EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

ZOOLOGIA DOS INVERTEBRADOS
TOMO II

Mário De Maria
Ubirajara de Oliveira
Organizadores

EDITORA ufmg

ZOOLOGIA DOS INVERTEBRADOS

TOMO II

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Reitor: Clélio Campolina Diniz
Vice-Reitora: Rocksane de Carvalho Norton

Pró-Reitoria de Graduação

Pró-reitora: Antônia Vitória Soares Aranha
Pró-Reitora Adjunta: Carmela Maria Polito Braga
Coordenador do Cenro de Apoio à Educação a Distância:
Fernando Fidalgo
Coordenadora da Universidade Aberta:
Ione Maria Ferreira Oliveira

EDITORA UFMG

Diretor: Wander Melo Miranda
Vice-Diretora: Silvana Cóser

Conselho Editorial

Wander Melo Miranda (presidente)
Flávio de Lemos Carsalade
Heloisa Maria Murgel Starling
Márcio Gomes Soares
Maria das Graças Santa Bárbara
Maria Helena Damasceno e Silva Megale
Paulo Sérgio Ladeira Beirão
Silvana Cóser

Mário De Maria
Ubirajara de Oliveira
Organizadores

ZOOLOGIA DOS INVERTEBRADOS

TOMO II

Belo Horizonte
Editora UFMG
2010

© 2010, Mário De Maria, Ubirajara de Oliveira
© 2010, Editora UFMG
Este livro ou parte dele não pode ser reproduzido por qualquer meio sem autorização escrita do Editor.

Zoologia dos invertebrados : tomo II / Mário De Maria, Ubirajara de Oliveira (Org.).
Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010.
Z87
147 p. – il. (Educação a Distância)

Inclui bibliografia.
ISBN: 978-85-7041-819-7

1. Zoologia. 2. Invertebrado. I. Maria, Mário De. II. Oliveira, Ubirajara de. III. Série.

CDD: 592
CDU: 592

Elaborada pela DITTI – Setor de Tratamento da Informação
Biblioteca Universitária da UFMG

Este livro recebeu o apoio financeiro da Secretaria de Educação a Distância do MEC.

ASSISTÊNCIA EDITORIAL: Eliane Sousa e Euclídia Macedo
EDITORAÇÃO DE TEXTOS: Maria do Carmo Leite Ribeiro
REVISÃO E NORMALIZAÇÃO: Maria do Rosário A. Pereira
PROJETO GRÁFICO, CAPA e ILUSTRAÇÕES: Eduardo Ferreira
FORMATAÇÃO: Edwaldo Ferreira

EDITORA UFMG
Av. Antônio Carlos, 6.627 - Ala direita da Biblioteca Central - Térreo
Campus Pampulha - 31270-901 - Belo Horizonte - MG
Tel.: +55 31 3409-4650 - Fax: +55 31 3409-4768
www.editora.ufmg.br - editora@ufmg.br

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
Av. Antônio Carlos, 6.627 - Reitoria – 6º andar
Campus Pampulha - 31270-901 - Belo Horizonte - MG
Tel.: +55 31 3409-4054 - Fax: +55 31 3409-4060
www.ufmg.br - info@prograd.ufmg.br - educacaoadistancia@ufmg.br

Ao se falar em Educação a Distância, é preciso ressaltar a possibilidade que essa modalidade de ensino promove de inserção social pela disseminação de meios e processos de democratização do conhecimento, na expectativa de, por essa via, não só elevar os índices de escolaridade, mas também oferecer uma educação de qualidade. A meta é, nesse caso, disponibilizar uma formação inicial e/ou uma formação continuada, em particular a professores que não tiveram acesso a esse ensino, cujo objetivo principal é a melhoria da Educação Básica.

Não se pode ignorar que é fundamental haver, sempre, plena conexão entre educação e aprendizagem. A modalidade a distância é um tipo de aprendizagem que, em especial na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), já está concretizada como um ensino de qualidade. Hoje, a aprendizagem tornou-se, para todos os profissionais dessa Universidade envolvidos no programa de Educação a Distância (EAD), sinônimo de esforço e dedicação de cada um.

Este livro, que faz parte da coletânea do curso de Ciências Biológicas, na modalidade a distância, está relacionado a uma das disciplinas desse curso e objetiva desenvolver conhecimentos essenciais para o estudo dela. Os alunos estudarão o material nele contido e muitos outros, que lhe serão sugeridos em bibliografia complementar, e poderão, às vezes, sentir-se solitários. É importante terem em vista, porém, que essas leituras são de extrema importância para, com muita dedicação, avançarem em seus estudos.

Cada volume da coletânea está dividido em aulas e, em cada uma delas, trata-se de determinado tema, que é explorado de diferentes formas – textos, apresentações, reflexões e indagações teóricas, experimentações ou orientações para atividades a serem realizadas pelos alunos. Os objetivos propostos em cada uma dessas aulas indicam as competências e habilidades que, ao final da disciplina, eles devem ter adquirido.

A autoavaliação, proposta no final de cada aula, objetiva levar os alunos a avaliar sua aprendizagem e seu progresso em cada passo do curso. Espera-se que, assim, ele se torne autônomo, responsável, crítico e decisivo, capaz, sobretudo, de desenvolver a própria capacidade intelectual. Caso os objetivos pretendidos não sejam alcançados, os alunos não podem esquecer-se de que toda a equipe de professores e tutores responsáveis pelo curso estará, a distância ou presente nos polos, pronta a ajudá-los. ao longo do curso, o estudo em grupo, a discussão e a troca de conhecimentos com os colegas serão, nessa modalidade de ensino, de grande importância.

Agradeço aos autores e à equipe de produção pela competência, empenho e tempo dedicados à preparação deste e dos demais livros da coletânea de Ciências Biológicas. Espero que cada um deles possa ser valioso para os alunos desse curso, pois tenho a certeza de que vão contribuir muito para o sucesso profissional de todos eles, como professores em cursos de Ciências Biológicas e na área da Educação, em geral, no país.

Ione Maria Ferreira de Oliveira

Coordenadora do Sistema Universidade Aberta do Brasil
na Universidade Federal de Minas Gerais (UAB/UFMG)

Assessora do Centro de Apoio de Educação a Distância (CAED)
de setembro de 2009 a abril de 2010

SUMÁRIO

Aula 1 - Onychophora e Tardigrada 09
Alfredo Hannemann Wieloch, Ivo de Sena Oliveira e Alípio Rezende Benedetti

Aula 2 - Arthropoda - parte 1 19
Mário De Maria

Aula 3 - Arthropoda - parte 2 25
Ubirajara de Oliveira

Aula 4 - Arthropoda - parte 3 31
Éder Sandro Soares Álvares e Ewerton Ortiz Machado

Aula 5 - Arthropoda - parte 4 37
Cristina Apolônia Oliveira Santos e Mário De Maria

Aula 6 - Arthropoda - parte 5 61
Alexsander Araújo Azevedo

Aula 7 - Arthropoda - parte 6 73
Alípio Rezende Benedetti, Marcela Borges e Ubirajara de Oliveira

Aula 8 - Arthropoda - parte 7 91
Alípio Rezende Benedetti

Aula 9 - Gastrotricha, Nematoda, Nematomorpha e Priapula . . . 109
Taíssa Rodrigues da Silva e Alfredo Hannemann Wieloch

Aula 10 – Loricifera, Kinorhyncha, Gnathostomulida e Rotifera . . 119
Taíssa Rodrigues da Silva

Aula 11 - Seisonida, Acantocephala, Kamptozoa e Cycliophora . . 125
Taíssa Rodrigues da Silva e Alfredo Hannemann Wieloch

Aula 12 - Phoronida, Brachiopoda e Bryozoa 131
Taíssa Rodrigues da Silva e Silvia Maria Gandolfi Chiarello

Aula 13 – Chaetognatha, Hemichordata e Echinodermata 137
Taíssa Rodrigues da Silva e Silvia Maria Gandolfi Chiarello

AULA 1

Onychophora e Tardigrada

Alfredo Hannemann Wieloch, Ivo de Sena Oliveira e Alípio Rezende Benedetti

OBJETIVOS:

Conhecer os atributos básicos que distinguem os Onychophora e Tardigrada.

