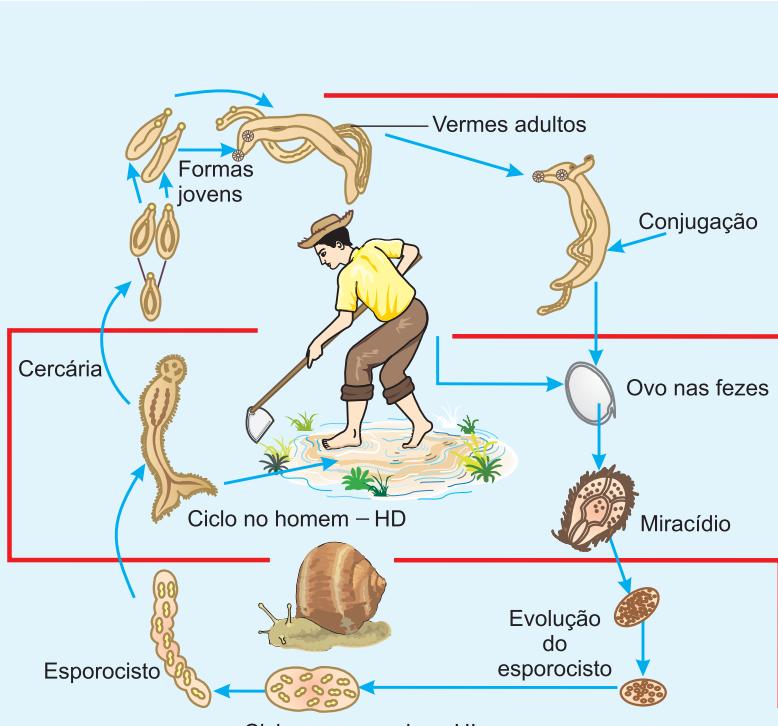
Taenia solium – aspecto geral.



Platielmintos.



Ciclo biológico da *Fasciola hepatica*.



Ciclo biológico do *Schistosoma mansoni*.

■ **Taenia solium**

Pertence à classe *Cestoda*; possui o corpo alongado, delgado e chato, dividido em três porções: cabeça ou escólex, colo e estróbilos ou proglotes.

A **cabeça** ou **escólex** é a porção anterior destinada à fixação da *Taenia* na superfície da mucosa intestinal do hospedeiro.

Apresenta quatro ventosas e um rostro ou *rotellum* com 26 a 28 ganchos quitinosos, para a fixação no organismo do hospedeiro.

O **pESCOÇO**, ou **colo**, é a parte mais fina e não segmentada, e liga a cabeça ao corpo. É a região onde são produzidos novos anéis ou proglotes por estrobilização.

O **estróbilo**, ou **corpo**, é constituído por uma série de anéis (± 800), divididos em imaturos, maduros e, no final, os anéis grávidos.

A **teníase** ou **sólitária** deve-se à presença do animal adulto no intestino, causando uma série de perturbações gerais.

A *Taenia* adulta vive no intestino

delgado do homem, que elimina em suas fezes anéis do animal, contendo ovos fecundados (de 30 mil a 50 mil por anel).

Os ovos contêm embriões dotados de seis tentáculos (hexacanto), denominados **oncosfera**.

O porco, hospedeiro intermediário, ingere os ovos, que, ao atingir o intestino do animal, libertam a **oncosfera** que, através da circulação sanguínea, é distribuída para a musculatura sublingual, diafragma, cérebro etc. Nesses locais, evolui um estágio larval, denominado **cisticerco**.

O homem sofre a infestação, quando ingere a carne de porco crua, ou mal cozida, contendo cisticercos vivos.

A **cisticercose** é uma enfermidade causada pela presença de um **cisticerco** no organismo. Esta doença pode ocorrer no homem, quando este ingere ovos de *Taenia solium*.

A casca dos ovos é digerida no intestino, os embriões são transportados pela corrente sanguínea, atingindo os olhos, a musculatura e o cérebro, causando **cegueira**, **fraqueza**

muscular e **epilepsia**. É uma doença mais grave do que a teníase.

O homem pode adquirir esta doença por autoinfestação interna, externa e também por heteroinfestação.

■ **Taenia saginata**

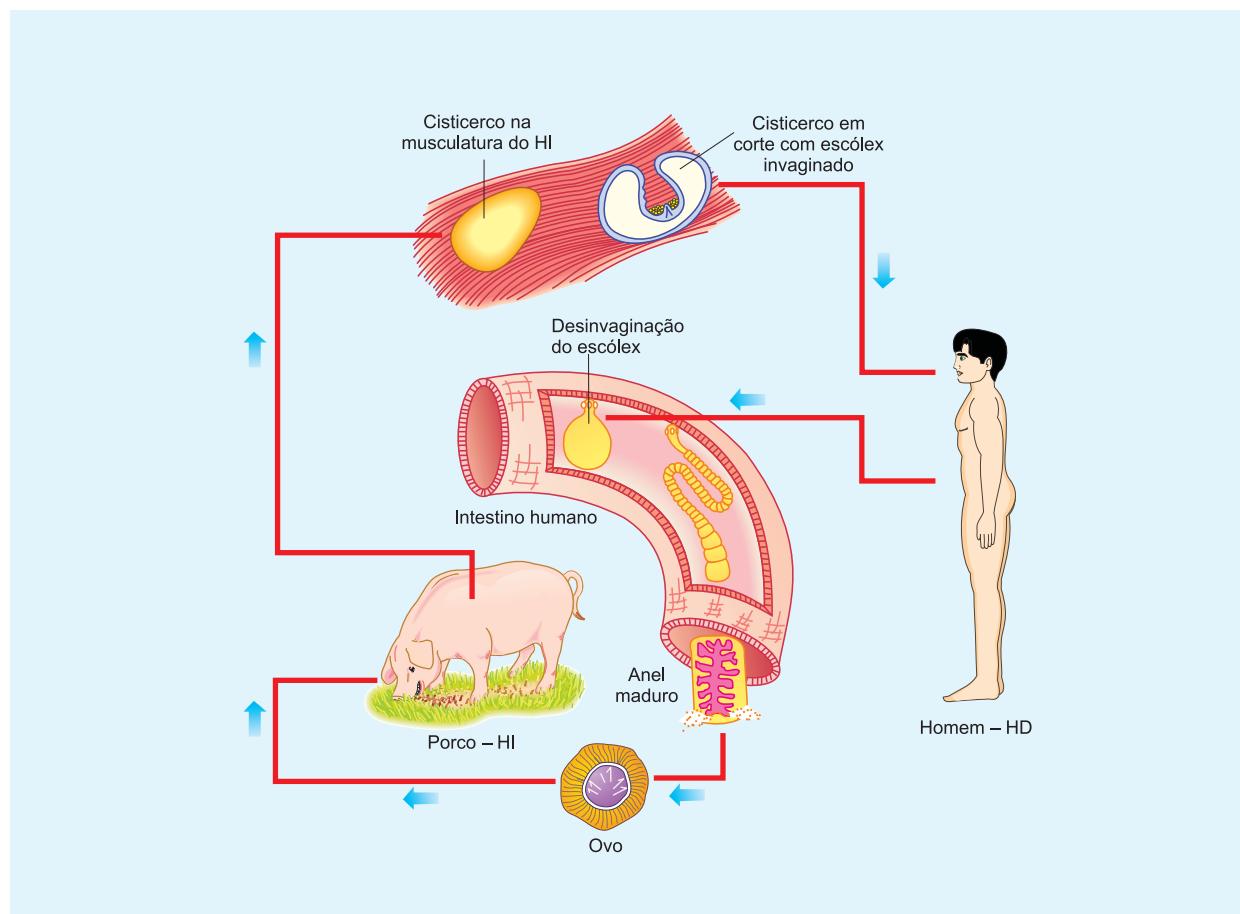
Tem ciclo vital semelhante ao da *Taenia solium*. Porém seu hospedeiro intermediário é o boi, e em sua cabeça não há ganchos quitinosos.

Possui aproximadamente 2 mil proglotes. Os últimos anéis são eliminados isoladamente, forçando o esfínter anal, fora das evacuações.

Produz a larva *Cysticercus bovis*, que não causa cisticercose no homem.



Taenia saginata.



Taenia solium – ciclo biológico.

1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

Os asquelmintos são animais de corpo cilíndrico, não segmentado, que possuem simetria bilateral; distinguem-se dos platelmintos, principalmente por apresentar pseudoceloma e tubo digestório completo.

2. CLASSIFICAÇÃO

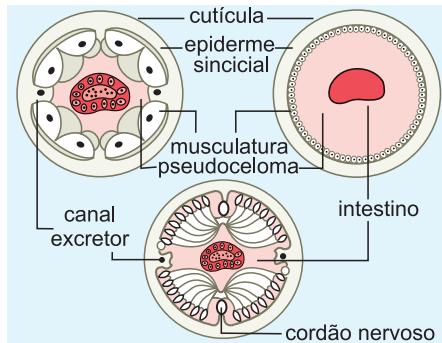
A principal classe é a nematoda.

3. TEGUMENTO

O corpo é revestido por uma cutícula elástica e flexível, acelular, secretada pela epiderme, que é de natureza sincicial, sendo desenvolvida nas espécies jovens, e atrofiada nas espécies adultas.

4. SISTEMA MUSCULAR

Apresentam apenas a musculatura longitudinal abaixo da epiderme.



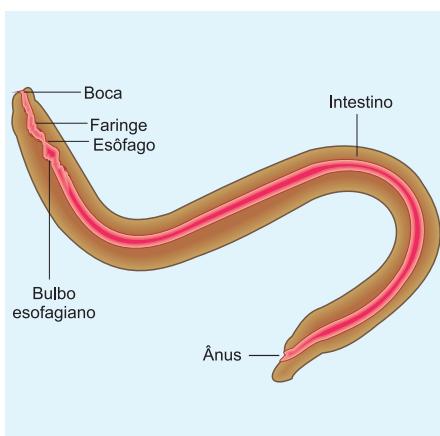
Cortes histológicos dos asquelmintos.

5. CAVIDADE DO CORPO

Entre a camada muscular e a parede intestinal há uma cavidade, o pseudoceloma. Esta cavidade não representa um celoma verdadeiro, porque não é revestida totalmente pelo mesoderma.

6. SISTEMA DIGESTÓRIO

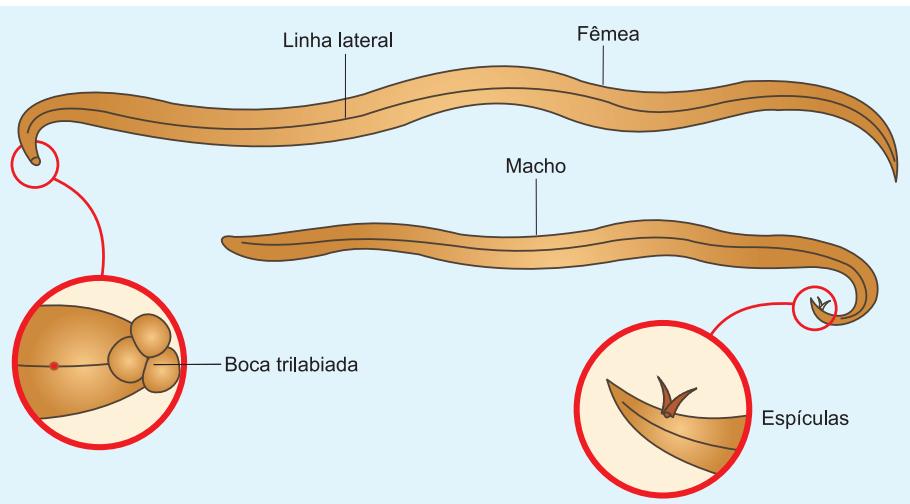
É do tipo completo e contém boca, faringe, esôfago (faz a sucção), intestino, ânus terminal ou subterminal. Nos machos há uma cloaca. A digestão é extracelular; o alimento é digerido por ação enzimática, na cavidade intestinal, e é absorvido por células das paredes do intestino.



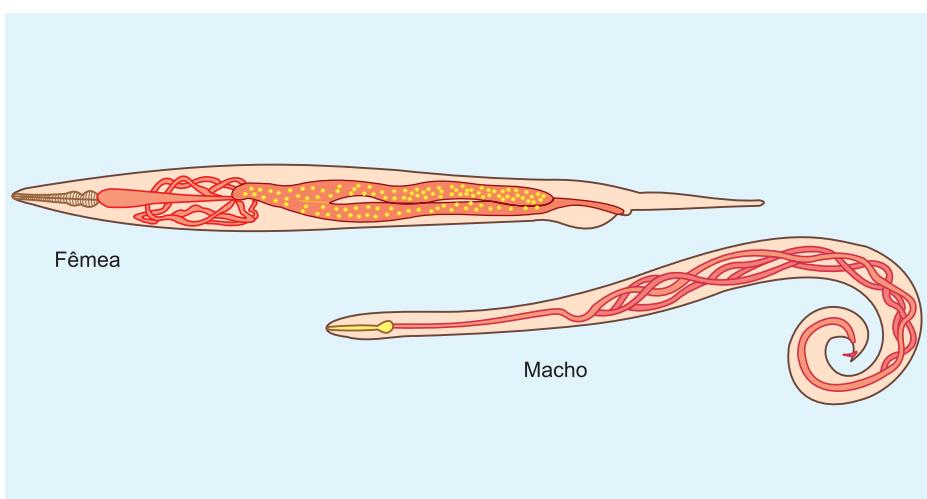
Nematoide – sistema digestório.

7. SISTEMA CIRCULATÓRIO

Não existe. Os alimentos absorvidos pelas células da parede intestinal caem no líquido que preenche o pseudoceloma, sendo assim distribuídos para as demais células.



Ascaris lumbricoides.



Enterobius vermicularis.

8. SISTEMA RESPIRATÓRIO

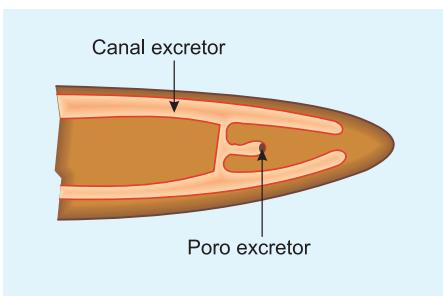
Não existe. Nas formas de vida livre, o oxigênio difunde-se através do tegumento. Nas formas parasitas, a respiração é anaeróbia e realizada a partir do glicogênio existente nas células.

9. SISTEMA EXCRETOR

Os asquelmintos possuem dois tipos de sistema excretor: o simples e o duplo.

O sistema simples aparece em nematoides de vida livre e é constituído de uma grande célula ventral anterior.

No sistema duplo, também conhecido por tipo em "H", existem dois tubos que correm ao longo das linhas laterais, e que recolhem por osmose os catabólitos, lançando-os por um poro que se abre na linha mediana ventral.



Nematoide – sistema excretor.

10. SISTEMA NERVOSO

É constituído de um anel em volta do esôfago e por vários cordões longitudinais que dele partem.

11. REPRODUÇÃO

A maioria dos nematoideos possui sexos separados, e o sistema reprodutor apresenta estrutura simples.

Os machos são sempre menores e de vida curta; distinguem-se das fêmeas pela extremidade posterior, que se enrola em espiral ou se expande em bolsa copuladora, com duas espículas quitinosas que servem para agarrar-se à abertura genital das fêmeas.

12. HABITAT

Existem nematoideos de vida livre na água e no solo. Numerosas espécies vivem como parasitas de animais e vegetais. Muitos parasitas vivem banhados pelos sucos digestórios do hospedeiro e resistem à ação digestória, provavelmente por causa da **cúticula**, ou ainda pela produção de antienzimas, substâncias que inibem a ação das enzimas digestórias do hospedeiro.

Galhas são intumescências de ramos vegetais infestados por asquelmintos.

13. ESTUDO DOS PRINCIPAIS NEMATOIDEOS PARASITAS

❑ Monogenéticos ou monóxenos

Têm evolução em um só hospedeiro, o definitivo.

Ascaris lumbricoides

Também denominada lombriga, é um verme cilíndrico e afilado nas duas extremidades. Possui boca trilabial, e o macho mede de 15 a 35cm, enquanto a fêmea mede de 35 a 40cm. Vive no intestino delgado dos vertebrados, causando a **ascariase**.

Os vermes adultos vivem na luz do intestino delgado. As fêmeas possuem grande fertilidade, chegando a pôr 200 mil ovos por dia, que podem ser eliminados com as fezes. Em condições ótimas, a evolução dura de 10 a 12 dias, formando-se uma pequena larva do tipo rabditoide, que em uma semana sofre uma muda, transformando-se numa larva infestante **rabditoide**. A infestação ocorre quando o hospedeiro ingere ovos embrionados, que sofrem uma digestão no duodeno, libertando as larvas, que passam pelo fígado, coração, pulmões, traqueia, esôfago, estômago e intestinos, reiniciando um novo ciclo. A nova postura ocorrerá após dois meses e meio.

O verme provoca perturbações na fase de larva migratória e na fase adulta, localizada no intestino. Quando em grande número, os vermes chegam a provocar oclusão intestinal.

Enterobius vermicularis **(*Oxyuris vermicularis*)**

É um verme pequeno (3 a 12mm) com boca trilabiada e causador da **oxiuríase** ou **enterobiose**.

Parasitam o ceco e o apêndice cecal. As fêmeas grávidas não depositam os ovos e estes vão-se acumular

lendo no útero até o seu rompimento na luz intestinal, quando os ovos embrionados são libertados.

A transmissão é feita por via oral, através da ingestão dos ovos embrionados por auto ou heteroinfestação, podendo também ocorrer retroinfestação, determinada pela eclosão de larvas na mucosa anal e posterior migração para as partes superiores do intestino.