Onicóforos são invertebrados terrestres de corpo vermiforme, mole e aveludado, compartilhando características morfofisiológicas com artrópodes e anelídeos. A primeira descrição de *Peripatus* se deu em 1826 por Lansdown Guilding como sendo uma "lesma com pernas", confundido com um molusco devido à sua aparência. O Filo foi nomeado Onychophora (Onycho = garra; Phora = portador) em 1853 por E. Grube.



Epiperipatus edwardsii (BLANCHARD, 1847)
Fonte: <http://www.sciencephoto.com>.
Acesso em: 22 mar. 2006.

Os onicóforos são popularmente conhecidos como *Peripatus*, termo este pouco aplicável, pois se refere ao nome do primeiro gênero descrito, e não ao filo na íntegra, ou como vermes veludos, devido ao seu aspecto aveludado. Possuem distribuição relativamente restrita a regiões tropicais ou temperadas do hemisfério sul. A maioria das espécies vive em locais úmidos, como florestas tropicais, sendo encontrados sob troncos, pedras e folhas, ao longo de cursos d'água e cavernas, alimentando-se de pequenos artrópodes que conseguem capturar com ajuda de uma substância adesiva que lançam sobre a presa.

O grupo dos onicóforos teve origem em uma diversificação marinha explosiva e seus ancestrais datam do baixo e médio Cambriano, há aproximadamente 530 milhões de anos. Acredita-se que a irradiação dos onicóforos para o ambiente terrestre se deu no período Ordoviciano. Os ancestrais marinhos dos onicóforos são denominados

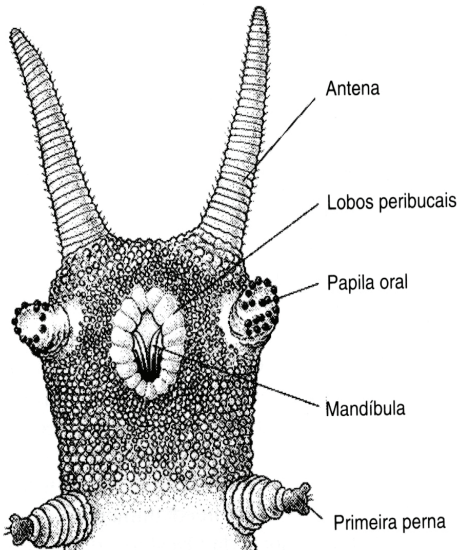
lobopodianos devido à presença de estruturas similares aos lobópodos ou parapódios encontrados na Classe Polychaeta. A análise dos fósseis de onicóforos encontrados mostra que em aproximadamente 530 milhões de anos de história, o grupo apresentou poucas mudanças e por isso é considerado por alguns autores um "fóssil vivo".

São conhecidos hoje cerca de 50 gêneros e mais de 150 espécies de onicóforos. Esses morfotipos estão divididos em duas famílias: Peripatopsidae e Peripatidae. As duas famílias possuem abrangências geográficas exclusivas, mas a existência de fósseis de onicóforos em regiões temperadas mostra que essa distribuição já foi mais ampla e sugere que a separação das famílias foi resultado de um isolamento passado da Pangeia em Laurásia e Gondwana. Dessa forma, as famílias foram forçadas a se moverem para o sul devido a mudanças climáticas e estão hoje isoladas por um cinturão árido nas Américas e na África e pelo oceano na Ásia e Oceania.

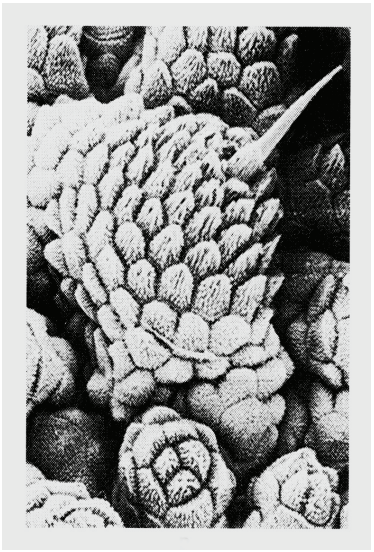
Os onicóforos modernos lembram lagartas, variando entre 5 e 15 cm de comprimento. Pouca encefalização está presente e o corpo é fortemente homogêneo. O corpo é mais ou menos cilíndrico, portando na extremidade anterior um par de grandes antenas aneladas, uma boca ventral (contendo um par de mandíbulas em forma de garras) e um par de papilas orais. As mandíbulas representam apêndices segmentares modificados, como nos artrópodes. Lábios circundam as mandíbulas e na base de cada antena há um pequeno olho simples. Esses apêndices anteriores são seguidos de um número de patas que varia de 13 a 43 pares de acordo com a espécie. Os apêndices anteriores, assim como as patas, são superficialmente anelados, não sendo articulados, segmentados ou possuindo musculatura intrínseca. A superfície inteira do corpo é coberta por tubérculos grandes e pequenos que se arranjam em anéis ou faixas. Os tubérculos, por sua vez, são recobertos por minúsculas escamas, o que confere aos onicóforos seu aspecto aveludado. Pigmentos vermelho, laranja, azul e verde estão presentes, e a coloração é extremamente variável.

A superfície corporal é coberta por cutícula quitinosa composta pelas mesmas camadas que nos artrópodes e mudada periodicamente, mas ao contrário do exoesqueleto dos artrópodes, a cutícula dos onicóforos é fina, flexível, muito permeável e não se divide em placas articuladas. Abaixo da cutícula quitinosa há uma fina epiderme que recobre uma derme de tecido conjuntivo e camadas de músculos circulares, diagonais e longitudinais. A parede corporal é construída de forma semelhante à maioria dos vermes de corpo mole, incluindo os anelídeos. O celoma verdadeiro, como nos artrópodes, está restrito às cavidades gonadais e aos pequenos sacos associados aos nefrídios, enquanto o sistema sanguíneo-vascular se expande para formar uma hemocele.

A maioria dos onicóforos se alimenta de pequenos artrópodes que são capturados com ajuda de uma substância adesiva que lançam sobre a presa. A digestão ocorre com auxílio de secreções salivares que são injetadas na presa e que a digerem parcialmente. A boca se abre no interior de um intestino anterior composto por uma faringe e um esôfago recobertos por quitina. Um intestino grande e reto, posterior ao esôfago, é responsável pela digestão e absorção. Células intestinais secretam uma membrana peritrófica, que reduz o atrito do alimento com as frágeis células responsáveis pela digestão.



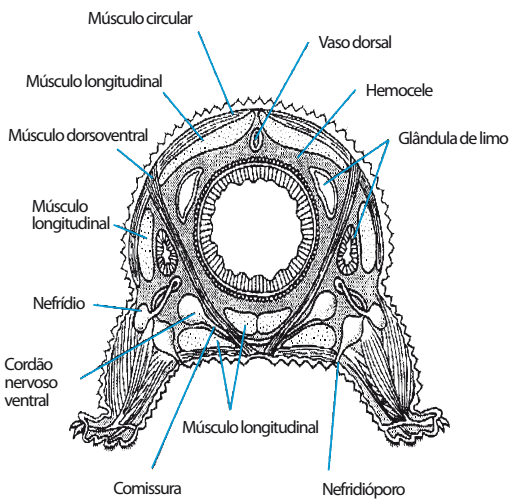
Parte anterior de *Peripatopsis capensis*
Fonte: RUPPERT & BARNES, 1996.



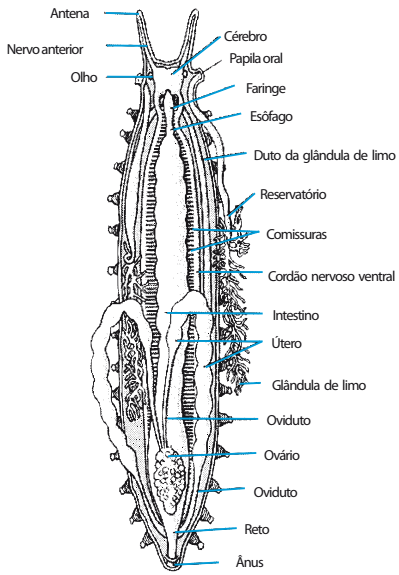
Eletromicrografia de varredura da superfície corporal de *Peripatopsis moselepi*
Fonte: RUPPERT & BARNES, 1996.

O sistema circulatório é semelhante ao dos artrópodes e ligado à hemocele. Um coração tubular aberto nas extremidades contém um par de óstios laterais e repousa no seio pericárdico. O sangue é incolor, não contendo nenhum pigmento transportador de oxigênio. A composição iônica da hemolinfa dos onicóforos comparada com outros grupos de artrópodes se difere basicamente pela presença de cálcio, magnésio, fosfatos e bicarbonato. Os onicóforos possuem um sistema de vascularização subcutâneo restrito ao Filo, chamado de canais hemais.

Cada segmento do corpo de um onicóforo contém um único par de nefrídios localizados nos seios ventrolaterais. O nefridióporo se localiza na base interna de cada perna. Os órgãos responsáveis pela troca gasosa são as traqueias, que se abrem ao longo de todo corpo por meio de espiráculos que ocorrem entre as faixas de tubérculo. Os espiráculos dos onicóforos não podem ser fechados para controlar a perda de água, diferente do espiráculo dos insetos.



Corte transversal diagramático através do corpo de um onicóforo
Fonte: RUPPERT & BARNES, 1996.



Anatomia interna de um onicóforo
Fonte: RUPPERT & BARNES, 1996.

O sistema nervoso é composto por um cérebro grande e bilobado que repousa sobre a faringe e um par de cordões nervosos ventrais conectados por comissuras. O cérebro supre os nervos da região anterior (antenas, olhos e boca) e em cada segmento os cordões nervosos formam bulbos e dão origem a vários nervos pareados que suprem pernas e a parede corporal.

A locomoção se dá tanto por expansão e contração, usando dos fluidos do corpo como esqueleto hidrostático, como por ação muscular das pernas que se localizam mais ventralmente que os lobópodos dos anelídeos. Dessa forma o esforço efetivo de uma perna não se altera com o do lado oposto do corpo.

As características que os onicóforos compartilham com o Filo Arthropoda e o Filo Anellida podem ser visualizadas de maneira resumida na Tabela 1.

TABELA 1

Características do Filo Onychophora compartilhadas com anelídeos e artrópodes segundo Ruppert & Barnes (1996)

ANELÍDEOS	ARTRÓPODES
• Corpo coberto por tubérculos arranjados em anéis ou faixas; • Superfície dorsal do corpo recoberta por quitina, formando uma cutícula fina e permeável; • Abaixo da epiderme há três camadas musculares lisas, sendo elas: circular, diagonal e longitudinal; • Fluidos corporais agem como esqueleto hidrostático; • Cada segmento possui um único par de nefrídios; • Locomoção por contração e expansão do corpo (esqueleto hidrostático).	• Patas mais ventrais do que os parapódios dos anelídeos, de forma que o esforço de uma certa pata não é transmitido para o par correspondente; • Celoma reduzido à cavidade gonadal; • Não possuem segmentação interna; • Células intestinais secretam uma membrana peritrófica; • Sistema circulatório aberto; • Locomoção por movimentos das pernas; • Se ovíparos, ovos com quitina; • Sofrem mudas a cada duas semanas.

Os onicóforos se confinam em microambientes úmidos, como o interior de troncos em decomposição (maioria das espécies), embaixo de rochas, sob o folhiço, em galerias no solo, cavernas e leitos de rios, evitando assim a dessecação. Os representantes atuais do Filo Onychophora alimentam-se de pequenos artrópodes terrestres. A presa é escolhida por um leve toque de antena, e, se comestível, ela é capturada e emaranhada em uma cola protéica esguichada através da papila oral. Uma vez coberta pela cola, a presa é imobilizada

por uma injeção de saliva que pode também digeri-la parcialmente. A ingestão leva várias horas, compreendendo 90% do tempo total de predação e normalmente apenas uma presa é consumida por noite. O exoesqueleto vazio da presa é descartado.



Macroperipatus torquatus (esquerda) e *Epiperipatus trinidadensis* (direita) se alimentando
Fonte: <http://www.sciencehoto.com>. Acesso em: mar. 2006.

A colonização de novos microambientes é mediada por ferormônios secretados pelos machos, os quais atraem tanto fêmeas como outros machos da mesma espécie. Os onicóforos podem ser ovíparos, vivíparos ou ovovivíparos, e normalmente os machos se tornam maduros no primeiro ano de vida, enquanto as fêmeas só atingem a fase reprodutiva no segundo ou terceiro ano de vida. Algumas fêmeas, após a maturidade, carregam consigo espermatozoides em uma espermateca, e verifica-se uma relação linear entre a massa corporal e o número de embriões em desenvolvimento.

FILO TARDIGRADA

Animais minúsculos, de comprimento entre 100 e 150 mm, porém algumas espécies alcançam 1,5 mm. Dificilmente percebidos pelo grande público, devido ao pequeno tamanho e hábitos crípticos, eles vivem em ambientes aquáticos, seja marinho ou de água doce, ou ainda em ambientes terrestres ocasionalmente cobertos por água. Podem ser encontrados em geleiras, fontes termais e são comuns entre os grãos de areia do ambiente marinho; também encontram-se em musgos, líquens, folhiço úmido e em solos.

Quando o filme de água evapora, os tardígrados entram em um estado conhecido como criptobiose, que é caracterizado por dessecação e redução do metabolismo, permitindo, assim, que sobrevivam às temporadas secas por longos períodos.