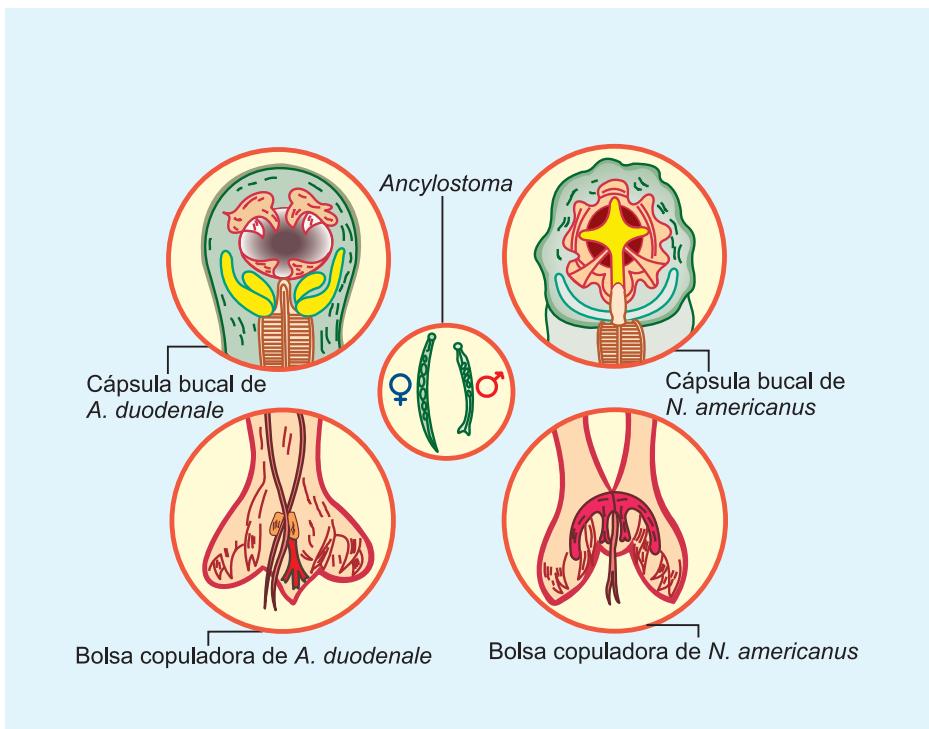
O verme adulto no intestino produz inflamações, náuseas, catarro intestinal, vômitos e dores intestinais. O sintoma mais típico da enterobiose é o intenso prurido anal, ativado à noite pelo calor do leito, quando o hospedeiro se deita.

Ancylostoma duodenale **e *Necator americanus***

Vermes de corpo cilíndrico, afilado nas duas extremidades da fêmea e apenas na extremidade anterior do macho.

Medem cerca de 15mm e possuem uma cápsula bucal, dotada de dentes e placas cortantes.

Com pequenas diferenças, as duas espécies realizam o mesmo ciclo. Os ovos, eliminados pelas fezes do hospedeiro, evoluem em 24 horas até chegar à larva rabditoide.



Ancylostoma duodenale e *Necator americanus*.

Esta larva, após 48 horas, transforma-se em filarioide, que em uma semana torna-se infestante. A infestação pode ser ativa ou passiva. A primeira é cutânea: ativamente as larvas atravessam a pele, principalmente a dos pés, caem na circulação e atingem o coração e os pulmões, onde sofrem a terceira muda. A seguir, migram através dos brônquios, traqueia, esôfago e intestino delgado, onde sofrem a quarta muda, transformando-se em adulto. Na penetração passiva, as larvas podem chegar por meio de água contaminada ao estômago, onde sofrem a terceira muda; daí passam ao intestino, ocorrendo a quarta muda, que caracteriza o estágio adulto.

São causadores da **ancilostomose, amarelão, opilação ou mal da terra**, provocando no hospedeiro uma anemia intensa, variando a gravidade com o grau de infestação.

Ancylostoma caninum

Parasita normal do cão, raramente encontrado no homem.

Ancylostoma brasiliensis

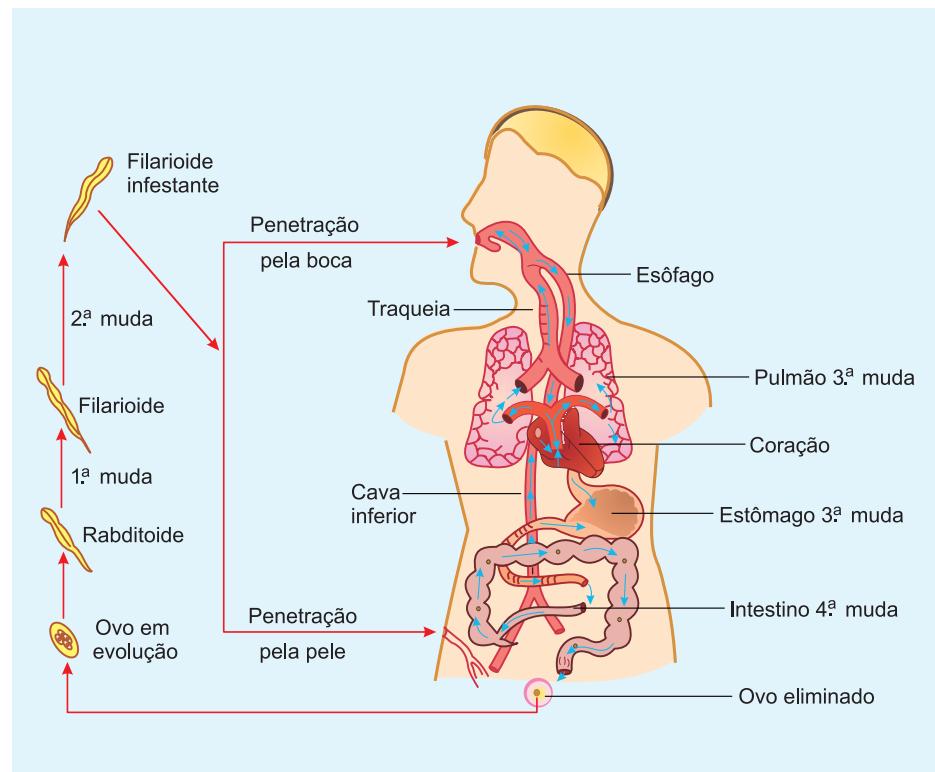
É um parasita do cão e do gato. Quando suas larvas (*Larva migrans*) penetram na pele do homem, causam a **dermatose serpiginosa** ou, como é popularmente conhecida, o **bicho geográfico**.

Digenéticos ou di-heteroxenos

São parasitas com dois hospedeiros, o intermediário e o definitivo.

Wuchereria bancrofti

É um verme de diâmetro muito pequeno e de aspecto filamentoso, sendo por esta razão denominado **filária**; os machos atingem 4cm e as fêmeas, 10cm de comprimento.



Ciclo biológico do *Necator americanus*.



Doente apresentando elefantíase, doença cujo agente etiológico é a *Wuchereria bancrofti*.

Esses vermes parasitam os gânglios linfáticos do homem, causando

a doença conhecida por **elefantíase**, caracterizada pela hipertrofia de alguns órgãos, como o escroto, membros inferiores, os seios e os lábios da vulva.

No sistema linfático do hospedeiro, as fêmeas colocam os ovos, que se transformam em **microfilárias**. Durante a noite, as larvas deslocam-se para o sangue periférico, sendo então ingeridas por mosquito do gênero *Culex*. Nos insetos, as larvas sofrem várias mudas, transformando-se nas formas infestantes, que vão até a trompa do mosquito.

Quando o inseto pica a vítima, transmite a larva, que atinge o sistema linfático, tornando-se adulta e recomeçando o ciclo.

No ciclo da *Wuchereria bancrofti*, o homem é o hospedeiro definitivo e o mosquito vetor é o hospedeiro intermediário.

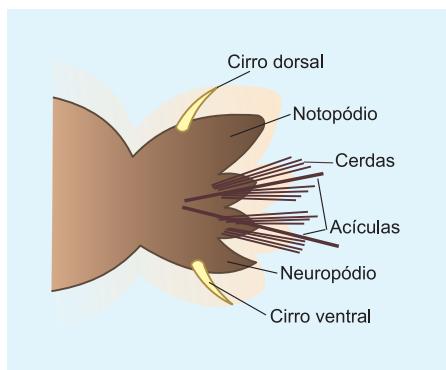
1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

Os anelídeos são animais vermiformes, cujo corpo é composto de segmentos ou **metâmeros**, semelhantes entre si, em forma de anel, exceção feita aos dois primeiros e ao último segmento, denominados, respectivamente, prostômio, peristômio e pigidio.

São triblásticos com simetria bilateral e a segmentação é tipicamente homônoma.

2. SISTEMA TEGUMENTÁRIO

A epiderme é um epitélio simples, com células sensoriais, glândulas mucosas e recoberto por uma cutícula permeável. Nos oligoquetos (minhocas), há fileiras de cerdas de quitina dispostas na região ventral. Nos poliquetas (*Eunice*), há um feixe de cerdas, apenas nos parapódios.



Organização do parapódio.

Parapódios são expansões dermومusculares laterais que servem como remos, permitindo a natação dos poliquetas.

3. SISTEMA MUSCULAR

Logo abaixo da epiderme, encontra-se a musculatura principal do corpo, composta de uma camada externa circular e uma interna longitudinal, constituindo o tubo musculodérmino, que forma a parede corpórea.

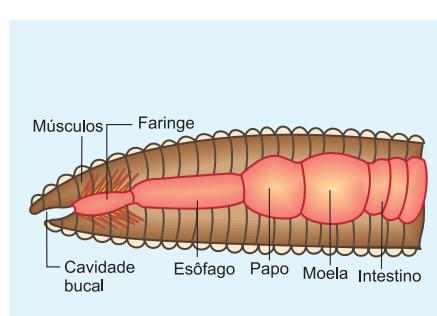
4. CAVIDADE DO CORPO

Os anelídeos são animais que apresentam uma cavidade geral secundária espaçosa, o **celoma**, dividido por septos transversais e longitudinais.

5. SISTEMA DIGESTÓRIO

É do tipo completo, tubuloso e retílico. Inicia-se pela boca no prostômio, que contém, às vezes, maxilas ou estiletes quitinosos; segue-se a faringe, às vezes protátil, que se comunica com o esôfago, podendo este formar um papo e uma moela fortemente muscular, que serve para macerar os alimentos; segue-se o intestino, às vezes com um par de sacos intestinais (tiflosolis), os quais servem para aumentar a superfície de absorção; o intestino terminal é em geral curto e abre-se para o exterior, através do ânus.

Na parede do tubo digestório, existem células de peritônio que aumentam consideravelmente seu volume, servindo para o acúmulo de substâncias de reserva e que recebem o nome de **cloragógenas**.

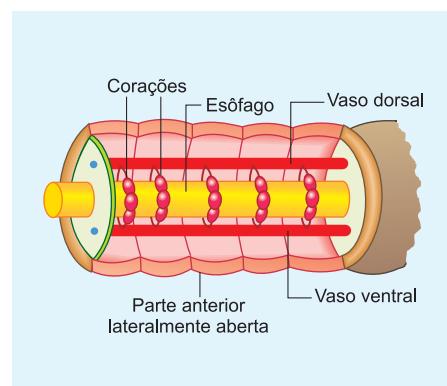


Sistema digestório.

6. SISTEMA CIRCULATÓRIO

É do tipo fechado, independente do celoma e consiste, principalmente, em dois vasos sanguíneos longitudinais, colocados dorsal e ventralmente em relação ao tubo digestório. O vaso dorsal é contrátil, impelindo o sangue de trás para diante. Já no vaso ventral, o sangue circula em sentido inverso.

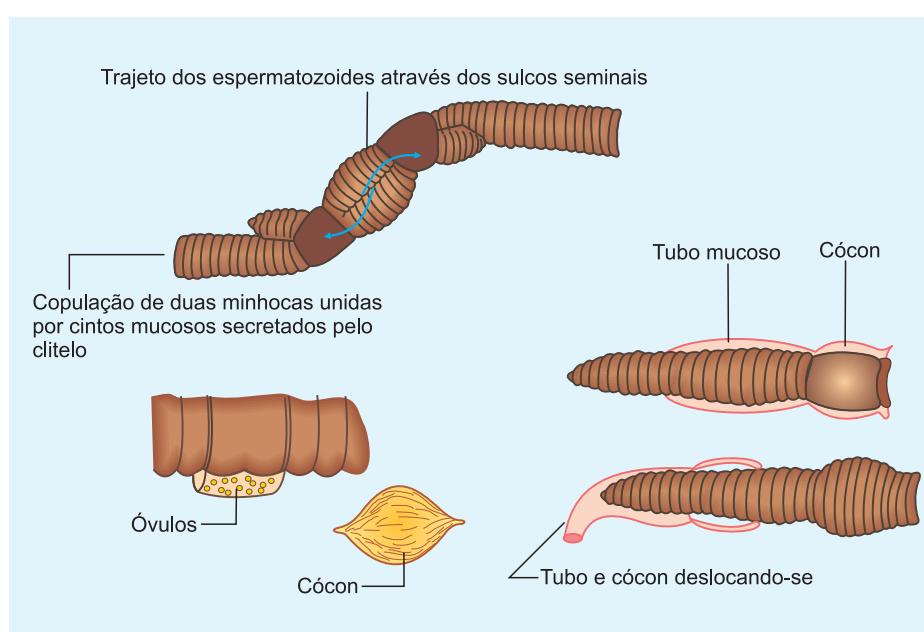
O sangue é constituído de um plasma que contém amebócitos livres e hemoglobina dissolvida. Há também um pigmento verde, a clorocruerina, ou vermelho, a hemoeritrina, em outros anelídeos.



Sistema circulatório.

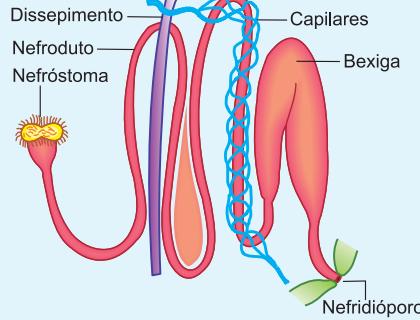
7. SISTEMA RESPIRATÓRIO

A respiração é cutânea. Nos oligoquetos há brânquias ramificadas na região dorsal dos **parapódios**, com rede capilar.



8. SISTEMA EXCRETOR

A excreção é feita por nefrídios, dispostos em um par por segmento. Cada nefrídio é formado por três partes: **nefróstoma**, um funil ciliado que recolhe os catabólitos na cavidade celomática; **nefroduto**, um canal sinuoso, internamente ciliado, que atravessa o anel e desemboca no **nefridió-poro**, um poro excretor situado no anel seguinte.

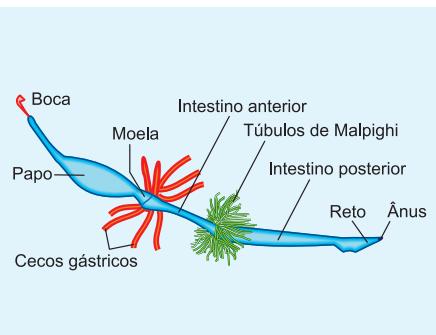


Estrutura do nefrídio.

9. SISTEMA NERVOSO

O sistema nervoso é ganglionar. Há dois gânglios cerebrais e um grande gânglio subfaríngeo, ligados por um anel nervoso ao redor da faringe, de onde sai um longo cordão nervoso ventral, com dois gânglios por anel.

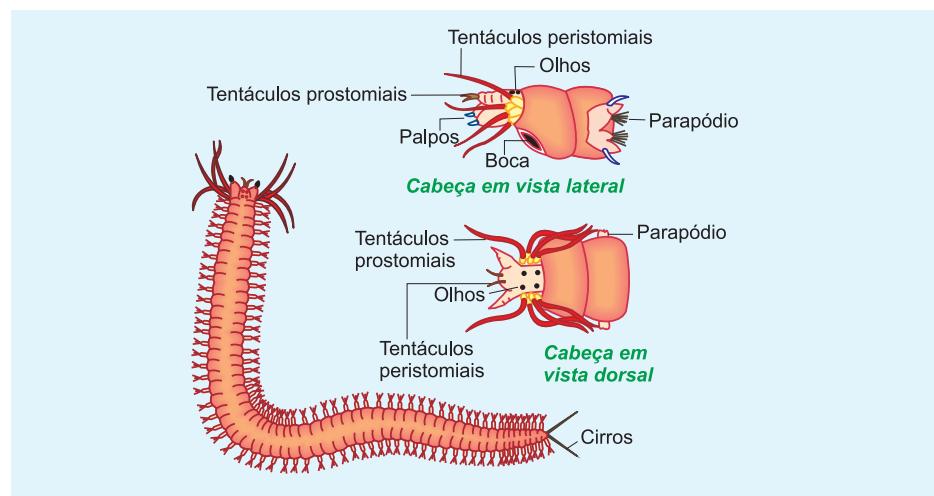
Nas minhocas há células tátteis, foto e quimiorreceptoras, dispersas no epitélio, especialmente nos primeiros segmentos.



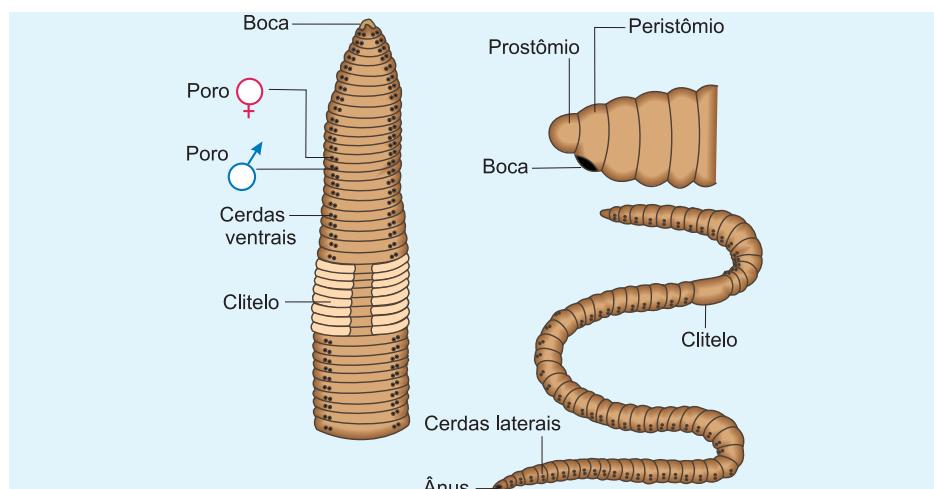
Sistema nervoso.

10. HABITAT

Em relação ao *habitat*, os anelídeos podem ser aquáticos, marinhos ou de água doce, e terrestres, vivendo em lugares úmidos, debaixo de folhas, ou escavando galerias no solo, onde passam a viver.



Nereis sp., verme marinho com aproximadamente 45cm e 220 metâmeros.



Lumbricus terrestris – morfologia externa.

A importância da minhoca em relação aos solos é bastante conhecida. Elas melhoraram a oxigenação e a reposição de minerais, a partir dos detritos orgânicos que comem. O verme *Eunice viridis* (palolo) serve de alimento aos nativos das ilhas Samoa e Fuji.

No passado, as sanguessugas (*Hirudo medicinalis*) foram largamente empregadas em processo de sangria, além do aproveitamento da **hirudina**, uma substância anticoagulante, de interesse médico, produzida em suas glândulas salivares.

11. REPRODUÇÃO

São monoicos ou dioicos, com ou sem **clitelo**; a reprodução sexuada ocorre com frequência por fecundação cruzada; o desenvolvimento pode ser direto ou indireto com larva trocófora (nos poliquetos). Há reprodução assexuada por brotamento e regeneração.

□ Fecundação cruzada da minhoca

Na fecundação cruzada da minhoca, os animais colocam-se em posição invertida, unindo-se pelas extremidades anteriores. Cerdas especiais penetram mutuamente nos dois parceiros, mantendo-os ligados enquanto o **clitelo** secreta um muco que envolve os dois parceiros. Em cada animal forma-se um par de sulcos seminais, indo do 15º anel até o clitelo, através do qual os espermatozoides de um animal passam para o receptáculo seminal do outro, caracterizando a fecundação cruzada seguida da separação dos animais.