Tardigrada: Eletromicrografia de varredura

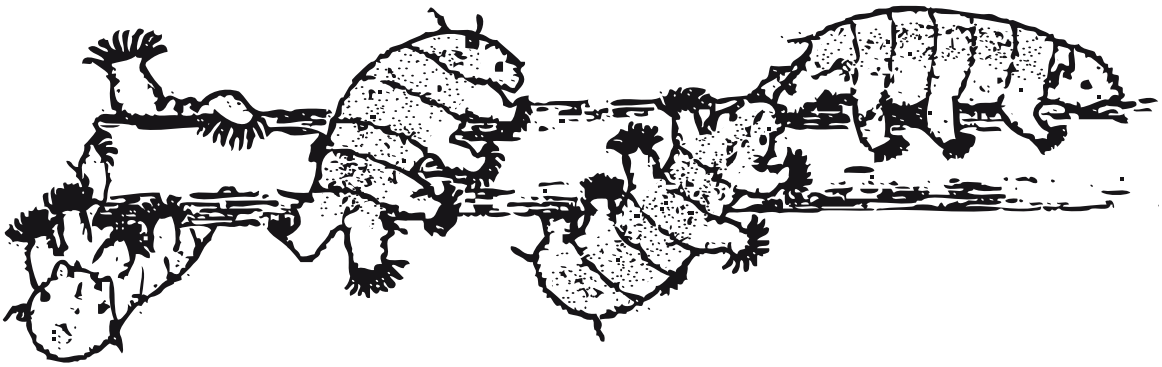
Podem viver de 10 a 100 anos, alternando entre estágios criptobióticos e períodos de atividade.

Os tardígrados dividem-se em três táxons: Heterotardigrada, Eutardigrada e Mesotardigrada. Exceto por uma única espécie, *Thermozodium*, encontrada em fonte termal no Japão, destruída em um terremoto, todas as outras espécies de Tardigrada pertencem a Heterotardigrada e Eutardigrada.

De corpo cilíndrico e simetria bilateral, eles têm segmentação externa superficial, muitas vezes não correspondendo a segmentos verdadeiros. Há uma pequena cabeça e o tronco com 4 a 5 segmentos. Cada segmento do corpo apresenta um par de pernas, que são curtas e em cuja extremidade há de 4 a 8 garras ou discos adesivos.

Na parede do corpo encontra-se a epiderme mais externamente. Abaixo dela, há uma lâmina basal. A epiderme é um epitélio uniestratificado eutélico (com número constante de células). A epiderme secreta uma cutícula externa (exoesqueleto) com quatro camadas, epicutícula, exocutícula, mesocutícula e endocutícula, composta por um tipo indeterminado de quitina, glicoproteínas, mucopolissacarídeos, polissacarídeos, lipídios e lipoproteínas. A cutícula pode ser ornamentada com espinhos, grânulos, poros etc.

Os tardígrados sofrem mudas periódicas, as ecdises, um processo semelhante ao dos artrópodes, abandonando, em seguida, uma exúvia. As garras, ao contrário da cutícula, são secretadas por glândulas das garras.



Tardigrada: Locomoção

Tardígrados locomovem-se por contração da musculatura, que se opõe a hemocele, que atua como esqueleto hidrostático, e com isso contraem o corpo e os apêndices. Movem-se lentamente com as pernas, rastejando e agarrando-se ao substrato com garras ou discos.

Alimentam-se de células vegetais, enquanto as espécies terrestres alimentam-se de algas e detritos, e alguns predam nemátodes e outros animais pequenos, inclusive outros tardígrados.

O sistema digestivo é dividido em região anterior, média e posterior. As regiões anterior e posterior são ectodérmicas e sofrem muda.

A região anterior consiste em tubo bucal, de abertura anterior terminal ou subterminal ventral, faringe e esôfago. Nesta região, encontram-se os estiletes, estruturas exclusivas de Tardigrada, extremamente cuticularizadas, secretadas por glândulas salivares, usadas para perfurar células vegetais ou presas animais.

Quando o animal alimenta-se, cola-se a boca à presa, e os estiletes a perfuram, sendo o conteúdo bombeado pela faringe em direção ao esôfago.

A região mediana compreende o intestino, onde o alimento pode ser envolvido em uma membrana peritrófica secretada pelo epitélio. É no intestino que ocorre a absorção de nutrientes.

Por sua vez, a região posterior corresponde ao reto e ânus, localizado na linha mediana ventral, entre o último par de pernas. O reto pode ser considerado uma cloaca, em algumas espécies, pois recebe resíduos nitrogenados e a abertura dos ovidutos fêmeas.

Não há órgãos especializados para trocas gasosas. Em razão do diminuto tamanho dos tardígrados, estas trocas ocorrem na superfície do corpo. Também não há um coração, o sangue é bombeado pela contração do corpo.

Glândulas de Malpighi nos eutardígrados são os órgãos da excreção. Nos heterotardígrados não existem órgãos próprios para excreção. Os resíduos nitrogenados são eliminados através do reto.

Sistema nervoso central é similar ao dos artrópodes e anelídeos, ou seja, do tipo "escada-de-cordas". O cérebro dos tardígrados pode ser homólogo ao protocérebro de artrópodes. Há um par de gânglios para cada segmento do tronco. A segmentação do sistema nervoso suporta a hipótese de que tardígrados possuem uma cabeça e 4 a 5 segmentos. Alguns tardígrados apresentam um par de ocelos, e há, ainda, sensilas, cerdas e papilas, que podem ser mecano ou quimiorreceptores.

São animais gonocóricos, porém alguns são hermafroditas. Além disso, algumas espécies são partenogenéticas. As gônadas situam-se acima do sistema digestivo e provavelmente têm origem celômica. Nos machos, dois dutos espermáticos saem do testículo e abrem-se anteriormente ao ânus. Nas fêmeas de eutardígrados o sistema reprodutor é ligado ao sistema digestivo, pois o oviduto se liga ao reto. Em heterotardígrados isso não ocorre. Receptáculos seminais podem estar presentes.

A cópula varia entre espécies aquáticas e terrestres. Nas espécies terrestres a fertilização é interna, porém nas espécies aquáticas o macho deposita os espermatozoides na exúvia da fêmea, onde se encontram os óvulos.

Os ovos podem ter espessura da casca diferenciada, dependendo das condições do ambiente. Em condições favoráveis, os ovos têm casca fina, em condições adversas a casca é grossa, dando maior proteção.

O desenvolvimento é direto. Instares juvenis diferem levemente dos adultos. Podem sofrer até 12 mudas.

A relação dos tardígrados com outros táxons é assunto controverso. Características morfológicas dos tardígrados são compartilhadas com onicóforos, artrópodes e alguns táxons de "asquelmintos". Porém, as ligações morfológicas com os artrópodes são mais fortes.

Evidências moleculares baseadas em RNA 18S indicam proximidade aos artrópodes, e também aos cicloneurálios.

Similaridades em relação à morfologia, ao desenvolvimento e à sequência de nucleotídeos sugerem que Arthropoda, Onychophora e Tardigrada devem ser agrupados em um superfilo, Panarthropoda.

AUTOAVALIAÇÃO

1) Cite os atributos básicos que distinguem os Onychophora.

2) Cite os atributos básicos que distinguem os Tardigrada.

AULA 2

Arthropoda – parte 1

Mário De Maria

INTRODUÇÃO

Artrópodos são animais triblásticos, com simetria bilateral, protostômicos, esquizocelomados com aparelho digestivo completo, circulação aberta ou lacunar, excreções por tubos de Malpighi, glândulas coxais e glândulas verdes, respiração por traqueias, pulmões, brânquias, pulmões pleopodais, sistema nervoso ganglionar ventral e até pouco tempo eram relacionados aos anelídeos, com os quais compartilham muitas semelhanças morfológicas. Estudos modernos, apoiados na biologia molecular sugerem, entretanto, uma relação mais distante entre esses dois táxons, aproximando os artrópodes dos nematódeos e cicloneurálios.

Os artrópodos consistem em dois táxons atuais principais: Chelicerata e Mandibulata e um terceiro grupo extinto, Trilobitomorpha.

Os Chelicerata possuem cerca de 75.000 espécies descritas, agrupadas em três grupos distintos:

a- Merostomata (ex.: límulus, também conhecidos como caranguejo ferradura de cavalo, “King-crab”, entre outras denominações);

b- Arachnida (escorpiões, aranhas, pseudoescorpiões, escorpiões-vinagre, opiliões, ácaros, amblipígios etc.);

c- Pycnogonida (conhecidos como “aranhas-do-mar”, lembrando que são quelicerados, mas não araneídeos).

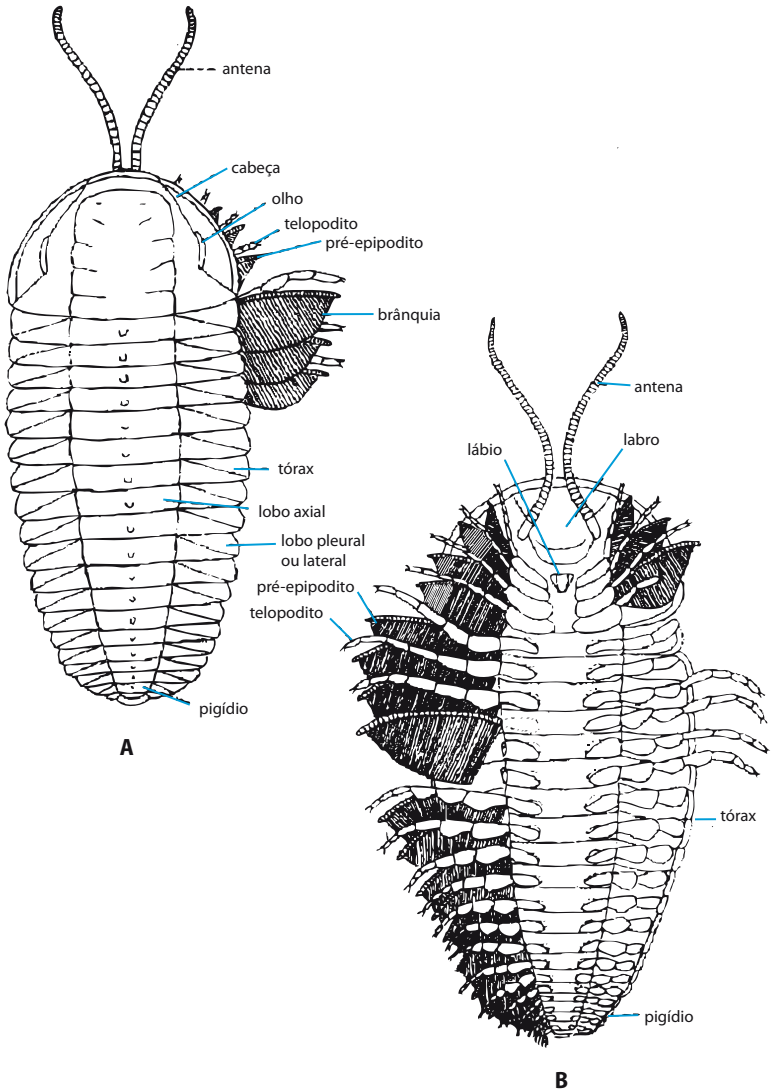
Os Mandibulata contêm os grupos-irmãos Crustácea (camarão, lagosta, siri, caranguejo, cracas, lepas, tatuzinhos de jardim, pulgas d’água, pulgas da praia, pagurus, baratinhas da praia (*Lygia*), artêmias etc.) e Tracheata (insetos, lacraias, piolhos-de-cobra etc.).

Esses táxons compartilham várias características importantes, tais como corpo segmentado, exoesqueleto de quitina e processo

de ecdise (“muda”), apêndices segmentados, pares e articulados, e ausência de cílios locomotores.

O fato de que essas características são compartilhadas por todos os artrópodes evidencia uma ancestralidade comum. A aquisição evolutiva dessas características é conhecida como artropodização.

Arthropoda, Tardigrada (tardígrados, ursos-d’água, *water bear*) e Onychophora (onicóforos, peripatus), considerados próximos entre si, formam o táxon Panarthropoda.



Os Trilobitomorpha (trilobitas) compreendem os primeiros e mais bem conhecidos e abundantes fósseis de artrópodes. Os trilobitas foram abundantes e amplamente distribuídos nos mares do Paleozoico do Cambriano Inferior até o Permiano. Eles apareceram subitamente no período Cambriano e alcançaram o máximo da sua distribuição e abundância durante os períodos Cambriano e Ordoviciano, há cerca de 540 milhões de anos. Os trilobitas persistiram

por 300 milhões de anos, até que desapareceram no final do Permiano, mais ou menos 260 milhões de anos atrás. Seus fósseis são tão comuns e amplamente distribuídos, e as espécies, tão características de locais e épocas específicas, que são utilizados pelos geólogos como fósseis indicadores da correta sequência geológica. A maioria dos fósseis de trilobitas medem entre 3 e 10 cm de comprimento, embora os fósseis de algumas espécies planctônicas meçam 0,5 mm. *Isotelus* é considerado o maior fóssil de trilobita, medindo 70 cm.

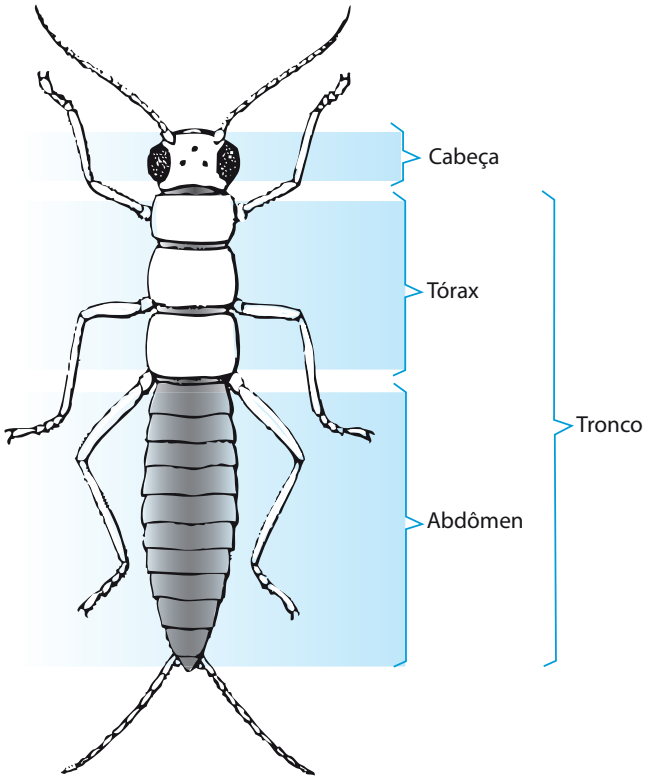
Um trilobita típico é de forma oval, achatado dorsoventralmente. É dividido transversalmente em três tagmas, consistindo em céfalo anterior (cabeça), tórax mediano e pigídio posterior. O tórax e o pigídio formam o tronco. Um par de sulcos paralelos e longitudinais, os sulcos axiais, dividem o corpo em três lobos longitudinais lado a lado.