Logo após, o clitelo secreta o cócon, ou casulo, onde são depositados os óvulos. O cócon desloca-se para a frente e, ao passar pelo receptáculo seminal, os óvulos são fertilizados pelos espermatozoides, que já estavam depositados. O cócon, que agora contém ovos, sai do animal medindo

cerca de 7mm; apenas um ovo se desenvolve.

Notamos que a fecundação do óvulo é feita no cócon ou casulo, portanto definimos como um caso de fecundação externa e desenvolvimento direto.

12. SISTEMÁTICA DOS ANELÍDEOS

O filo Annelida é constituído aproximadamente de 8.700 espécies, agrupadas em três classes: *Polychaeta*, *Oligochaeta* e *Hirudinea*.

Classe 1 – Poliquetas

Possuem o corpo com metamerizações externa e interna bem nítidas. Cada metâmero possui um par de expansões laterais, os **parapódios**, que têm funções na **respiração branquial** e na **locomoção**. Cabeça distinta do corpo, sexos separados, com fecundação externa e desenvolvimento indireto, através da larva trocófora. São quase exclusivamente marinhos.

Ordem 1 – Errantia

Vida livre e brânquias nos parapódios.

Ex.: *Eunice sp* e *Nereis sp.*

Ordem 2 – Sedentária

Fixos, em tubos calcários ou em escavações, na areia; possuem brânquias na cabeça.

Ex.: *Arenicola* e *Sabellaria*.

Classe 2 – Oligoquetos

São animais de corpo alongado, cilíndrico, com segmentações externa e interna bem nítidas, cabeça não distinta do corpo, raras cerdas implantadas diretamente na cutícula, não possuem parapódios, têm respiração cutânea, hermafroditas com clitelo e sem larvas.

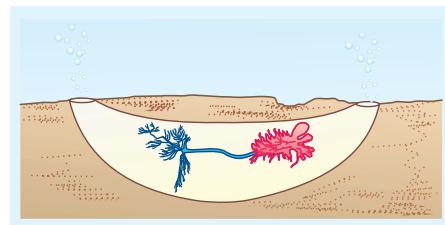
Ex.: *Lumbricus terrestris* (minhocas comum ou europeia); *Pheretima hawaiana* (minhoca-louca); *Glossocoelus giganteus* (minhocuçu).

Classe 3 – Hirudíneos

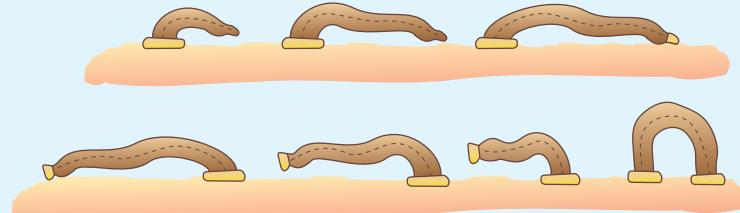
É formada de organismos com o

corpo de forma achatada e segmentado, porém a segmentação externa não corresponde à segmentação interna. Cabeça não distinta do corpo, ausência de cerdas, tentáculos e parapódios. Possuem duas ventosas e têm o celoma obliterado, são hermafroditas com clitelo.

Ex.: *Hirudo medicinalis*, sanguessuga europeia, ectoparasitas, hematófagos, ocasionais no homem e em animais domésticos. Vivem em água doce, principalmente em brejos.



Sabellaria sp.



Sanguessuga locomovendo-se.

MÓDULO 23

Artrópodos

1. ARTRÓPODES

Caracteres Gerais

Os artrópodes (*arthros* = articulação, e *podos* = pés) são organismos que se caracterizam por apresentarem **apêndices** e **patas articuladas**.

São metazoários, de simetria **bilateral**, com o corpo **segmentado**, **triblásticos**, **protostômios** e **celomados**; possuem um exoesqueleto quitinoso, que só permite o crescimento do animal por mudas (ecdises).

Suas 830.000 espécies apresentam um elevado grau de complexidade, são encontradas na maior diversidade de habitats e podem ingerir uma quantidade de alimento muito maior que os representantes de qualquer outro filo.

Classificação

Os artrópodes apresentam várias

classes, como: classe 1 – *Crustacea*; classe 2 – *Insecta*; classe 3 – *Arachnida*; classe 4 – *Chilopoda*; classe 5 – *Diplopoda*.

2. CLASSE CRUSTACEA

Caracteres Gerais

A classe *Crustacea* (do latim *crusta* = casca) é formada de organismos com o corpo revestido por uma cutícula quitinosa espessa e rígida, formando o exoesqueleto, que é impregnado de carbonato de cálcio.

Apesar de existir uma grande variedade de formas, pode-se dividir o corpo em cabeça, tórax e abdômen, ocorrendo, nas formas evoluídas, a fusão dos anéis torácicos com a cabeça, ficando o corpo dividido em **cefalotórax** e **abdômen**, como, por exemplo, observamos no camarão.

Morfologia Externa

A **cabeça** é formada pela fusão de cinco segmentos, cada um deles com um par de apêndices bifurcados. Há dois pares de antenas (tetráceros), um par de mandíbulas e dois pares de maxilas.

O **tórax** apresenta segmentos com números variáveis, podendo estar fundidos ou não. Seus apêndices são divididos em dois grupos: **maxilípedes** e **pereiópodes**. Os maxilípedes servem para a **apreensão** de alimentos e ainda funcionam como elementos **tácteis**, **quimiorreceptores** e **respiratórios**. Os **pereiópodes**, ou patas locomotoras, formam, nos primeiros segmentos, a pinça ou quela, usada para ataque ou defesa.

No **abdômen**, os segmentos não são fundidos e seus apêndices são

pleiópodes e urópodes. Os pleiópodes são natatórios e, nos machos, o primeiro par é transformado em órgão copulador. Os urópodes são chamados também natatórios, formados por lâminas alargadas que, nas fêmeas, protegem os ovos. O último segmento é o **telso**.

□ Sistema Digestório

É completo e a digestão é extracelular. É comum a existência de um **estômago mastigador** ou **molinete gástrico**. Nos crustáceos mais simples (microcrustáceos), há eficientes mecanismos de filtragem de água para a coleta de nutrientes e de organismos do fitoplâncton.

□ Sistema Respiratório

A respiração é branquial. As brânquias localizam-se sobre as patas torácicas. Nos microcrustáceos, as trocas gasosas são feitas através da superfície do corpo.

□ Sistema Circulatório

É do tipo aberto ou lacunar. Possuem coração dorsal, que recebe das brânquias o sangue arterial, depois distribuído para o corpo. O sangue geralmente contém um pigmento respiratório, a hemocianina. As lacunas são celomáticas (hemocelas).

□ Sistema Excretor

A excreção se faz por **glândulas verdes** ou antenárias, cujo poro excretor abre-se na base da antena. Tais glândulas recolhem os catabólitos do celoma e do sangue.

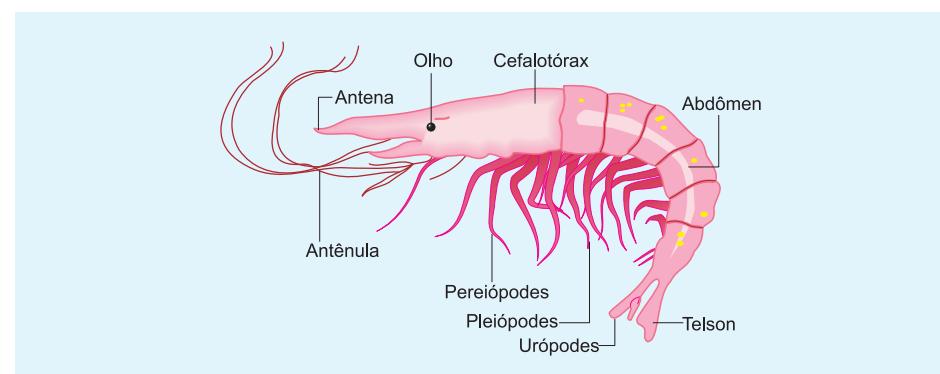
□ Sistema Nervoso

Apresenta gânglios cerebroides e uma cadeia nervosa ganglionar ventral.

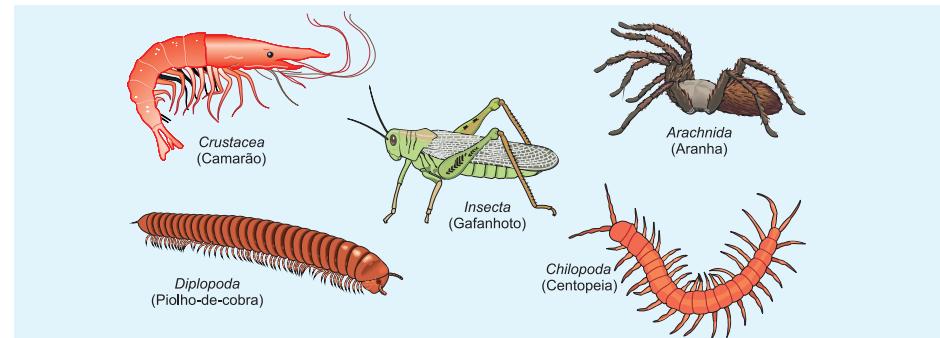
□ Sistema Sensorial

Os órgãos sensoriais são bem desenvolvidos. Os olhos podem ser simples ou compostos, sésseis ou pendiculados. Os compostos são formados por muitas unidades, os **omátideos**.

Há órgão de equilíbrio, os **estatocistos**, na base das antenas, e **órgãos tácteis e olfativos**, especialmente na região da cabeça.

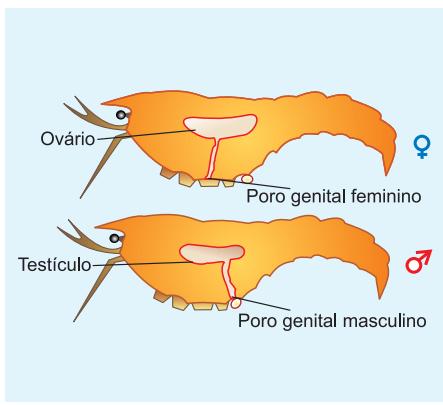


Camarão – morfologia externa.

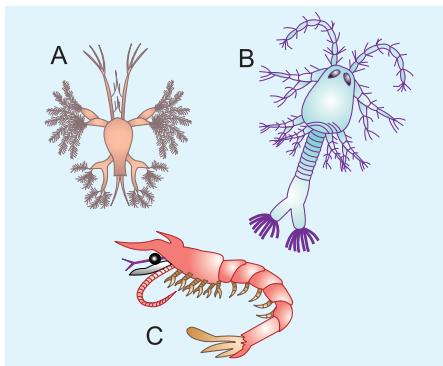


Os representantes do filo Arthropoda.

Classes	Crustáceos	Insetos	Aracnídeos	Quilópodos	Diplópodos
Exemplos	camarão	mosquito	aranha	lacaia	piolho-de-cobra
Número de antenas	tetráceros 4	díceros 2	áceros 0	díceros 2	díceros 2
Número de patas	decápodos 10 (1 par por segmento)	hexápodos 6	octópodos 8	muitas; (1 par por segmento)	muitas; (2 pares por segmento)
Divisão do corpo	cefalotórax e abdômen	cabeça, tórax e abdômen	cefalotórax e abdômen	cabeça e corpo longo	cabeça, tórax curto e corpo longo
Respiração	cutânea; branquial	traqueal	cutânea, traqueal, filotraqueal	traqueal	traqueal
Digestão	tubo digestório completo; molinete gástrico	tubo digestório completo;	tubo digestório completo; digestão extracorpórea	tubo digestório completo	tubo digestório completo
Circulação	aberta; hemocianina	aberta	aberta, hemocianina	aberta	aberta
Excreção	glândula verde	tubo de Malpighi	tubo de Malpighi; glândula coxal	tubo de Malpighi	tubo de Malpighi
Sistema Nervoso	ganglionar	ganglionar	ganglionar	ganglionar	ganglionar
Sexos	dioicos	dioicos	dioicos	dioicos	dioicos
Desenvolvimento	direto ou indireto	direto ou indireto	direto ou indireto	direto ou indireto	direto ou indireto
Habitat	maioria aquático	principalmente terrestre	principalmente terrestre	terrestre	terrestre
Observações	partenogênese; autotomia; heteromorfose	asas; partenogênese; poliembrionia	glândulas venenosas; quelíceras; fiandeiras; partenogênese	forcípulas venenosas 15 a 181 segmentos	não são venenosas; abdômen com 9 a 100 segmentos duplos



Aparelho reprodutor do lagostim. Note que o ovário se abre no terceiro par de pereípodos da fêmea, e o testículo no quinto par de pereípodos do macho.



Estágios larvais do camarão: A - Nauplius; B - Zoea; e C - Mysis, o último estágio larval.

■ Reprodução

A maioria é unisexuada, e as aberturas genitais encontram-se na parte ventral.

Há o dimorfismo sexual, e a fecundação é interna. Nos microcrustáceos é comum a partenogênese. Há muitas larvas e a mais simples é *Nauplius*, com apenas três pares de patas. Nos crustáceos superiores, além dessas, há também *Protozoea*, *Zoea* e *Mysis*.

Observamos grande capacidade de regeneração no camarão jovem, que se reduz nos adultos. A **heteromorfose** é a regeneração de uma parte diferente daquela que foi perdida. Assim, retirando-se apenas o olho do camarão e deixando o pedúnculo, ocorrerá a regeneração normal de um novo olho; porém, se olho e pedúnculo forem retirados, aparecerá em seu lugar uma antena.

A **autotomia** é um excelente meio de defesa, pois consiste na auto-amputação e posterior regeneração de um segmento torácico, que fica com o agressor enquanto o animal foge.

■ Habitat

São animais predominantemente aquáticos, marinhos e dulcauícolas. Podem viver na areia das faixas litorâneas (caranguejo), em terra úmida (tatuzinho-de-jardim), na lama do mangue (caranguejo maria-mulata) e fixos às rochas, pilares de pontes, cascos de navios etc. (craças).

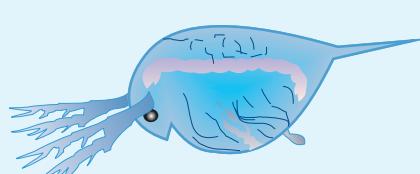
■ Sistemática

A classe dos crustáceos, com cerca de 25 mil espécies, apresenta dois grupos: **entomocrustáceos** (primitivos) e **malacrustáceos** (evoluídos).

Entomocrustáceos são crustáceos inferiores, geralmente microscópicos.

Subclasse 1 *Branquiopoda*

Microscópicos, quase todos de água doce, e adaptados à natação. Ex.: *Daphnia pulex*, a pulga-d'água.

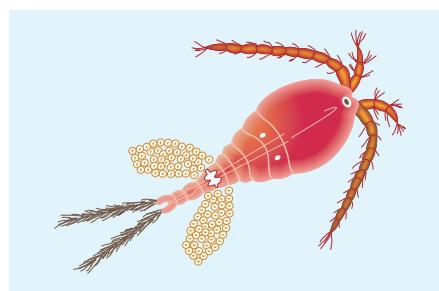


Daphnia pulex.

Subclasse 2 *Copepoda*

Também microscópicos, com muitos representantes parasitas de peixes.

Ex.: *Cyclops sp*, vetor do botriocéfalo e filária de Medina.

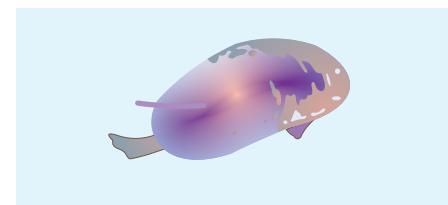


Cyclops sp.

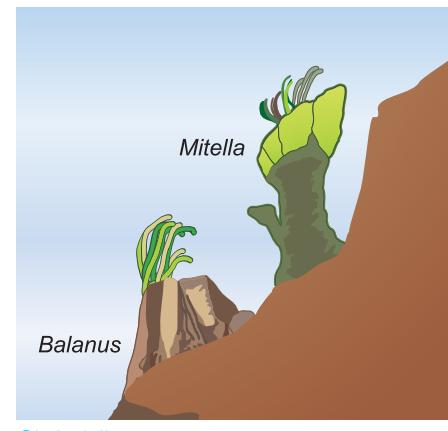
Subclasse 3 *Ostracoides*

Organismo com o corpo protegido por uma "concha" bivalve, que encerra também a cabeça. Vivem em água doce e no mar.

Ex.: *Eucypris sp.*



Eucypris sp.



Cirripédios.

Subclasse 4 *Cirripedia*

São animais fixos e protegidos por uma carapaça calcária, que vivem em ambiente marinho, cobrindo rochas, madeira de cais, cascos de navios, carapaças de siris, lagostas, moluscos e até a pele de cetáceos.

Ex.: *Mitella* e *Balanus*, as cracas.

Subclasse 5 *Malacostraca*

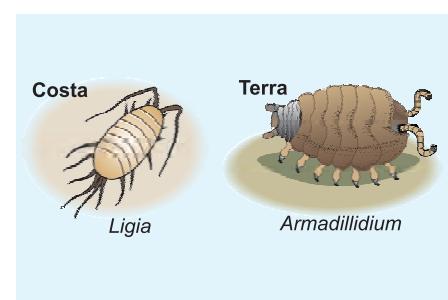
São crustáceos evoluídos, todos macroscópicos.

Dividem-se em três ordens: *Isopoda*, *Amphipoda* e *Decapoda*.

Ordem 1 *Isopoda*

Têm o corpo comprimido dorsoventralmente.

Ex.: *Armadillidium sp* (tatuzinho-de-jardim) e *Ligia sp* (baratinha-de-praia).



Isópodos.

Ordem 2 Amphipoda

Têm o corpo comprimido lateralmente, vivem na água salgada e raramente na água doce.

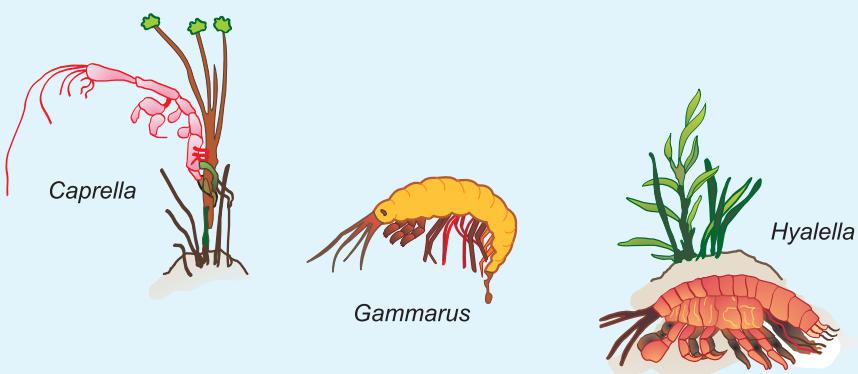
Ex.: *Gammarus*; *Caprella* e *Hyalella*.

Ordem 3 Decapoda

É constituída de organismos lateralmente comprimidos ou achatados; o abdômen em geral é maior que o céfalon-tórax. Alguns vivem em água doce; poucos são terrestres; e a maioria é de ambiente marinho.

Ex.: *Crangon*; *Penaeus* – camarão; *Panulirus* – lagosta; *Pagurus* – eremita (vive em concha de caramujos); *Cancer* – caranguejo comestível; *Callinectes* – siri comestível.

(Amphipoda).



3. DIFERENCIACÃO ENTRE SIRI E CARANGUEJO



Callinectes danae

Siri
Cefalotórax **elíptico** com a margem anterior denteada.
Tem o último par de patas transformado em remos.



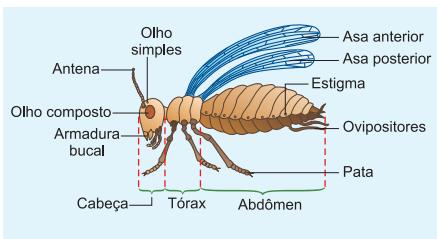
Cardisoma guanhumi

Caranguejo
Cefalotórax **quadrado**, trapezoidal ou arredondado.
O último par de patas **não** é transformado em remos.

4. CLASSE DOS INSETOS

□ Caracteres Gerais

A classe *Insecta* (do latim *in* = dentro, *secare* = dividir) tem como características: um par de antenas (díceros); três pares de patas (hexápodos); corpo nitidamente dividido em cabeça, tórax e abdômen.



Inseto.

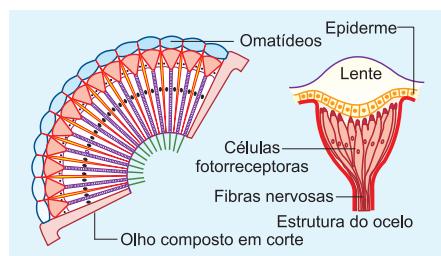
□ Morfologia Externa

A cabeça é o centro sensorial do animal. Nela estão localizados seus principais órgãos dos sentidos: as antenas e os olhos. As antenas são

órgãos quimiorreceptores, que apresentam também **as funções olfativas e tácteis**.

Os olhos podem ser de dois tipos: simples (ocelos) e compostos (facetados).

Os olhos simples são no máximo três, enquanto os olhos compostos são dois, porém formados por 15 mil a 25 mil unidades visuais, **os omatídeos**.

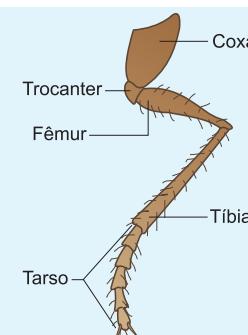


Ojos dos insetos.

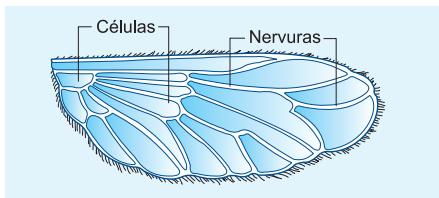
O **tórax** é o centro locomotor dos insetos. É formado por três segmentos:

protórax, mesotórax, metatórax, com um par de patas por segmento. Cada pata é constituída pelos seguintes artículos: coxa, trocânter, fêmur, tibia e tarso.

As asas são estruturas vivas ligadas ao tórax (meso e metatórax), mas não são membros verdadeiros, e sim uma expansão lateral do tegumento. Em suas nervuras passam vasos, traqueias e lacunas sanguíneas.



Pata de inseto.



Asa membranosa.

Os tipos de asas são:

a) **Membranosas**:

Finas e transparentes (moscas).

b) **Pergamináceas**:

Finas, opacas, flexíveis e coloridas (barata).

c) **Élitros**:

Espessas e opacas (besouro).

d) **Hemélitros**:

São élitros na base e membranosas na ponta (percevejo).

O abdômen é o centro de nutrição dos insetos, desprovido de apêndices e com uma segmentação nítida. Os últimos segmentos nas fêmeas formam o **ovopositor**. Existem aberturas laterais das traqueias, denominadas **opérculos**. Nas abelhas e vespas existem os ferrões.

■ Sistema Digestório

É do tipo completo.

Possui boca, faringe, esôfago, papo, moela, estômago, intestino, ânus e, como órgãos anexos, as glândulas salivares.

O **aparelho bucal** é adaptado ao tipo de alimentação do animal:

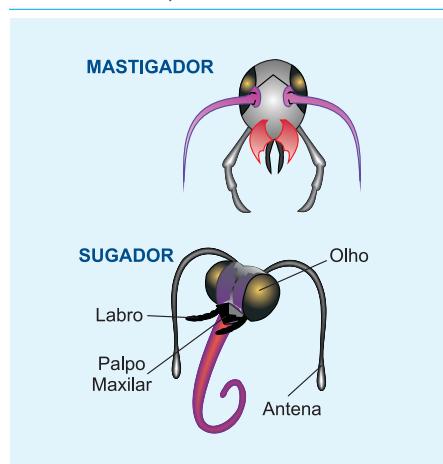
a) **mastigador** ou **triturador** (gafanhoto);

b) **lambedor** (abelha);

c) **sugador** (borboleta);

d) **picador-sugador** (pulga);

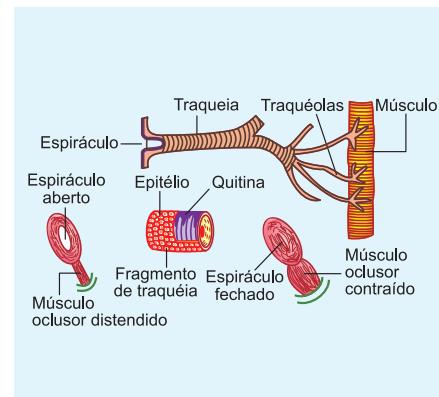
e) **picador-não sugador** (mosca doméstica).



Esquemas de tipos de aparelhos bucais.

■ Respiração

É do tipo traqueal. Entre os insetos aquáticos, há os que respiram o oxigênio da atmosfera, subindo de tempos em tempos; outros apresentam um sistema traqueal fechado, utilizando o O₂ dissolvido na água.

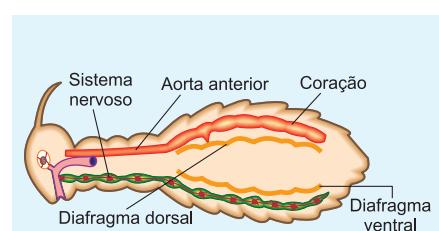


Sistema traqueal.

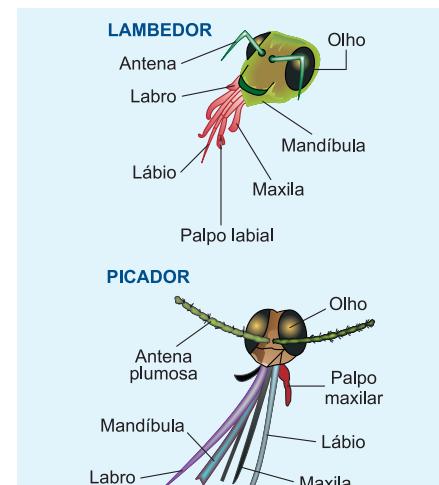
■ Sistema Circulatório

A circulação é aberta ou lacunar. O coração é um órgão tubuloso, dorsal ao abdômen, e apresenta pequenas câmaras contrácteis, as **ventrículas**.

O sangue é incolor e não transporta gases respiratórios; serve para a distribuição de alimentos.

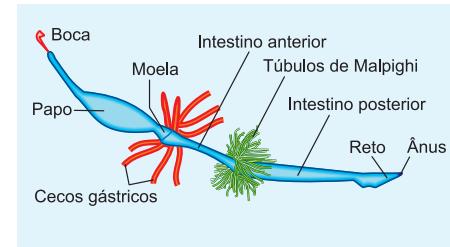


Circulação do inseto.



■ Sistema Excretor

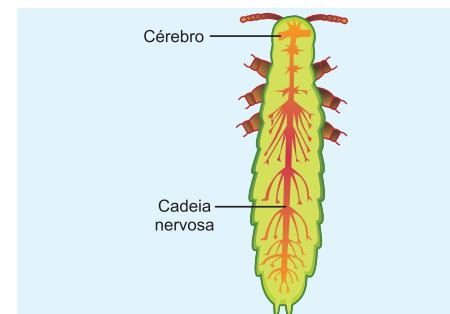
A excreção é feita por tubos de Malpighi, que eliminam especialmente ácido úrico.



Tubo digestório da barata. Observe que os túbulos de Malpighi recolhem o material de excreção do celoma e o lançam no tubo digestório.

■ Sistema Nervoso

O cérebro é anterior e está ligado aos gânglios subesofágianos por um anel nervoso; há ainda a cadeia nervosa ventral.



Sistema nervoso.

■ Sistema Sensorial

A visão dos insetos (olhos simples e compostos) distingue cores até ultravioleta; a **sensibilidade auditiva** se dá através dos pelos e órgãos cor-dotonais das patas; a **sensibilidade olfativa** situa-se nas antenas; e a **sensibilidade táctil**, em cerdas de apêndices.

■ Reprodução

São animais dioicos, com dimorfismo sexual; (as fêmeas são sempre maiores). A fecundação é interna e o desenvolvimento pode ser direto ou indireto, com metamorfose. Há casos de partenogênese (afídeos); de neotenia (térmitas) e poliembrionia (himenópteros).

■ Sistemática

A classe dos insetos apresenta cerca de 750 mil espécies, sendo animais de grande sucesso evolutivo.

Subclasse 1 – Apterigota

Insetos sem asas e sem metamorfose (ametábolos).

Ordem 1 – Thysanura

Ex.: traça-dos-livros.

Subclasse 2 – Pterigota

Insetos com asas e metamorfose. São divididos em dois grupos:

1.º Grupo – Hemimetábolos

Com metamorfose parcial: ovo – ninfa – imago (adulto).

Ordem 2 – Orthoptera

Ex.: gafanhoto, barata, bicho-pau, grilo, louva-a-deus.

Ordem 3 – Ephemeroptera

Ex.: siriruia.

Ordem 4 – Dermaptera

Ex.: lacrainha.

Ordem 5 – Odonata

Ex.: libélula.

Ordem 6 – Isoptera

Ex.: cupim, térmita.

Ordem 7 – Anoplura

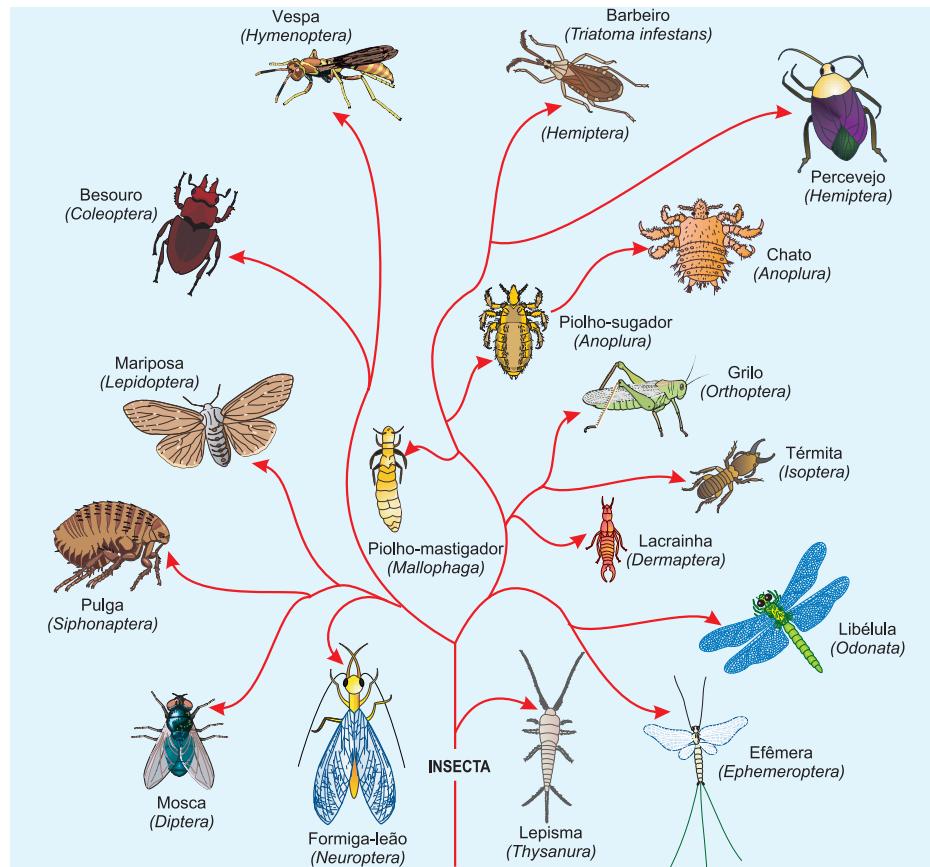
Ex.: piolho (*Pediculus humanus*), “chato” (*Phthirus pubis*).

Ordem 8 – Hemiptera

Ex.: barbeiro, percevejo-do-mato, baratinha-d’água.

Ordem 9 – Homoptera

Ex.: cigarra, afídeos, jequitirana-bóia.



Esquema de alguns representantes das ordens mais importantes da classe dos insetos.

2.º Grupo – Holometábolos

Insetos com metamorfose completa: ovo – larva – pupa – imago (adulto). Nas borboletas e mariposas, as fases são determinadas: ovo – lagarta – cri-sálida – adulto.

Ordem 10 – Lepidoptera

Ex.: borboleta, mariposa, bicho-da-seda, traça-de-roupa.

Ordem 11 – Diptera

Apresenta duas subordens: **Nematocera** e **Brachicera**.

Subordem 1 – Nematocera

Conhecidos como mosquitos; possuem antenas longas.

Ex.: *Culex sp* – principal vetor das filárias de *W. bancrofti*, causadoras da elefantíase.

Aedes aegypti – vetor da febre amarela (virose) e da dengue.

Anopheles sp – vetor da malária.

Phlebotomus intermedius – vetor da úlcera de Bauru.

Simulium – mosquito borrachudo.

Subordem 2 – Brachicera

Conhecidos como moscas; possuem antenas curtas. Ex.: mosca doméstica – grande transmissora mecânica de germes.

Glossina palpalis – vetor da doença do sono.

Drosophila melanogaster – mosca-da-fruta.

Dematobia hominis – a mosca-do-berne (é a larva do inseto).

Ordem 12 – Siphonaptera

Ex.: pulga (*Pulex irritans*); bicho-de-pé (*Tunga penetrans*); pulga do rato (*Xenopsylla cheops*), vetora da peste bubônica.

Ordem 13 – Coleoptera

Ex.: besouro, joaninha.

Ordem 14 – Hymenoptera

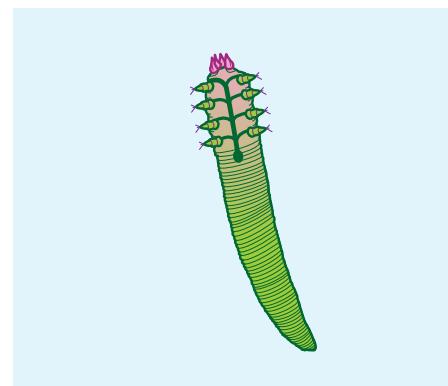
Ex.: abelha, vespa e formiga.

5. CLASSE ARACHNIDA

Caracteres Gerais

A classe Arachnida é formada de organismos cujo corpo divide-se em céfalonotáx e abdômen; não possuem antenas (áceros) e têm quatro pares de patas (octópodes).

É o terceiro grande grupo dos artrópodes. São na maioria terrestres, vivem sob troncos, pedras, buracos no solo, em vários habitat, desde o nível do mar até altas montanhas.

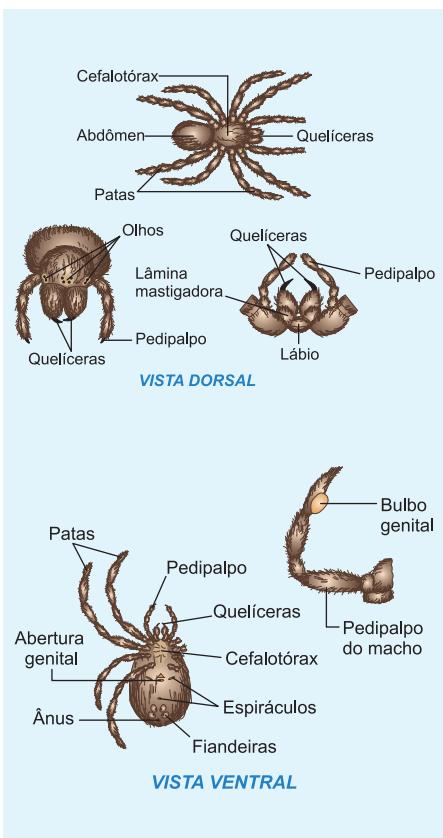


Demodex folliculorum.

Morfologia Externa

O céfalonotáx possui seis pares de apêndices: o primeiro par apresenta as quelíceras, que servem para capturar a presa e, na maioria dos representantes da classe, terminam por uma pinça; o segundo par de apêndices apresenta os pedipalpos, que servem para a apreensão; e há também quatro pares de patas. O abdômen nunca apresenta apêndices.

Nas aranhas, o abdômen tem ventralmente as aberturas das filotraqueias e o poro genital. Posteriormente, ficam o ânus e as fiamdeiras, que tecem os fios da teia.



Aranha – morfologia.

Nos escorpiões, existe um pós-abdômen, cujo último artigo é inoculador de veneno.

Nos ácaros, não há uma nítida separação entre céfalotórax e abdômen.

□ Sistema Digestório

É do tipo completo e a digestão é extracelular e extraintestinal, nas aranhas, sendo seus sucos digestórios injetados no corpo das presas (onde é feita a digestão do animal).



Aranha capturando suas presas que ficaram unidas à teia. Essas presas fornecerão energia e os nutrientes necessários à continuidade da vida desse aracnídeo.

A aranha não devora uma presa, pois apenas pode absorver líquidos. Injeta-lhe saliva e depois aspira o líquido resultante da digestão dos órgãos da presa.

□ Sistema Respiratório

A respiração é feita por filotraqueias (pulmotraqueias), onde ocorre a hematose (troca de gases respiratórios). Em alguns ácaros, a respiração é cutânea ou traqueal.

□ Sistema Circulatório

A circulação é lacunar e o coração é dorsal no abdômen. O “sangue” é formado por um plasma, contendo amebócitos e hemocianina como pigmento respiratório. É comum chamar de hemolinfa o líquido circulatório dos artrópodes.

□ Sistema Excretor

A excreção é feita por um par de tubos de Malpighi, que se ramificam e ainda ficam situados no assoalho do céfalotórax (excretam por ductos que se abrem entre as pernas).