ESTRUTURA CORPORAL DOS ARTRÓPODES

Segmentação: os artrópodes, como os anelídeos, são segmentados (metamerizados), compostos por uma série linear de módulos semelhantes ou segmentos (somitos).

A segmentação é evidente durante o desenvolvimento desses animais, sendo uma característica conspícua da maioria dos adultos. É especialmente evidente nos táxons basais, mas pode estar obscurecida em artrópodes derivados, por causa da perda ou fusão de segmentos. Existe uma tendência em alguns artrópodes para reduzir ou eliminar as evidências da segmentação externa, como, por exemplo, em alguns táxons de aracnídeos, principalmente nos ácaros, os quais podem não apresentar nenhum sinal externo de segmentação. Na maioria dos artrópodes, a segmentação está dividida em anéis segmentares endurecidos pela união de várias placas ou escleritos, unidos por suturas ou sulcos. Podem apresentar numerosas cerdas, acúleos, tubérculos e esporões que são importantes na sistemática. A união dos escleritos recebe as seguintes denominações: dois escleritos dorsais, chamados tergitos, compõem o tergo ou noto; dois escleritos ventrais, chamados esternitos, compõem o esterno ou ventre; dois escleritos laterais, chamados pleuritos, compõem a pleura. As placas do corpo de um artrópode ligam-se por meio de membranas, porém o exoesqueleto quitinoso limita o crescimento. Esse problema foi resolvido com um processo denominado muda ou ecdise que também ocorre em grupos basais, como Onychophora e Tardigrada. Muitos artrópodes passam por mudanças drásticas durante o processo de muda que pode ocorrer, em número variável, dependendo do táxon, antes de o animal se tornar adulto, podendo ou não ocorrer uma metamorfose parcial ou total (ametábolo = sem metamorfose, hemimetábolo = metamorfose incompleta, holometábolo = metamorfose completa).

No artrópode ancestral todos os segmentos e seus apêndices eram



similares ou idênticos em estrutura, forma e função. É o que se chama de *homonomia*. Através de seleção natural ocorreram modificações nessa uniformidade inicial e quase todos os artrópodes recentes são *heterônomos*, com segmentos e apêndices especializados para diversas funções. Também as extremidades anterior (ácron) e posterior (télson) do corpo dos artrópodes não são homólogos seriais dos segmentos que se localizam entre eles.

Tagmose: é a tendência para organizar os segmentos em regiões que apresentam estrutura, função e apêndices semelhantes. Cada grupo de segmentos semelhantes é um tagma. A tagmose mais simples e inicial foi a divisão do corpo em cabeça, de posição anterior, e tronco, de posição posterior. Em quase todos os táxons modernos e na maioria deles houve modificação, sendo que o tronco ficou dividido em tórax e abdômen, perfazendo um total de três tagmas.

Em muitos artrópodes, alguns ou todos os segmentos torácicos se unem à cabeça para formar um tagma secundário denominado cefalotórax. Assim temos, nos principais grupos de artrópodes:

Crustáceos – cefalotórax e abdômen

Insetos (hexápodos) – cabeça, tórax e abdômen

Aracnídeos – cefalotórax e abdômen

Quilópodes – cabeça e tronco

Diplópodos – cabeça, tórax curto e abdômen longo

Cefalização: a cefalização ou o desenvolvimento de um tagma anterior (cabeça ou cefalotórax) responsável pela recepção sensorial, integração neural e alimentação, é uma forte tendência evolutiva nos artrópodes. Os apêndices anteriores e os órgãos sensoriais da cabeça (ou do cefalotórax) são inervados por uma concentração de gânglios segmentares conhecida como cérebro.

Apêndices segmentares: apêndices segmentares pares e articulados são uma autapomorfia dos artrópodes. Na condição primitiva, cada segmento apresenta um par de apêndices.

Os apêndices cefálicos ou cefalotorácicos são tipicamente especializados para a recepção química e alimentação. Os torácicos e abdominais, para a locomoção, reprodução, respiração, manipulação de alimentos, ataque e defesa etc.

Os apêndices podem ter sido perdidos em algumas regiões ou tagmas; assim, o abdômen tende a apresentar apêndices reduzidos, ausentes ou extremamente especializados.

Um aspecto importante da evolução dos artrópodes é a especialização funcional de seus apêndices.

Os apêndices dos hexápodes, miriápodes (Chilopoda e Diplopoda) e aracnídeos, quando presentes, apresentam um único ramo e são denominados unirremes.

Já os crustáceos possuem dois ramos principais e são denominados birremes.

O artrópode ancestral provavelmente tinha apêndices birremes ou multirremes.

Um apêndice birreme apresenta uma região basal denominada protopodito constituída de dois segmentos: coxa (coxopodito) e base (basepodito), aparecendo dois ramos, o exópodo (exopodito) lateral, e o endópodo (endopodito), mais próximo ao corpo. Da coxa também podem aparecer ramos ou lobos, o exito e o endito.

Os apêndices do tronco dos artrópodes estão divididos em cerca de sete segmentos, variando as denominações de acordo com os diversos táxons. Músculos flexores e extensores estendem-se além das articulações flexíveis e contraem-se produzindo movimento.

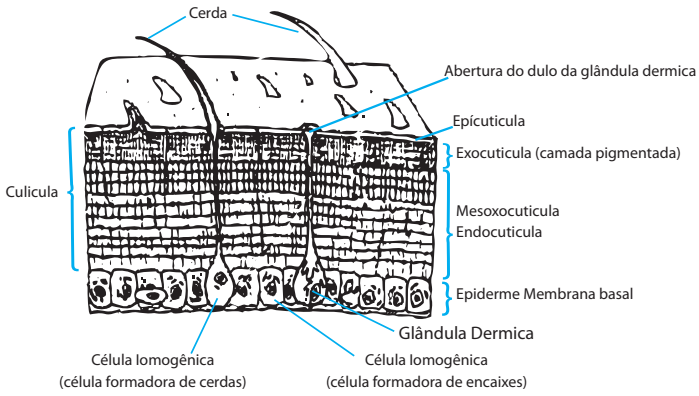


Figura 12.3 - Corte diagramático do tegumento interno dos artrópodos. (A partir de Hackman, R.H. 1971 In Florkin M. e Scheer, B.T. (Eds.) Chemical Zoology. Vol. VI. Academic Press, New York.)