□ Sistema Nervoso

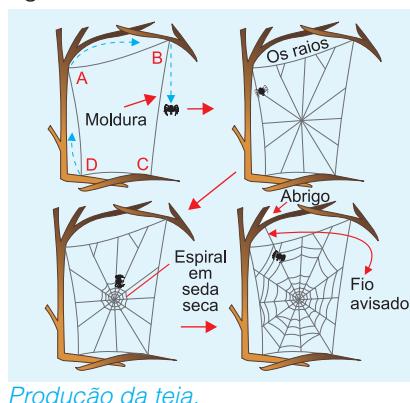
Apresentam um cérebro, que está ligado por um anel nervoso a uma cadeia ganglionar ventral, semelhante aos insetos.

□ Sistema Sensorial

Como órgãos visuais há os olhos, com função tático; os pedipalpos e as células quimiorreceptoras ficam nos apêndices.

□ Glândulas Venenosas

Nas aranhas estão localizadas nas quelíceras; nos escorpiões localizam-se no telso, que tem a forma de um aguilhão inoculador.



Vítimas de acidentes com aranhas e escorpiões devem ser imediatamente socorridas. O veneno de certas espécies pode resultar em consequências graves, até a morte, quando as vítimas, principalmente crianças, não são devidamente socorridas. Para isso existem soros antescorpiônicos e antiaracnídeos.

□ Glândulas Sericígenas

Localizam-se no abdômen da aranha e terminam nas fiandeiras, onde produzem o fio utilizado para tecer a teia.

□ Reprodução

São animais de sexos separados, com dimorfismo sexual e fecundação interna. Nas aranhas, o macho utiliza o pedipalpo como órgão copulador. São ovíparos e vivíparos (escorpiões). Possuem desenvolvimento direto, ocorrendo partenogênese entre alguns ácaros.

□ Sistemática

Os aracnídeos têm, aproximadamente, 30 mil espécies. As principais ordens são:

Ordem 1 - Araneídeos

Engloba todas as espécies de aranhas, venenosas ou não. Os órgãos inoculadores de veneno são as quelíceras.

Ex.: *Dugesiella* (tarântula); *Latrodectus* (viúva-negra); *Lycosa*; *Salticus* (aranha papa-moscas); *Tenus* (arma-deira).

Ordem 2 - Escorcionídeos

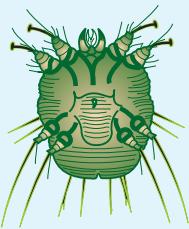
São os escorpiões; todos são venenosos.

Ex.: *Tytyus bahiensis* – escorpião preto ou vermelho encontrado no campo.

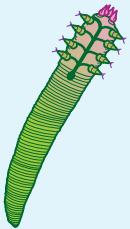
Ordem 3 - Acarídeos

São os carrapatos parasitas da pele de mamíferos.

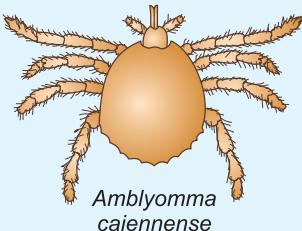
Ex.: *Sarcoptes scabiei* – causador da sarna; *Demodex folliculorum* – é o “cravo” do rosto; *Amblyomma cappelnense* – é o carrapato.



Sarcoptes scabiei

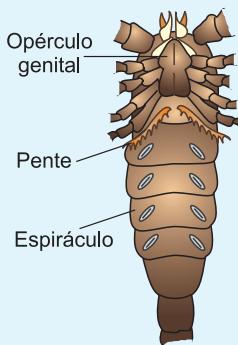
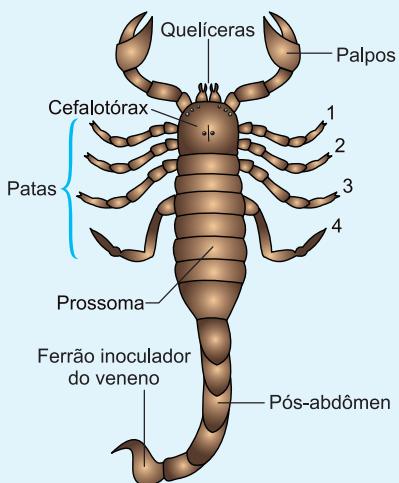


Demodex folliculorum



Amblyomma cajennense

Alguns ácaros.



VISTA VENTRAL

Escorpião – morfologia externa.

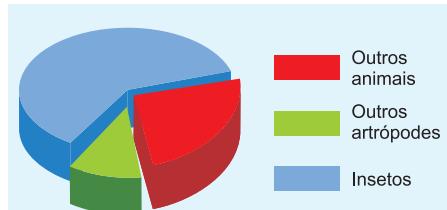
6. MIRIÁPODOS

Constituem um grupo de artrópodos com o corpo alongado e com inúmeros pares de patas. Possuem um par de antenas, respiram por traqueia e excretam por túbulos de Malpighi. Compreendem duas classes: *Chilopoda* e *Diplopoda*.

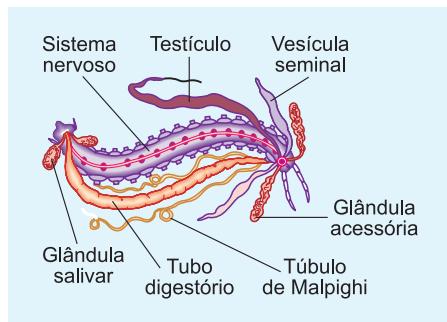
Classe Chilopoda

Ex.: centopeias ou lacraias.

São venenosas, carnívoras, de movimentos rápidos, não se enrolam, possuem secção corporal achatada, suas antenas são longas, e têm um par de patas por segmento.



Morfologia externa da lacraia.



Anatomia interna da lacraia.

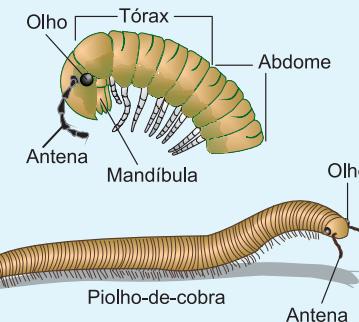
O primeiro par de patas é transformado em forcipulas (estruturas inoculadoras do veneno). Têm poro genital na região posterior do corpo. São ovíparas, com ou sem larvas.

As centopeias são animais predadores de insetos. Sua picada no homem é perigosa. São de hábitos noturnos.

Classe Diplopoda

Ex.: embuá, “piolho-de-cobra” e gongolos.

Não são venenosos, possuem hábitos herbívoros, têm movimentos lentos, enrolam-se em espiral e possuem secção corporal cilíndrica. Suas antenas são curtas, e em cada segmento há dois pares de patas curtas. Não possuem forcipulas. Têm poro genital na região anterior. São ovíparos com desenvolvimento direto.



O piolho-de-cobra.



Artrópodo da classe dos diplópodes, denominado piolho-de-cobra. Apresenta o corpo cilíndrico, formado por um grande número de segmentos. Muitos possuem uma coloração brilhante. Na cabeça há numerosos olhos simples e um par de antenas curtas (díceros). Há quatro patas articuladas, por segmento do corpo.

1. MORFOLOGIA EXTERNA

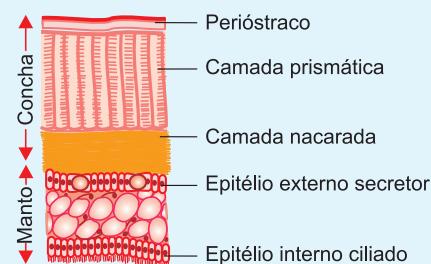
Os moluscos são animais de corpo mole, viscoso, não segmentado, sem apêndices articulados, trilásticos, com uma cavidade geral (celoma), simetria bilateral, dividido em três partes: cabeça, pé e massa visceral. Geralmente apresentam uma concha calcária.

2. TEGUMENTO

Esses animais possuem epitélio simples, às vezes ciliado e muito rico em células glandulares, cuja secreção torna o tegumento úmido e mole. A parte do tegumento que recobre a massa visceral forma uma dobra, chamada **manto** ou *pallium*, que secreta a concha.

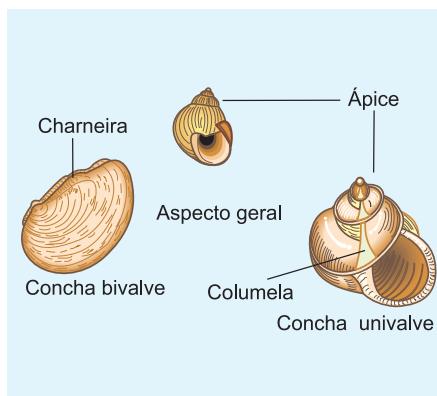
3. CONCHA

A concha consiste em uma camada orgânica externa (perióstraco); uma camada média (prismática) constituída por cristais prismáticos de aragonita e uma camada interna (nacarada), lisa e brilhante, conhecida como madrepérola.



Corte transversal da concha e do manto.

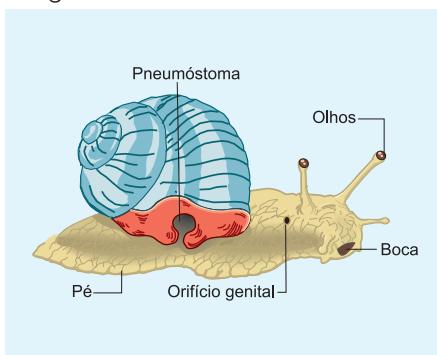
A concha pode ser **univalve**, quando formada por uma só peça (caramujos e caracóis), e **bivalve**, quando formada por duas peças que se adaptam e articulam (ostras e mariscos).



Conchas de moluscos.

4. SISTEMA RESPIRATÓRIO

A respiração pode ser cutânea, branquial e pulmonar. A respiração pulmonar ocorre em **gastrópodes** terrestres (caracóis); os pulmões são constituídos por um sistema de vasos sanguíneos muito ramificados.



Helix – morfologia externa.

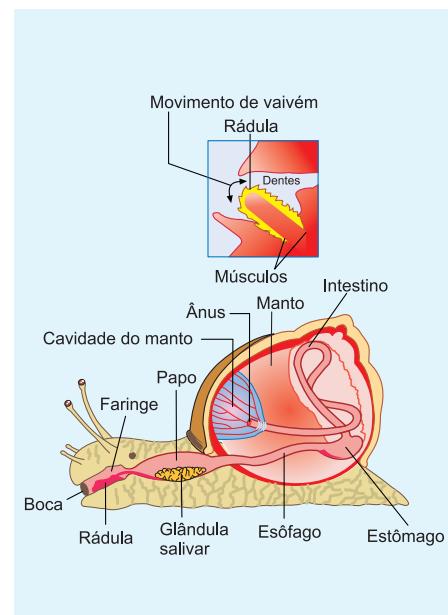
Os **pelecípodes** são animais filtradores. A água circundante que penetra na cavidade do manto carrega as partículas alimentares que ficam aderidas a uma camada de muco, recobrindo as brânquias, e as partículas úteis são ingeridas pela boca.

5. SISTEMA DIGESTÓRIO

É do tipo completo e comprehende boca, faringe, estômago, intestino e ânus. Na parte basal da faringe muscular, há uma lámina quitinosa denominada **rádula**, portadora de dentículos dirigidos para trás e próprios para ralar os alimentos. É um órgão exclusivo dos moluscos e ausente na **classe Pelecypoda**.

Apresenta como glândulas anexas o fígado e as glândulas salivares.

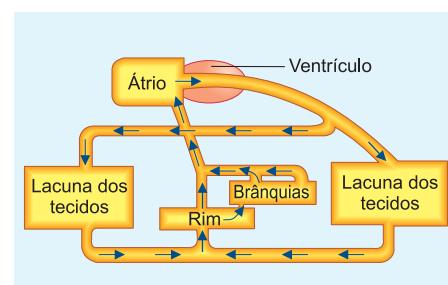
A digestão é extra e intracelular no mexilhão e, na maioria dos demais moluscos, é extracelular.



Sistema digestório do caracol com detalhe da rádula (acima).

6. SISTEMA CIRCULATÓRIO

É do tipo lacunar. O coração tem posição dorsal, aparece no interior de uma cavidade pericárdica e recebe o sangue proveniente dos órgãos respiratórios por intermédio de veias. Pode ter um ou dois átrios e um ventrículo, de onde o sangue é distribuído aos tecidos. O sistema circulatório, apesar do desenvolvimento de artérias, veias e capilares, é sempre aberto, comunicando-se com lacunas sanguíneas em vários órgãos.



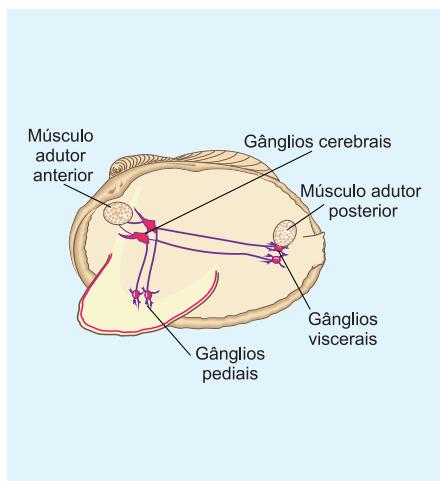
Aparelho circulatório do mexilhão (molusco).

7. SISTEMA EXCRETOR

A excreção é feita por rins (nefrídios modificados), que retiram as excretas da cavidade pericárdica e as eliminam na cavidade paleal, de onde passam para o exterior.

8. SISTEMA NERVOSO

É do tipo ganglionar, existindo três pares de gânglios nervosos: **cerebroides**, **pediais** e **viscerais**, que coordenam, respectivamente, as funções sensorial, locomotora e vegetativa.



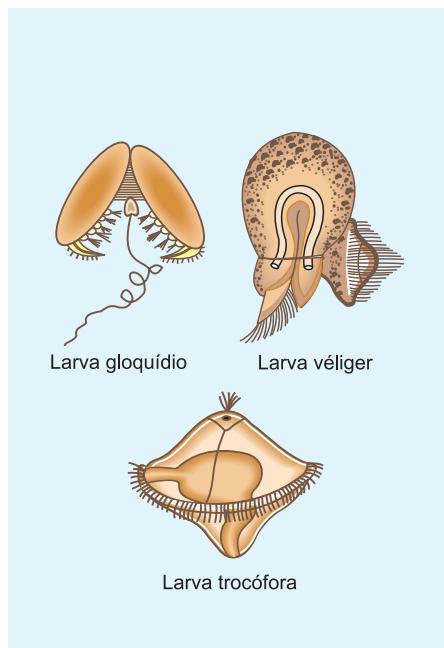
Sistema nervoso do mexilhão.

Os órgãos sensoriais são **estatocistos** (equilíbrio), **células tátteis, quimiorreceptoras** e os **olhos**, muito desenvolvidos nos cefalópodes.

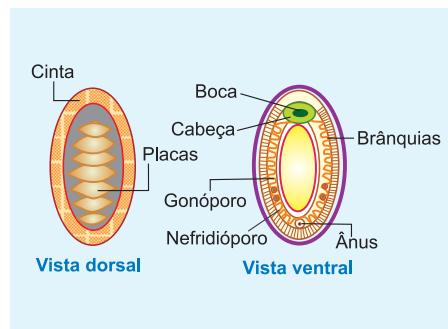
9. REPRODUÇÃO

Nos moluscos, há casos de hermafroditismo, mas geralmente os sexos são separados. Nos hermafroditas, ocorre fecundação cruzada, como nos caracóis e caramujos que, ao copularem, estimulam-se mutuamente, enterrando um no outro o "dardo do amor". Além disso, possuem uma gônada hermafrodita, o ovotéstis.

Normalmente os moluscos são ovíparos e de desenvolvimento direto ou indireto. Há uma larva ciliada, chamada **véliger**, livre; ou larvas parasitas de brânquias dos peixes, os **gloquídeos**, e ainda a larva **trocófora**, em gastrópodes.



Larvas de moluscos.



Chiton sp.

11. SISTEMÁTICA DOS MOLUSCOS

O filo *Mollusca* representa um dos maiores do reino animal, ultrapassado apenas pelo filo *Arthropoda*. É formado por 100 mil espécies, agrupadas em cinco classes principais: *Amphineura*, *Scaphopoda*, *Gastropoda*, *Pelecypoda* e *Cephalopoda*.

□ Classe Amphineura

É formada de organismos com o corpo oval, ou longo e delgado, com simetria bilateral, cabeça reduzida, desprovida de olhos e tentáculos; a concha é ausente ou então formada por oito placas. São exclusivamente marinhos. Ex.: *Chiton sp.*

□ Classe Scaphopoda

É formada de organismos com o corpo alongado em sentido dorsoventral, com simetria bilateral; a concha univalve e o manto apresentam-se em forma de um tubo encurvado, com abertura dorsal e ventral, lembrando as presas de um elefante.

Ex.: *Dentalium sp.*

□ Classe Gastropoda

A classe *Gastropoda* é formada de organismos com assimetria secundária, provocada pela torção da região superior do corpo. Apresentam cabeça distinta, sustentando olhos e tentáculos, o pé bem distinto, a massa visceral bem desenvolvida e enrolada; a concha é univalve (na maioria dos casos é helicoidal ou espiralada). Os órgãos paleais (ânus, poros excretores e genitais) estão deslocados para o lado direito ou para a região anterior. A rádula está presente na maioria.

Nesta classe destacamos: *Helix sp*, caracol de jardim; *Arion*, lesmas sem concha; *Lymnaea sp* e *Australorbis sp* (*Planorbis sp*).

□ Classe Pelecypoda

A classe Pelecypoda ou Lamellibranchiata é formada de organismos com simetria bilateral e o corpo lateralmente achatado. São desprovidos de cabeça e rádula. A concha é bivalve, com articulação, ligamentos dorsais, e fechada por um ou dois músculos adutores. Possuem sifões, que controlam a entrada e saída de água na cavidade do corpo. O pé é cônico ou em forma de machado. São dioicos ou hermafroditas e vivem na água doce e salgada.

São pelecípodes: ostras, *Mytilus sp* (mexilhão marinho), *Pecten* (moluscos que nadam por batimento das valvas), *Anadonta* (bivalves de água doce), *Mya* (que vive no lodo).

□ Classe Cephalopoda

É formada de organismos simétricos, com cabeça volumosa, massa visceral alongada em sentido dorsoventral, manto musculoso, cavidade paleal localizada na região caudal, pé transformado em tentáculos e braços que rodeiam a cabeça. A concha é frequentemente interna e muitas vezes reduzida.

Possuem uma glândula anexa ao intestino, conhecida por “glândula de tinta”. Quando o animal é atacado, elimina um conteúdo preto, que o envolve em uma nuvem escura, e lhe permite fugir do inimigo.

São moluscos mais evoluídos que os demais grupos e de ambiente exclusivamente marinho. Possuem olhos semelhantes aos dos mamíferos, sexos separados, com espermatóforo, e desenvolvimento direto. Seus representantes são: *Nautilus*, *Loligo* (lulas), *Argonauta*, *Octopus* (polvo), *Sepia* e calamar.

12. EQUINODERMAS

Os equinodermas são animais exclusivamente marinhos, apresentando um endoesqueleto calcário, ao qual se associam espinhos fixos ou móveis. O nome do filo refere-se a esta característica (*echino* = espinho e *derma* = pele).

Os equinodermas são **triblásticos, celomados, deuterostônicos**, com simetria radial (pentaradial), e possuem um exclusivo sistema locomotor, o **sistema ambulacrário**.

13. PAREDE CORPÓREA

O epitélio é simples e recobre o esqueleto.

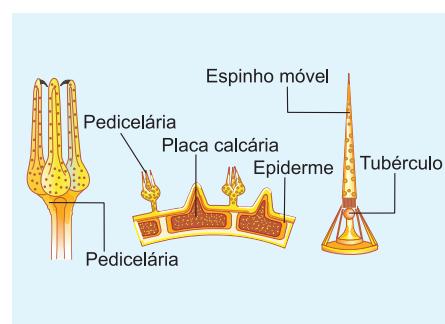
O endoesqueleto é mesodérmico, formado por placas calcárias, fixas ou móveis, nas quais podemos encontrar:

□ Espinhos

Nos equinoides os espinhos são longos, móveis, articulam-se nas placas e podem ser movidos por músculos.

□ Pedicelárias

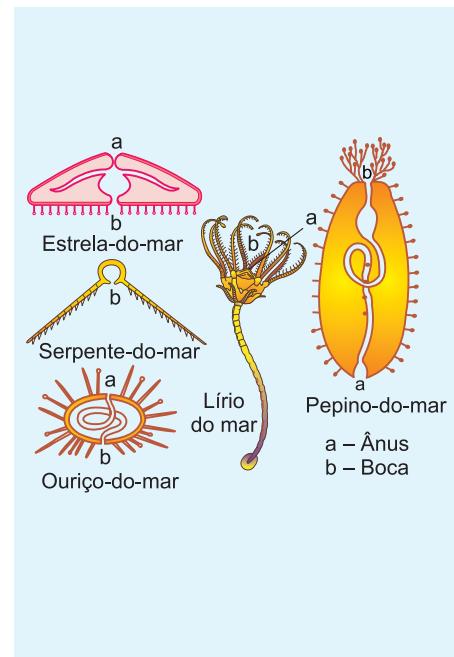
Fazem a limpeza da superfície do corpo. Cada pedicelária é uma espécie de pequena pinça com dois ou três artículos móveis; possuem também a função de defesa.



Parede corpórea.

14. SISTEMA DIGESTÓRIO

O sistema digestório é completo e relativamente simples. No ouriço-do-mar, há um aparelho bucal, com cinco dentes, acionados por fortes músculos. É a **lanterna-de-aristóteles**. Nas estrelas-do-mar, há cinco pares de cecos gástricos, que partem do estômago para os braços. Nos ofiúros não há ânus. Nos crinoides o tubo digestório curva-se em U, de maneira que a boca e o ânus encontram-se no polo superior lado a lado (prosopigia).



Sistema digestório.

15. SISTEMA RESPIRATÓRIO

A função respiratória é realizada pelo sistema ambulacrário. Nos asteroídes e equinoides há brânquias ramificadas. Nos holoturoídeos, encontramos, na parte final do intestino, dois órgãos especiais, túbulos ramificados, relacionados à **cloaca**, que acumulam água para as trocas gasosas e excretoras.

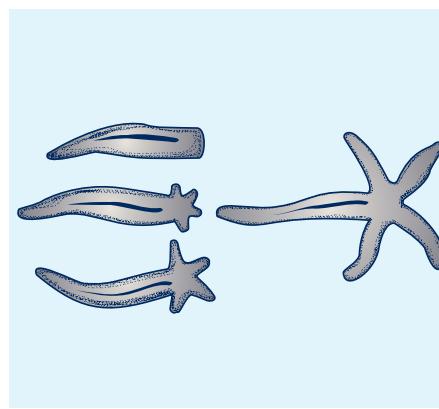
16. SISTEMA AMBULACRÁRIO

É uma exclusividade dos equinodermas. É representado, em todas as espécies, por um conjunto de canais, ampolas e pés, pelo interior dos quais circula a própria água do mar. As variações de pressão de água no sistema determinam **expansões e retracções** dos pés, que apresentam no lado superior uma ampola. Contraindo-se esta, a água contida é imprimida ao pé, que se estende alargando a extensão em forma de ventosa, com a qual ele se fixa ao substrato. O animal se locomove fixando e desprendendo os pés alternadamente. A sequência de estruturas do sistema ambulacrário é: **placa madrepórica, canal pétreo, canal circular, canais radiais, ampola e pé ambulacrário**.

17. SISTEMA CIRCULATÓRIO

Não possuem um verdadeiro sistema circulatório, estando providos de um sistema **pseudo-hemal**, formado por lacunas de origem celomática. Não possuem coração.

As lacunas são preenchidas por um líquido, contendo amebócitos, que se desloca por movimento oscilatório.



Regeneração.

18. SISTEMA EXCRETOR

A excreção se faz por difusão direta, em qualquer superfície exposta à água, incluindo os pés ambulacrários.

19. SISTEMA NERVOSO E SENSORIAL

O sistema nervoso dos equinodermas é considerado primitivo, pois não possui um **órgão central**. Compõe-se de rede de células nervosas, em volta do intestino anterior, formando o anel peribucal, de onde partem 5 cordões nervosos radiais para os braços. Há células tátteis e olfativas em toda a superfície do corpo. As estrelas têm células fotorreceptoras na extremidade dos braços.

20. REPRODUÇÃO

Os equinodermas são animais geralmente de sexos separados, sem dimorfismo sexual, de fecundação externa. O desenvolvimento ocorre sempre com metamorfose. As larvas diferem entre si, conforme a classe, mas apresentam todas uma simetria bilateral típica.

A regeneração é relativamente fácil. As estrelas, quando têm um braço destacado, por exemplo, podem dar origem a um novo animal completo. São as formas em cometa.

a) Ordem **Echinoida**

Com o corpo geralmente esférico. Ex.: ouriço-do-mar.

b) Ordem **Clypeasteroida**

Constituída de organismos com o corpo achatado e em geral ovoide; possuem uma forma simétrica irregular, sendo bilateral.

Ex.: *Encope sp* (bolacha-da-praia).

□ Classe 3:

Astroidea

É uma classe formada por organismos com corpo achatado, composto por um disco central e cinco ou mais braços não ramificados, às vezes curtos.

Boca na face inferior e ânus na face superior.

São animais geralmente predadores de ostras; nesta classe destaca-se o gênero *Asterias* (estrela-do-mar).

□ Classe 4:

Ophiuroidea

São animais de corpo com forma semelhante à dos asteroides, composto por um disco central e cinco braços delgados, articulados e flexíveis.

Boca na face inferior, sem ânus.

Ex.: *Ophiura sp* (serpente-do-mar).

□ Classe 5:

Holothuroidea

Os holoturoides, vulgarmente conhecidos por pepinos-do-mar, são animais de forma cilíndrica com simetria bilateral, alongados na direção do eixo principal.

Boca anterior e ânus posterior.

É característica o fenômeno do inquilinismo, que se estabelece entre a holotúria e o peixe *Fierasfer acus*, que se refugia na cloaca da primeira.

21. SISTEMÁTICA

O filo Echinodermata é constituído aproximadamente de 6 mil espécies viventes, que são agrupadas em cinco classes: *Crinoidea*, *Echinoidea*, *Astroideida*, *Ophiuroidea* e *Holothuroidea*.

□ Classe 1:

Crinoidea

Os crinoides, vulgarmente conhecidos por lírios-do-mar, são equinodermas tipicamente fixos. O corpo é constituído por um disco central, caliciforme, com cinco braços ramificados e um pedúnculo segmentado. Cirros dispostos em círculos circumdam às vezes o pedúnculo.

Boca e ânus aparecem na fase oral, superior.

□ Classe 2:

Echinoidea

Apresentam o corpo com forma esférica, sem braços e recoberto por espinhos. Ex.: ouriço-do-mar.

O tubo digestório descreve uma espiral simples ou dupla; a boca na face inferior apresenta cinco dentes móveis, constituindo a laterna-de-aristóteles, um órgão mastigador; o ânus está na face superior ou lateral.

Possuem duas ordens:

MÓDULO 19

Transpiração nos Vegetais

1. TRANSPираÇÃO

É a eliminação de água sob forma de vapor. As plantas possuem transpiração **estomatar** e **cuticular**, que, somadas, formam a transpiração total.

$$\text{Transpiração Total} = \text{Transpiração Estomatar} + \text{Transpiração Cuticular}$$

A chamada transpiração estomatar é um processo fisiológico importante, regulado pela planta, enquanto a cuticular é um fenômeno físico de evaporação, não controlado pela planta.

Os estômatos são estruturas formadas por duas células-guarda, que delimitam um poro chamado ostíolo. Esse poro põe em comunicação o meio externo com o meio interno, permitindo a troca gasosa entre a planta e o meio ambiente.

2. MECANISMO DA TRANSPIRAÇÃO ESTOMÁTICA

1. A água evapora-se a partir das células dos parênquimas clorofílicos (paliçádico e lacunoso).

2. O vapor de água circula pelos espaços intercelulares.

3. O vapor de água sai através das fendas estomáticas, por difusão, seguindo o gradiente de pressão de vapor.

3. MEDAÇÃO DA TRANSPIRAÇÃO / MÉTODO DO POTÔMETRO

Mede indiretamente a velocidade de transpiração de um ramo vegetal. O método é indireto, porque mede o

volume de água absorvido pelo ramo e admite que a água absorvida seja conduzida pelo xilema e transpirada pelo vegetal.

4. MÉTODO GRAVIMÉTRICO DE PESAGENS RÁPIDAS

Uma folha deve ser retirada do vegetal e imediatamente pesada em uma balança de precisão. Uma vez feita a primeira, devem-se repetir as pesagens em intervalos curtos de tempo. A diferença entre as sucessivas pesagens indica a quantidade de água perdida no intervalo de tempo por transpiração (cuticular e estomatar).

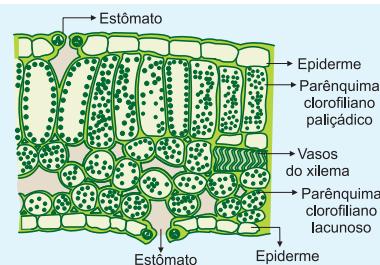
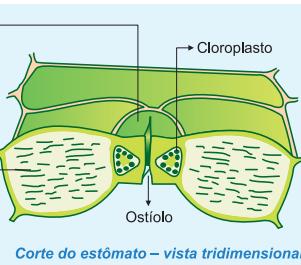
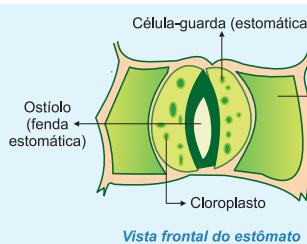
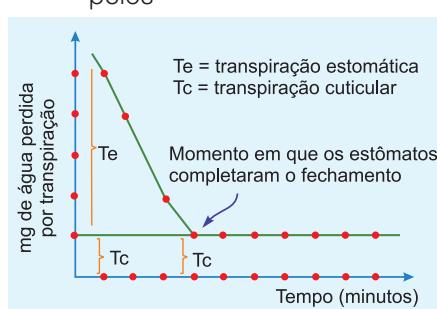
5. FATORES QUE INFLUEM NA TRANSPIRAÇÃO

☐ Externos

- temperatura
- umidade do solo
- umidade do ar
- ventilação
- luz

☐ Internos

- superfície de evaporação
- espessura da cutícula
- grau de abertura dos estômatos
- concentração dos vacúolos celulares
- pelos



MECANISMO DE ABERTURA E FECHAMENTO DOS ESTÔMATOS

6. INTRODUÇÃO

Todos os movimentos de abertura e fechamento dos estômatos são devidos às variações de **turgor** sofridas pelas **células estomáticas** (células-guarda).

Assim, o aumento de turgor (ganho de água) na célula-guarda promove a abertura do ostíolo.

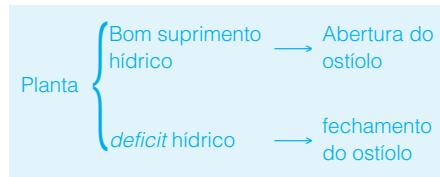
A célula estomática ganha H₂O. A água pressiona as paredes celulares. A parede delgada se distende rapidamente, enquanto a parede espessa sofre uma flexão, promovendo a abertura do ostíolo.

A diminuição do turgor (perda de água) na célula-guarda promove o fechamento do ostíolo.

7. MECANISMO HIDROATIVO

Depende de uma certa disponibilidade de água no vegetal. Assim, quando uma planta está bem suprida com água, a tendência é ocorrer a abertura dos ostíolos. Por outro lado, se ocorrer uma diminuição da quantidade de água no vegetal, a tendê-

cia será acontecer o fechamento dos ostíolos. Dessa maneira, a planta restringe a transpiração e economiza água.



8. MECANISMO FOTOATIVO

Esse mecanismo ocorre quando a planta possui um bom suprimento hídrico. Nesse caso, segundo o mecanismo hidroativo, os estômatos estão abertos. Agora, se a planta for exposta à luz, o grau de abertura dos estômatos aumentará. Se a planta for levada ao escuro, haverá diminuição do grau de abertura dos estômatos.

Duas hipóteses procuram expli-

car o mecanismo fotoativo:

1. Enzimática;
2. Transporte ativo de potássio.

❑ Hipótese enzimática

Presença de luz

- A célula estomática realiza fotossíntese consumindo CO_2 (H_2CO_3); em consequência, o meio fica alcalino.
- A enzima **fosforilase** age sobre o **amido** da célula-guarda, transformando-o em **glicose**.
- A transformação do amido em glicose aumenta a pressão osmótica das células-guarda.
- Estas células retiram água das células vizinhas e o ostíolo se abre.

Ausência de luz

- A célula estomática só respira eliminando CO_2 (H_2CO_3) e o meio fica

ácido.

- A **fosforilase** agora converte a **glicose** em **amido**.

- Em consequência, diminui o valor da pressão osmótica.
- A célula-guarda perde água e o ostíolo se fecha.

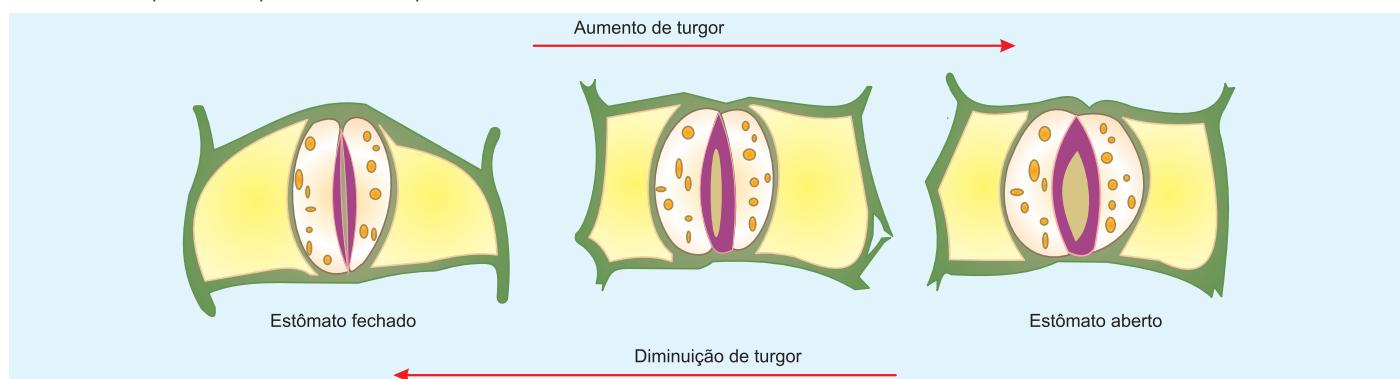
❑ Hipótese do transporte ativo de K^+

Presença de luz

Íons potássio são bombeados; com o gasto de energia, das células anexas para o interior das células-guarda, aumenta a concentração intracelular, facilitando o ganho de água e a abertura do ostíolo.

Ausência de luz

Íons potássio são bombeados das células-guarda para as anexas, reduzindo a concentração intracelular, permitindo a perda de água e o fecha-



MÓDULO 20

Transporte de Seiva Bruta (Mineral)

1. XILEMA OU LENHO

É constituído por:

❑ Traqueídes

São formadas por células mortas com paredes lignificadas. A lignina deposita-se, formando anéis, espirais etc. Ao longo das paredes celulares aparecem pontuações, sendo a mais importante a pontuação areolada das coníferas.

❑ Elementos dos vasos (traqueias)

São formados por células alongadas que se dispõem em fileiras, formando os vasos lenhosos (traqueias). As paredes transversais dessas células são perfuradas ou completamente reabsorvidas. As células são

mortas, e as paredes lignificadas. A lignina deposita-se, formando anéis, espirais etc.

❑ Parênquima lenhoso

Constitui-se de células vivas associadas com as traqueídes e elementos dos vasos.

❑ Fibras lenhosas

São fibras esclerenquimáticas de sustentação.

2. SEIVA BRUTA OU MINERAL

Seiva bruta, mineral ou inorgânica é uma solução de água e sais minerais que a planta absorve do solo.

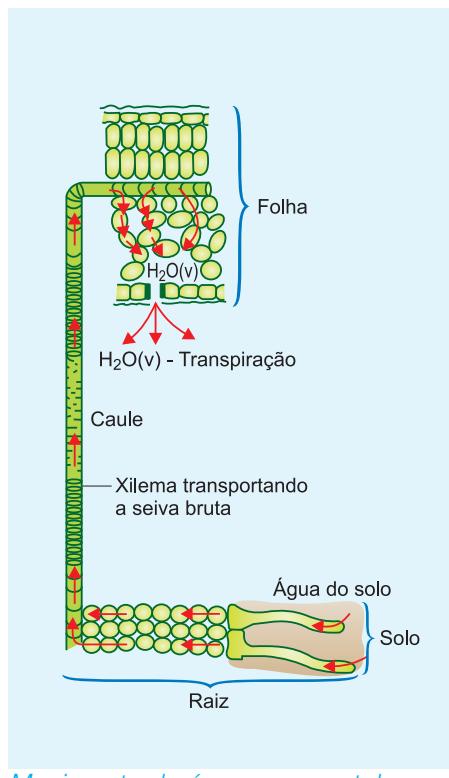
O exame da seiva bruta mostra que entre 0,1% e 0,4% do seu con-

teúdo é sólido, representado principalmente por sais, mas, às vezes, encontram-se açúcares, aminoácidos e alcaloides.

A seiva bruta circula predominantemente no sentido ascendente, percorrendo as células do xilema (traqueídes e elementos dos vasos).