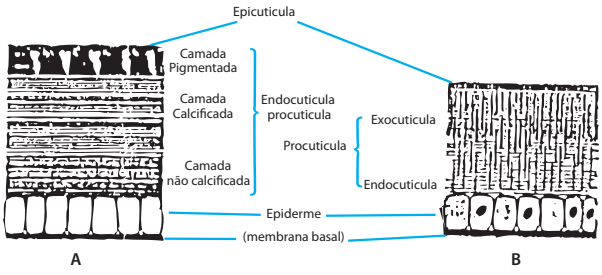


Figura 4.1 Padrões estruturais do tegumento dos artrópodos A, em crustáceos decápodos e B, em insetos

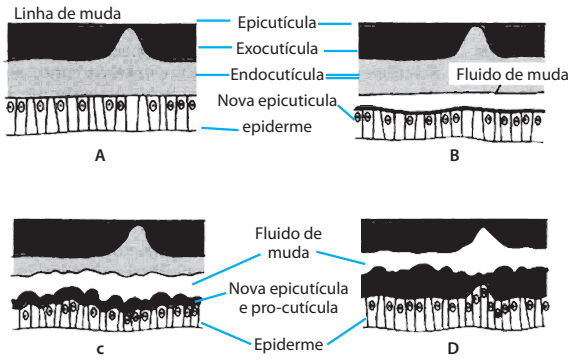
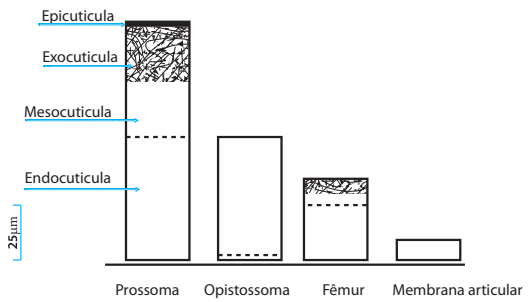


Figura 12.4 - Muda em artrópodo. A) O exoesqueleto completamente formado e a epiderme subjacente entre as mudas. B) Separação da epiderme e secreção do fluido de muda e da nova epiculícula. C) Digestão da endocutícula velha e secreção da nova pró-cutícula. D) O animal imediatamente antes da muda, envolvido dentro de ambos os esqueletos novo e velho.



S.:
O revestimento do corpo é uma cutícula complexa acelular (com várias camadas), atravessada por canalículos e produzida pela epiderme uniestrafificada imediatamente subjacente. O componente da cutícula melhor conhecido é a quitina, um polissacarídeo nitrogenado (C3H13O3N)x consistindo de resíduos de acetil-glucosamina, polimerizados em longas moléculas não-ramificadas. Misturando à quitina, nas lâmias da prolícula, há um componente protéico, que foi denominado de artropodina. A quitina é insolúvel na água, álcool, álcalis, ácidos diluidos ou pelos sucos digestivos de outros animais. Primeiramente pensou-se que a proporção de quitina determinasse o grau de rigidez do exoesqueleto (assim, as partes duras eram consideradas "fortemente quitinizadas"), mas pesquisas ulteriores mostraram haver mais proteína na cutícula mais externa dura e mais quitina (até 60 por cento), na cuticula interna mais mole.

AULA 3

Arthropoda – parte 2

Ubirajara de Oliveira

SUBFILO CHELICERATA

Os quelicerados representam um grande táxon com cerca de 75.000 espécies que incluem as aranhas, escorpiões, pseudoescorpiões, ácaros, aranhas-do-mar, caranguejos-ferradura e muitos outros animais. O grupo teve origem em ambientes marinhos, mas atualmente a maioria dos seus representantes é terrestre.

O corpo dos quelicerados é dividido em um cefalotórax ou prossoma (do latim *pro*, para frente; do grego *soma*, corpo); anterior, formado pela fusão da cabeça com o tórax — este apresenta seis pares de apêndices e um abdome ou opistossoma (do grego *opisthen*, atrás); posterior, que geralmente não apresenta apêndices, ou os apresenta altamente modificados.

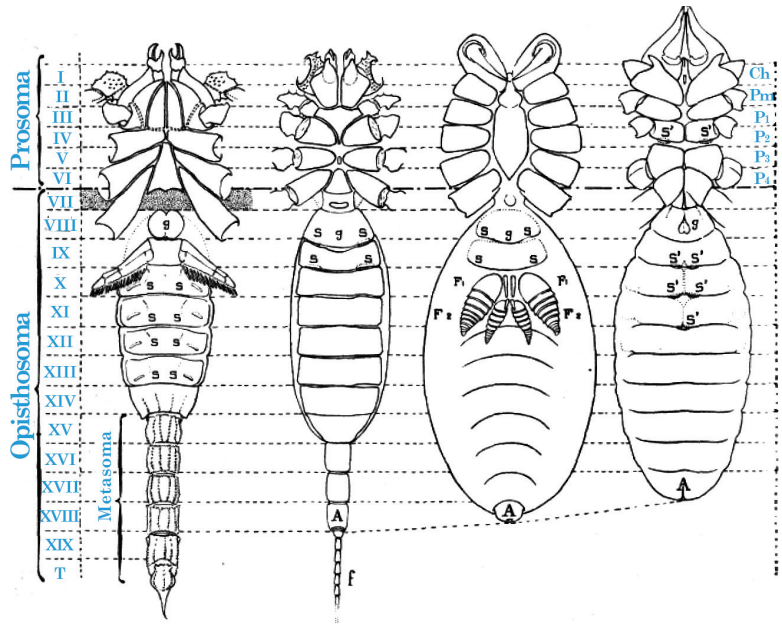
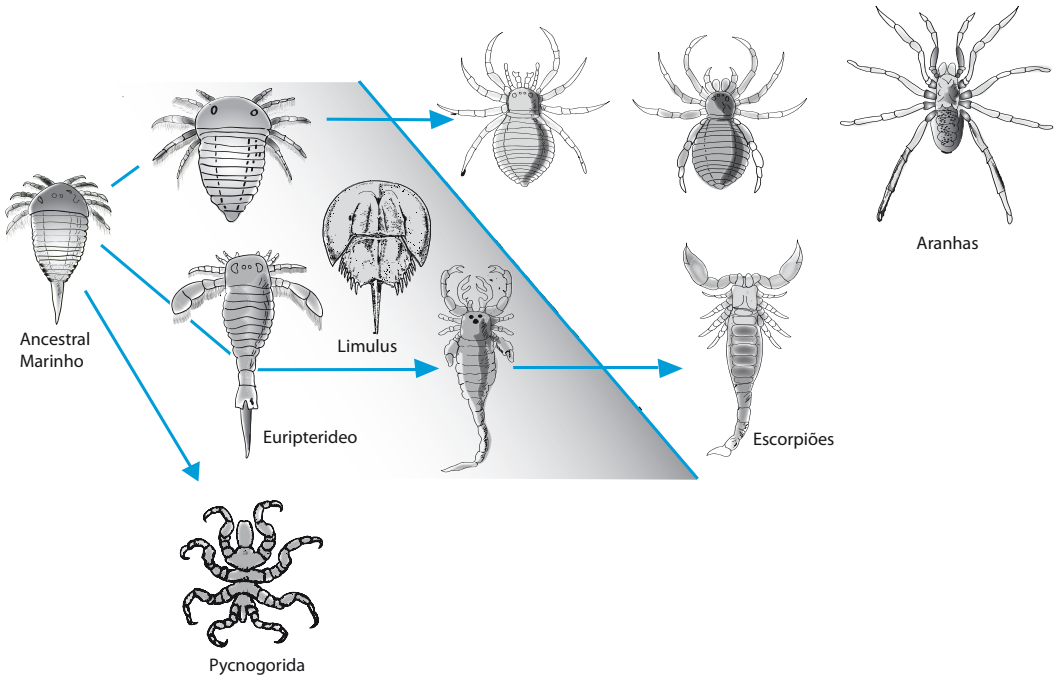


Figura ao lado mostra a homologia dos segmentos em escorpiões A, Opyg-P, Aranhas C e Solpugida D

O primeiro par de apêndices do cefalotórax são as quelíceras, locali-

zadas no segundo segmento cefalotorácico, cada quelícera é constituída de dois ou três segmentos, formando uma pinça ou quela; as antenas não estão presentes. O segundo apêndice é o pedipalpo, que pode apresentar diversas funções, sendo sensorial em alguns grupos, preênsil em outros e podendo até mesmo desempenhar função copulatória. Os quatro apêndices seguintes são as pernas locomotoras. O abdome é constituído por 12 segmentos ou menos, dependendo do grupo; primitivamente este é dividido em pré-abdome (mesossoma) com sete segmentos e um pós-abdome (metassoma) com cinco segmentos terminando em um télson posterior, sendo que este padrão foi muito modificado em alguns grupos de quelicerados. Os apêndices do abdome estão modificados para diversas funções, formando as brânquias laminares dos *Limulus*, pulmões foliáceos de alguns aracnídeos, órgãos reprodutores e fiandeiras nas aranhas.