3. TEORIA DE DIXON OU TEORIA DA SUCÇÃO DAS FOLHAS OU TEORIA DA SUCÇÃO-TENSÃO-COESÃO E ADESÃO

É a teoria mais aceita, atualmente, para explicar o movimento de seiva bruta nos vegetais e baseia-se fundamentalmente no processo da transpiração.



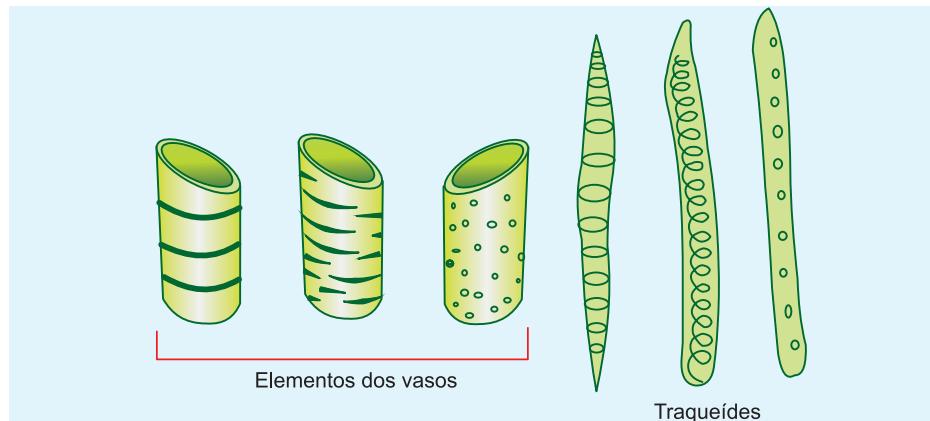
Movimento da água no vegetal.

- Fundamentos da Teoria de Dixon:
- O vegetal transpira.
 - A transpiração eleva o valor de D.P.D. nas células das folhas, originando a sucção das folhas.
 - A seiva bruta é retirada dos vasos lenhosos.
 - Sujeita à força da sucção, a água circula desde as raízes até as folhas, numa coluna contínua e em estado de tensão.
 - A continuidade da coluna líqui-

da é explicada pelas forças de coesão das moléculas de água e adesão da água nas paredes do vaso lenhoso.

A água penetra na raiz, principalmente através dos absorventes, por osmose.

Os íons minerais são absorvidos continuamente, por transporte ativo, garantindo uma pressão osmótica elevada e facilitando a penetração de água por osmose.



MÓDULO 21

Transporte de Seiva Elaborada (Orgânica)

1. TRANSPORTE DE SEIVA ELABORADA (ORGÂNICA)

☐ Líber ou Floema

Está constituído por

• Vasos liberianos

São formados por células vivas dispostas em fileiras, anucleadas e com paredes celulares primárias. A parede transversal da célula é dotada de uma grande quantidade de poros, formando a placa crivada. Através destes poros, passam pontes citoplasmáticas. A parede do poro é revestida por calose.

• Células anexas

São células parenquimáticas especiais relacionadas com a manutenção das células dos vasos liberianos, vivas.

• Fibras liberianas

São elementos esclerenquimáticos de sustentação mecânica.

• Parênquimas liberianos

São células vivas.

☐ Seiva Elaborada ou Orgânica

Representa uma solução de substâncias orgânicas, principalmente açúcares produzidos durante a fotosíntese. O açúcar mais frequente é a sacarose.

☐ Teoria do Transporte em Massa de Münch

A teoria de Münch procura explicar a condução da seiva elaborada. Münch idealizou o seguinte sistema físico:

- Dois osmômetros A e B são ligados por um tubo de vidro C.

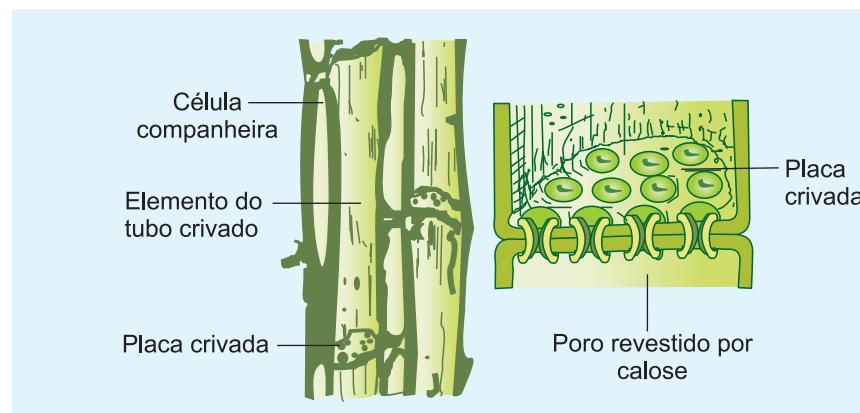
- Os osmômetros são mergulhados em recipientes contendo água.

O osmômetro A, mais concentrado, absorve mais água do que o B.

A água circula pelo tubo C, arrastando com ela o soluto. A pressão hidrostática aumenta no osmômetro B, e a água é forçada a sair deste osmômetro, circulando pelo tubo D.

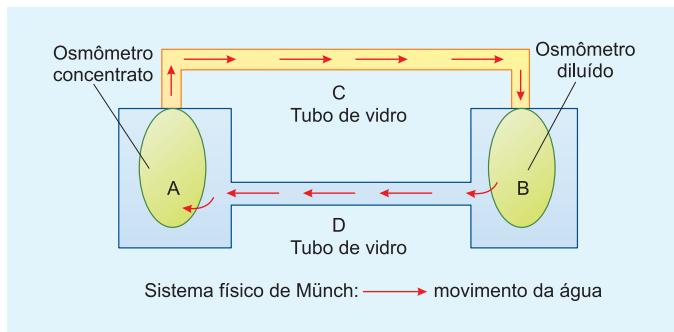
• Conclusão

A seiva elaborada circula dos órgãos de maior pressão osmótica para os órgãos de menor pressão osmótica.



Assim, na época vegetativa, a seiva elaborada é descendente, deslocando-se das folhas para as raízes (órgãos produtores para os de consumo ou de reserva).

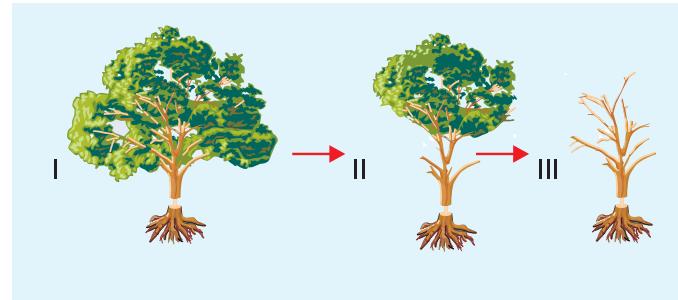
Na época de floração, as matérias armazenadas na raiz são hidrolisadas, a raiz aumenta a pressão osmótica e a seiva elaborada é ascendente.



■ Anel de Malpighi ou Cintamento

Este experimento consiste em retirar a casca de uma árvore ou arbusto formando um anel completo em torno de seu caule. A casca retirada contém os tecidos periféricos e o floema. Resta, na planta, o xilema. Inicial-

mente, a planta não mostra nenhuma alteração. A seiva bruta sobe pelo xilema e chega às folhas. Estas realizam fotossíntese, produzindo a seiva orgânica que se desloca, para baixo, através do floema. Na região do anel, a seiva não consegue passar, acumulando-se na parte superior. As raízes, à medida que os dias passam, gastam as reservas e depois morrem. Cessa então a absorção de água, as folhas murcham e a planta morre.



Morte de uma planta, provocada pela retirada do anel da casca.
(I) *Retirada do anel contendo o floema.*
(II) *A seiva elaborada não chega às raízes, que começam a morrer.*
(III) *As raízes deixam de absorver água e a planta morre.*

MÓDULO 22

Hormônios Vegetais: Auxinas

1. HORMÔNIOS VEGETAIS (FITORMÔNIOS)

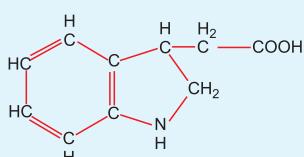
Fitormônios correspondem a uma série de compostos que agem em muitos fenômenos vegetais, tais como crescimento, floração, divisão celular, amadurecimento de frutos, dormência de gemas etc.

São exemplos de fitormônios: ácido indolilacético (auxina), giberelinas, etileno, citocininas, ácido abscísico etc.

2. AUXINAS

Foram os primeiros hormônios descobertos nos vegetais. As auxinas correspondem a um grupo de substâncias que agem no crescimento das plantas e controlam muitas outras atividades fisiológicas.

A auxina natural do vegetal é o ácido indolilacético (AIA), um composto orgânico simples, com a seguinte fórmula:



O vegetal produz o AIA transformando um aminoácido conhecido por triptofano.

Além dessa substância, existem outras denominadas auxinas sintéticas, que agem de maneira semelhante ao AIA. Entre elas, podemos citar ácido indolbutírico, ácido naftalenoaçético, ácido 2-4 diclorofenoaxicético etc.

3. PRODUÇÃO DE AIA

O vegetal produz o AIA em várias regiões do corpo, especialmente

- ponta do caule (gema apical);
- folhas jovens e adultas;
- ponta da raiz;
- frutos;
- ponta de coleóptilos;
- embriões das sementes.

Os maiores centros produtores de AIA no vegetal são o ponto vegetativo caulinar e as folhas jovens. O AIA produzido nessas regiões é transportado para outras partes do vegetal, ajudando na coordenação do crescimento de toda a planta.

4. TRANSPORTE DE AIA

O deslocamento dessa auxina no corpo vegetal é **polarizado**, isto é, desloca-se do ápice para a base da planta. As causas dessa polarização ainda são desconhecidas.

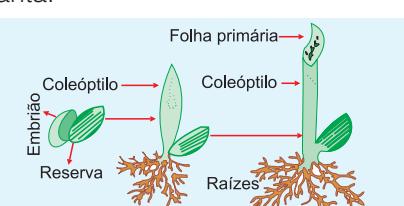
5. DESTRUÇÃO DO AIA

Algumas enzimas (peroxidases e fenoloxidases) são capazes de destruir o AIA, transformando-o em compostos inativos.

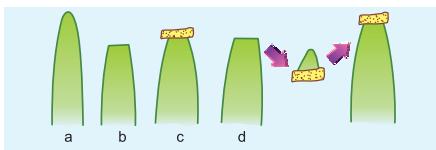
□ Descoberta das auxinas

F. W. Went, em 1928, descobriu definitivamente as auxinas, baseando-se em experiências de outros investigadores que o precederam. Os experimentos foram realizados em coleóptilo de aveia.

Quando se colocam grãos de arroz, milho, aveia, trigo etc. (gramíneas) para germinar, observa-se que a primeira estrutura que cresce é um elemento tubular e oco que recobre e protege o caule da nova plantinha; essa estrutura é o coleóptilo. O coleóptilo cresce até uma certa altura e depois cessa o crescimento. O epicótilo, que vem crescendo por dentro, acaba por rasgar o coleóptilo e então surgem as primeiras folhas da nova planta.



Várias foram as experiências realizadas por Went para chegar à descoberta de um hormônio que controlasse o crescimento por distensão das células de coleóptilo.



a) Coleóptilo crescendo normalmente (controle).

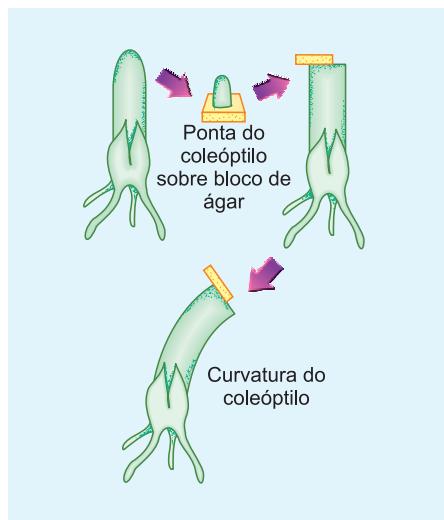
b) Coleóptilo decapitado: cessa o crescimento.

c) Coleóptilo decapitado com um bloco de ágar: também cessa o crescimento.

d) Coleóptilo decapitado. A ponta é colocada em contato com o bloco de ágar durante algum tempo. O bloco de ágar é colocado sobre o coleóptilo. Este reinicia o crescimento.

Em uma experiência definitiva, Went cortou coleóptilos e colocou as pontas sobre bloquinhos de ágar. Depois de algumas horas, retirou as pontas e colocou os bloquinhos (unilateralmente) sobre os coleóptilos decapitados.

Se existisse uma substância promotora do crescimento, esta sairia do ágar e induziria o crescimento das células de um lado só, o que acarretaria uma curvatura do coleóptilo. A experiência funcionou e Went chegou à certeza da existência de uma substância produzida na ponta do coleóptilo que se desloca para a base, influenciando o crescimento. A substância de crescimento foi chamada auxina (do grego *aux* = crescer). A natureza química da auxina só foi conhecida por volta de 1940 como o **ácido indolilacético**.



6. AÇÃO DAS AUXINAS

Célula

De um modo geral, o AIA aumenta a plasticidade da parede celular, facilitando a distensão da célula.

O AIA influencia também a multiplicação celular.

Caule

O AIA pode agir como estimulador ou inibidor da distensão celular, dependendo da concentração.

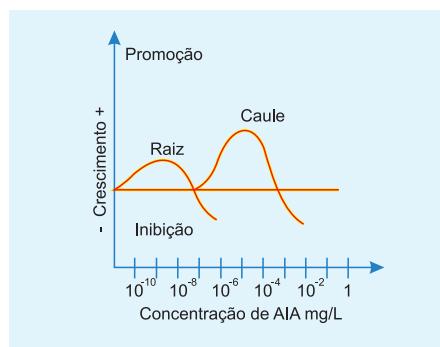
Raiz

O AIA também pode ser estimulador ou inibidor do crescimento, dependendo da concentração.

A análise do gráfico a seguir mostra que a raiz é muito mais sensível ao AIA do que o caule.

Pequenas concentrações de AIA estimulam o crescimento radicular, mas à medida que a concentração aumenta, o AIA passa a inibir o crescimento da raiz.

No caule, as concentrações que promovem o crescimento máximo devem ser muito altas.



Gemas laterais

O AIA produzido nas gemas apicais desloca-se polarizado para a base. As gemas laterais (axilares), recebendo esse hormônio, ficam inibidas no seu desenvolvimento. Dizemos que o AIA produzido na gema apical provoca a dormência das gemas laterais, fenômeno conhecido por **dominância apical**.

Quando **podamos** uma planta, retiramos as gemas apicais. Dessa maneira, cessa-se a inibição e, rapidamente, as gemas laterais se desenvolvem.

Folhas

O AIA controla a permanência da folha no caule ou a sua queda (abscisão). De um modo geral, o fenômeno

é controlado pelo teor relativo de auxinas entre a folha e o caule. Assim,

1) o teor de auxina na folha é **maior** do que no caule ⇒ a folha permanece unida ao caule;

2) o teor de auxina na folha é menor do que no caule ⇒ a folha desata-se e cai (abscisão). Quando tal fato acontece, forma-se na base do pecíolo uma camada especial de células (**camada de abscisão**) que apresentam paredes celulares finas e em desintegração. Essa camada é responsável pela separação da folha em relação ao caule.

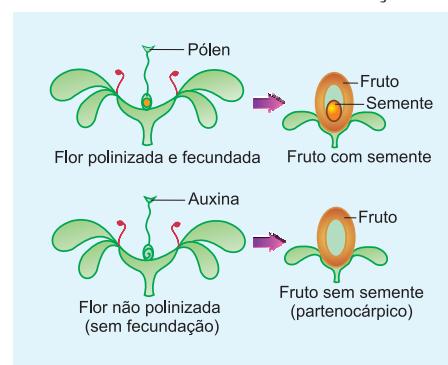
Frutos

O fruto origina-se a partir do desenvolvimento do **ovário**. Para acontecer a formação do fruto, é indispensável a polinização e a fecundação, pois foi provado que o tubo polínico e os embriões das sementes em desenvolvimento produzem AIA, que será recebido pela parede do ovário, estimulando o seu crescimento.

Ovários que não são polinizados normalmente caem e não originam frutos.

Pode-se provar o fato aplicando-se auxinas em ovários não fecundados. Estes se desenvolvem e acabam formando frutos partenocápicos (sem sementes).

A **partenocarpia** ocorre também naturalmente na banana. O ovário da banana produz auxina em quantidade suficiente para provocar o seu desenvolvimento sem fecundação.



O AIA também controla a permanência do fruto no caule ou a sua queda (abscisão), da mesma maneira como ocorre com a folha.

Câmbio

O AIA estimula as atividades das células do câmbio.

7. APLICAÇÃO ARTIFICIAL DE AUXINAS

☐ Estacas

Quando auxinas são aplicadas na porção inferior de uma estaca (caule cortado), estimulam-se as divisões celulares e a produção de raízes adventícias. Tal fato é muito comum em horticultura. Plantas que dificilmente se propagariam por estacas podem facilmente enraizar quando tratadas com auxinas, especialmente o ácido indolbutírico e o ácido naftalenoacético.



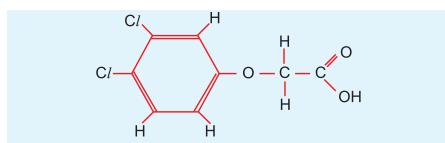
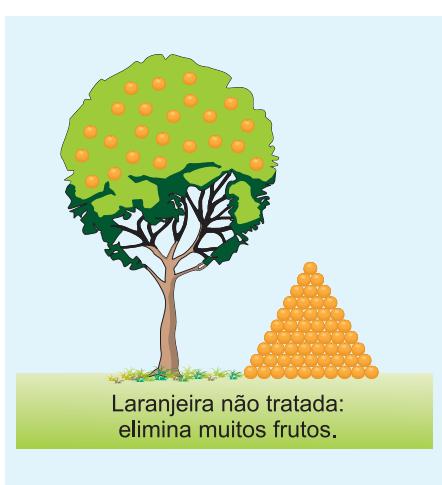
☐ Flores

Aplicadas no ovário ou no estigma de flores não fecundadas, as auxinas estimulam o desenvolvimento do ovário para a formação de frutos partenocápicos.

☐ Frutos

O AIA, aplicado em frutos jovens, evita a formação de camadas de abscisão.

Dessa maneira, pode-se obter melhor rendimento nas colheitas.



Foi o primeiro herbicida utilizado pelo homem.

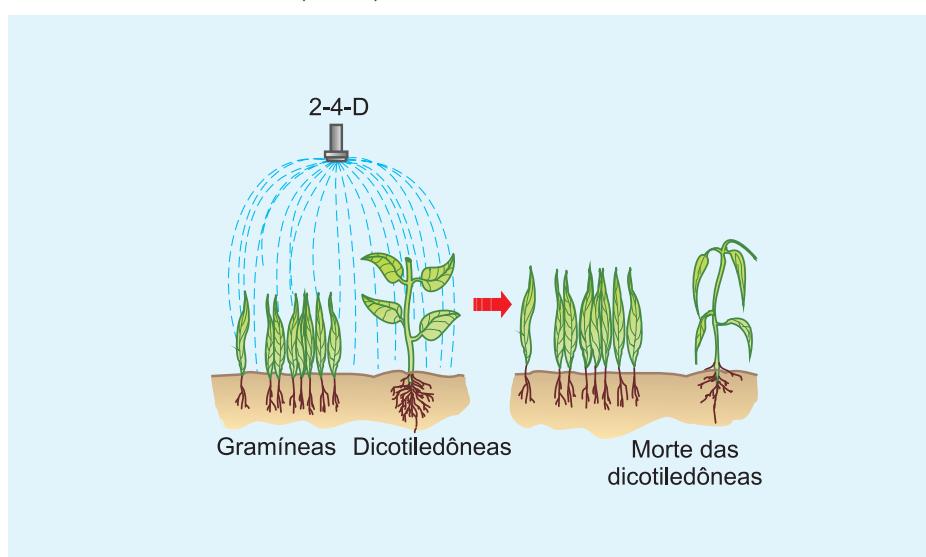
O 2-4-D é usado para eliminar **dicotiledôneas** herbáceas (plantas com folhas largas). O fato interessante é que as **gramíneas** (plantas com folhas estreitas) são imunes ao 2-4-D.

Quando uma plantação de gramíneas (milho, arroz, trigo etc.) é tratada com esse herbicida, as ervas dicotiledôneas são eliminadas. O 2-4-D absorvido pelas raízes e pelas folhas altera todo o metabolismo, acabando por levar o vegetal à morte. O 2-4-D inibe o crescimento da raiz, prejudicando a absorção de água e sais. Induz a formação de raízes adventícias a partir do caule e a formação de tumores originados por divisões celulares irregulares.

☐ Auxinas e floração

As auxinas não são os hormônios promotores da floração nos vegetais. Mas existem algumas espécies, como o abacaxi, que têm a floração regulada pelas auxinas.

Quando plantações de abacaxi são pulverizadas com auxinas (especialmente o ácido naftalenoacético), a floração inicia-se e a produção dos frutos ocorre praticamente ao mesmo tempo em toda a plantação, o que facilita consideravelmente a colheita.



Quimicamente, o fitocromo é uma proteína de cor azul ou azul-verde.

O fitocromo é um pigmento capaz de absorver a radiação vermelha com comprimento de onda por volta de 660 nm.

Quando isso ocorre, o fitocromo transforma-se numa espécie de enzima que inicia uma série de reações metabólicas no vegetal. O fitocromo fica ativado.

O fato importante é a reversibilidade desse pigmento. Assim, quando ele absorve luz vermelha por volta de 730 nm, o efeito iniciado com a luz de 660 nm torna-se nulo, e o fitocromo fica novamente inativo.

No escuro, o fitocromo ativado volta também lentamente ao estado inativo.

Pelo gráfico, observa-se que o fitocromo absorve intensamente a radiação de 660 nm (vermelho curto – V.C.) e a radiação de 730 nm (vermelho longo – V.L.).



AÇÃO DO FITOCROMO:

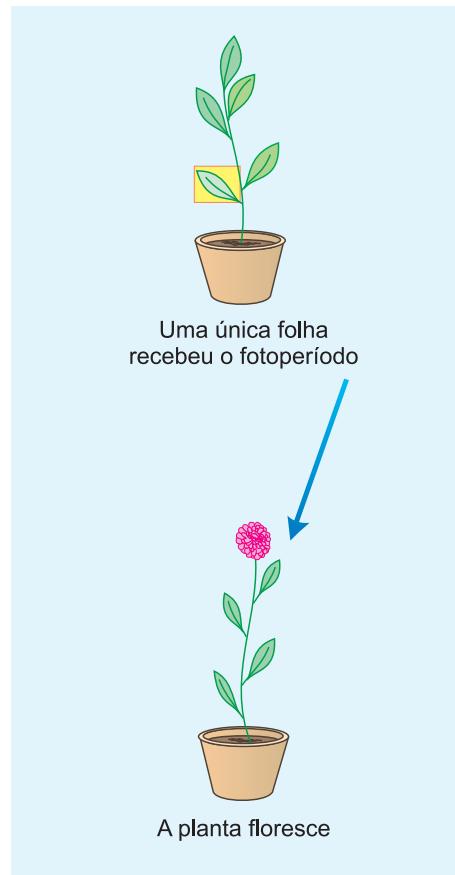
1. ESTIOLAMENTO

Quando plantas crescem no escuro, observamos que os caules tornam-se exageradamente longos e as folhas pequenas, fenômeno conhecido por **estiolamento**. Se iluminarmos agora as plantas com luz vermelha (660 nm), notaremos que o crescimento do caule torna-se vagaroso e as folhas crescem mais rapidamente, cessando o estiolamento. Se a luz for de 730 nm, ocorre o inverso. O pigmento envolvido no caso é o fitocromo, e a sua ação ainda não está bem esclarecida.

2. FOTOBLASTISMO GERMINAÇÃO DE SEMENTES

Nem todas as sementes dispõem de reservas suficientes para germinar a certas profundidades no solo.

Existem, no entanto, sementes de algumas plantas que são pequenas e geralmente desprovidas de reserva, como ocorre com as sementes de or-



quídeas, bromélias, begônias, certas variedades de alface etc.

Tais sementes só conseguem germinar na superfície do solo, onde podem receber luz.

Nesse caso, as sementes são chamadas **fotoblásticas positivas**.

Existem outras sementes que só germinam na ausência completa de luz, como acontece com algumas variedades de sementes de melancia.

Nesse caso, as sementes são chamadas **fotoblásticas negativas**.

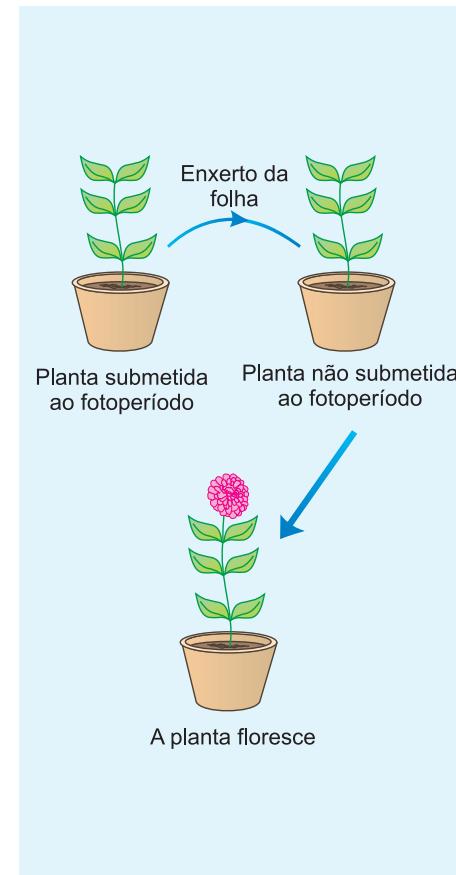
Aqui também o sistema fitocromo tem participação ativa.

Uma experiência realizada com sementes fotoblásticas positivas (alface) mostrou os seguintes resultados:

a) A radiação de 660nm (V.C.) desencadeia um processo que resulta na germinação das sementes.

b) A radiação de 730nm (V.L.) inibe a germinação.

c) Quando se faz um tratamento alternado de 660-730nm (V.L.), o resultado depende do último tratamento aplicado.



d) A radiação de 660nm desencadeia o processo de germinação, que é revertido pela radiação de 730nm.

FOTOPERIODISMO

A luz é importante para as plantas também com relação à duração, isto é, a duração do dia e duração da noite. Tais fenômenos são conhecidos por fotoperiodismo.

O fotoperiodismo é essencial para vários processos fisiológicos do vegetal, entre eles: floração, abscisão das folhas, formação de raízes tuberosas, formação de bulbo (como ocorre na cebola, fechamento dos folíolos das leguminosas etc.).

FLORAÇÃO

É a transformação das gemas vegetativas em gemas florais.

Muitas plantas, para florescer, dependem do fotoperiodismo e são normalmente divididas em

- a) plantas de dias curtos;
- b) plantas de dias longos;
- c) plantas indiferentes (neutras).

Plantas de dias curtos

Só florescem quando o tempo de exposição à luz for inferior a um valor crítico. Como exemplos, podemos citar crisântemos, orquídeas, feijão, soja etc.

Plantas de dias longos

Só florescem quando o tempo de exposição à luz for superior a um valor crítico. Exemplos: espinafre, rabanete, cravo.

Plantas indiferentes

Florescem independentemente do tempo de exposição à luz. Exemplos: milho, tomate etc.

Do que sabemos atualmente sobre a floração de plantas sensíveis aos fotoperíodos, pode-se dizer:

a) As folhas são responsáveis pela percepção do comprimento do dia e da noite.

Vários experimentos comprovam tal fato.

– Se uma única folha da planta receber o fotoperíodo indutor, a planta floresce.

– Se uma folha de uma planta que recebeu o fotoperíodo indutor for enxertada em outra planta que não recebeu o fotoperíodo indutor, esta passa a florescer.

b) A folha deve sintetizar um hormônio que ainda não foi isolado. Esse hormônio é conhecido por **florígeno**. O florígeno, produzido na folha, desloca-se até as gemas do vegetal, provocando a sua transformação em gemas florais.

c) Nas plantas sensíveis ao fotoperíodo, foi observado que é de grande importância a continuidade da noite.

Assim, se uma planta de dia curto receber luz enquanto passa pelo período escuro, essa planta deixa de

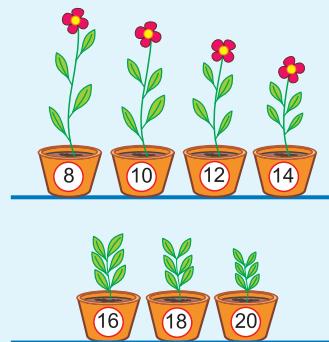
florescer.

Foi observado que a interrupção do período de claridade por períodos escuros não traz problemas para a floração.

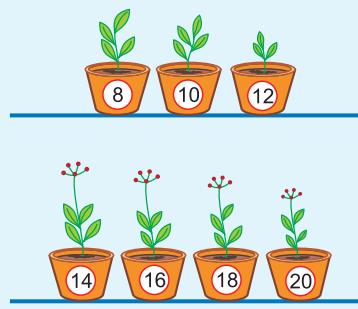
d) O fitocromo também interfere na floração.

Assim, se uma planta de dia curto receber luz com comprimento de onda por volta de 660 nm (V.C.), enquanto passa pelo período escuro, ela não floresce. Nesse caso, o fitocromo ativado pelo V.C. deve inibir a produção do florígeno.

Se, após o tratamento com 660 nm, irradiarmos com 730 nm, a planta florescerá.



Comportamento de planta de dia curto, como o crisântemo. O dia crítico para essa planta está em torno de 14 – 14,5 horas. As plantas que recebem luz abaixo do valor crítico florescem, enquanto as demais permanecem no estado vegetativo.



Comportamento de uma planta de dia longo, como o espinafre. O dia crítico para essa planta está em torno de 13 – 14 horas. As plantas que recebem luz acima do valor crítico florescem, enquanto as demais permanecem no estado vegetativo.

1. GIBERELINAS

São hormônios vegetais descobertos no Japão, em 1930.

Cientistas japoneses estudaram plantas de arroz que se apresentavam muito沿长adas quando sofriam infecções por fungos do gênero *Giberella*. Conseguiram extraír desses fungos uma substância ativa no crescimento, que foi chamada **ácido giberélico**.

Após esses estudos iniciais, outras substâncias semelhantes ao ácido giberélico foram descobertas. Hoje são conhecidas cerca de 20 substâncias genericamente denominadas **giberelinas**.

As giberelinas foram descobertas também nos vegetais, e é possível que todas as plantas tenham capacidade de produzir esses hormônios.

□ Produção

As giberelinas são produzidas pelo vegetal:

- nas folhas jovens;
- nos embriões de sementes jovens;
- nos frutos;
- nas sementes em germinação etc.

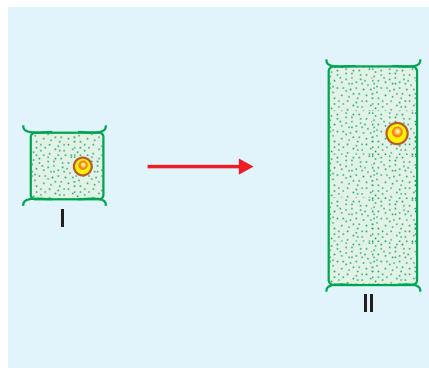
□ Transporte

Ao contrário das auxinas, as giberelinas são transportadas sem polarização (apolar) para as demais partes do vegetal.

□ Ação

As giberelinas são hormônios que agem diretamente na parede celulósica, diminuindo a sua resistência e facilitando a absorção de água. À medida que a célula ganha água, ocorre distensão da parede celulósica e, consequentemente, o crescimento celular. As figuras a seguir ilustram o fenômeno.

As plantas crescem graças ao aumento no tamanho das células. Uma única célula (I) se alonga para dar origem a outra maior (II).



A diferença entre PO e PT constitui o DPD, que é a sucção da célula.

À medida que o DPD aumenta, cresce a absorção de água e, consequentemente, a célula aumenta de tamanho. As giberelinas, diminuindo a resistência da parede celulósica, facilitam a entrada de água.

• Caule

As giberelinas provocam um rápido alongamento das células do caule.

Foi observado que as plantas geneticamente anãs são muito mais sensíveis ao tratamento com giberelinas do que as plantas de tamanho normal. Baseando-se nesses fatos, chegou-se

à conclusão de que as plantas geneticamente anãs eram incapazes de produzir giberelinas.

• Folha

Como acontece no caule, as células das folhas sofrem um acentuado alongamento quando tratadas com giberelinas.

Esse recurso pode ser usado em horticultura para obtenção de plantas com folhas maiores e mais largas.

• Fruto

Também nesse caso as giberelinas aceleram a distensão celular.

A aplicação artificial de giberelinas em frutos jovens pode provocar um acentuado aumento no tamanho.

Quando se aplicam giberelinas em flores não fecundadas, podemos provocar a partenocarpia, isto é, o desenvolvimento do ovário para a formação de frutos sem sementes.

• Semente

As giberelinas são capazes de quebrar o estado de dormência das sementes, provocando a germinação.

• Floração

As giberelinas induzem a floração de plantas acaules, cujas folhas estão dispostas em roseta.

Essas plantas, para florescer, requerem um tratamento sob baixas temperaturas durante um certo tempo ou então um tratamento com dias longos (veja fotoperiodismo).

Foi observado que na época da floração esses vegetais apresentam um aumento no teor de giberelinas. Consequentemente, a produção de giberelinas intensificaria as divisões celulares que levariam à formação do eixo floral.

De fato, a aplicação artificial de giberelinas nessas plantas provoca uma rápida floração.

2. ETILENO

O gás etileno ($\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$) é um produto do metabolismo das células vegetais e é considerado atualmente um hormônio vegetal.

■ Ação do etileno ($\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$)

O gás etileno é capaz de provocar a maturação dos frutos.

Foi observado que a maturação de um fruto está relacionada com a respiração. O processo respiratório aumenta muito durante a maturação para depois sofrer um acentuado declínio, na medida em que os tecidos entram em decomposição. Esse fenômeno é o **climatério**. Após o climatério, o fruto inicia o processo de maturação.

Assim, os inibidores da respiração – baixa temperatura, concentrações altas de CO_2 – são capazes de inibir a maturação.

Mas a aplicação de etileno é capaz de acelerar o processo.

Sabemos hoje que o gás etileno é produzido no fruto um pouco antes do climatério e provavelmente desencadeia o processo de maturação. A sua produção aumenta muito durante o climatério.

Em algumas plantas, o etileno é capaz de provocar o início da floração, como, por exemplo, no abacaxi.

O etileno é capaz de provocar a abscisão das folhas e o aparecimento do gancho apical no estiolamento.

3. CITOCININAS

São substâncias capazes de regular as divisões celulares dos vegetais.

■ Cinetina

Essa substância não ocorre naturalmente nos vegetais.

A cinetina, aplicada juntamente com auxinas, age numa série de fenômenos:

a) Ativa as divisões celulares em cultura de tecidos vegetais, provocando o aparecimento de calos.

b) A diferenciação dos tecidos na cultura depende das concentrações de cinetina/auxina.

Assim:

Cinetina > auxina \Rightarrow formação de gemas

Cinetina = auxina \Rightarrow formação de calos

Cinetina < auxina \Rightarrow formação de raízes

c) Observou-se também a atividade dessas substâncias em gemas laterais. A quebra da dormência em gemas depende da relação citocinina/auxina.

Assim:

Auxina > citocinina \Rightarrow a gema lateral permanece dormente.

Auxina < citocinina \Rightarrow a gema lateral inicia o seu desenvolvimento.

d) Muitas plantas, quando cortadas, mostram nas suas folhas um rápido decréscimo do conteúdo proteico e o consequente aumento no teor de nitrogênio solúvel.

Observou-se que a aplicação de citocininas nas folhas dessas plantas resultava numa permanência maior da cor verde e da quantidade de proteínas. Dessa maneira, as citocininas são capazes de provocar um efeito antisenescente. Elas seriam capazes de manter a síntese de ácidos nucleicos e de proteínas, durante um certo tempo.

■ Zeatina

Essa citocinina ocorre naturalmente nos vegetais, tendo sido extraída do milho. É produzida na ponta da raiz e transportada para o caule e as folhas através do xilema.

4. AÇÃO DAS CITOCININAS

■ Nas folhas

Regulam o metabolismo e a senescência.

■ Nos frutos e sementes jovens

Estimulam a divisão celular e o crescimento.

5. ÁCIDO ABSCÍSICO

Em climas temperados, as estações do ano são nitidamente distintas.

Nos períodos favoráveis (primavera e verão), as gemas das plantas estão em intensa atividade, dividindo constantemente as células e promovendo o crescimento vegetal. No período desfavorável (inverno ou um período de seca), as gemas devem permanecer dormentes e protegidas para suportarem, vivas, tais períodos.

Foi observado que, antes do período desfavorável, a planta produz um hormônio, denominado ácido abscísico (dormina), responsável pela dormência das gemas do caule.

■ Fitoalexinas

São produzidas pelas células das plantas em resposta a uma infecção provocada por fungos. Trata-se de substâncias fungitóxicas.

■ Vitaminas

Nos vegetais, podem ser consideradas como hormônios.

São de importância as vitaminas do complexo B.

A tiamina (vit. B₁), a pirodoxina (vit. B₆) e o ácido nicotínico são produzidos nas folhas e chegam às raízes, onde agem no seu desenvolvimento normal.

A riboflavina (vit. B₂) parece estar relacionada com a inativação do AIA.