Representação esquemática para origem filogenética dos principais grupos atuais de quelicerados

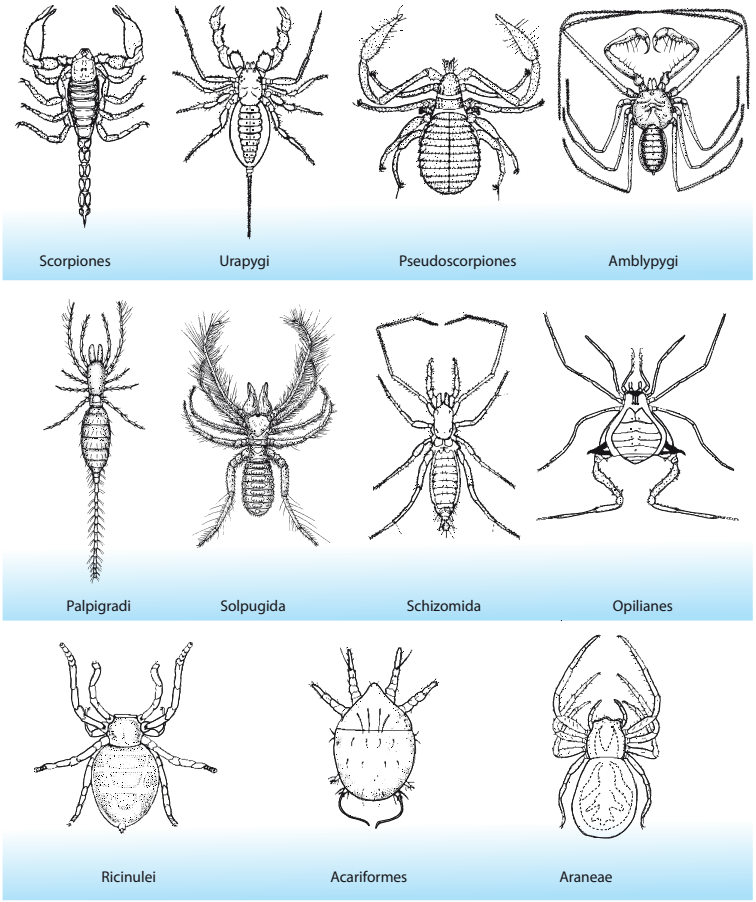
CLASSE XIPHOSURA

Com registros fósseis do siluriano, os Xiphosura representam um grupo muito antigo, e que apresenta poucas modificações na sua estrutura morfológica básica quando comparada com as formas atuais. O táxon atualmente está quase extinto, com apenas três gêneros e quatro espécies atuais, sendo o *Limulus polyphemus* comum nas águas rasas da costa Atlântica da América do Norte, os outros três gêneros ocorrem nas águas rasas do Oceano Indo-Pacífico. Os caranguejos-ferradura, como são conhecidos popularmente, apesar de não serem caranguejos, representam os maiores quelicerados vivos, podendo

atingir até 75 cm de comprimento; eles vivem em águas marítimas rasas, onde aram o sedimento a procura de mariscos, pequenos animais e material vegetal no lodo. Os caranguejos-ferradura migram para praias para a desova noturna, as fêmeas escavam uma depressão onde depositam cerca de 300 óvulos, os quais são fertilizados pelo macho que fica abraçado à fêmea; a fertilização é externa. Dos ovos eclodem larvas trilobita nadadoras. Assim conhecidas por sua semelhança com os extintos trilobitas, essas larvas sofrem mais de 12 mudas e atingem a maturidade sexual de 3 a 10 anos. Os ovos e as larvas representam uma importante fonte de alimento para diversas espécies no ambiente costeiro.

CLASSE ARACHNIDA

Praticamente todas as espécies de quelicerados atuais conhecidos são aracnídeos, descendentes dos primeiros quelicerados marinhos. Este táxon inclui os ácaros, aranhas, escorpiões, opiliões, escorpiões-vinagre e muitos outros táxons. Todos os aracnídeos estão adaptados à vida terrestre, apresentando pulmões foliáceos ou traqueias para respiração, apenas alguns grupos retornaram secundariamente à vida no ambiente aquático. Alguns grupos são capazes de produzir seda ou toxinas para captura de sua presa. A maioria é carnívora e a digestão é usualmente fora do corpo, sendo o alimento liquefeito antes da ingestão. A Classe Arachnida é composta de 11 ordens.



Quadro com as 11 ordens de aracnídeos atuais

Chave artificial, didática, parcial e ilustrada para a identificação de ordens de Arachnida neotropicais

1 - Presença de pedipalpos nitidamente quelados, apresentando pinça preênsil (Figura 1) 2

1' - Palpos não como acima (Figura 3)..... 3

2 - Abdome (opistossoma) com duas regiões distintas, o mesossoma e o metassoma ("pós-abdome"); presença de aguilhão no último segmento do metassoma (Figura 1); presença de pente ventral (Figura 1) ....**Scorpionida**

2'- Abdome (opistossoma) com uma única região; aguilhão e pente ausentes; raramente com mais de 8 mm (Figura 2) ..... **Pseudoscorpionida**

3 - Segmentos posteriores do abdome (metassoma) modificados em forma de flagelo (Figuras 4, 9, 10) 4

3' - Abdome sem flagelo (Figuras 2, 3, 7) 6

4 - Pedipalpos fortes com aspecto raptorial com uma pinça discreta; carapaça com um único tergito (Figura 4).....**Uropygi**

4' - Pedipalpos semelhantes às pernas; geralmente com menos de 3 mm (Figuras 9, 10) 5

5 - Carapaça com dois tergitos, um grande e anterior e um menor posterior (Figura 9) ..... **Palpigradi**

5' - Carapaça com três tergilos, um grande e anterior e dois menores posteriores (Figura 10)..... **Schizomida**

6 - Quelíceras muito volumosas e desenvolvidas, frequentemente do mesmo tamanho ou maiores que o cefalotórax (Figura 3) ..... **Solifugae**

6' - Quelíceras não como acima 7

7 - Estrutura em forma de "capuz" se projetando da região anterior do cefalotórax, capaz de cobrir as quelíceras e a boca; geralmente com menos de 10 mm (Figura 5) ..... **Ricinulei**

7' - Não como acima 8

8 - Abdome ligado ao cefalotórax por meio de uma estrutura denominada pedicele (Figuras 7, 11) 9

8' - Abdome ligado diretamente ao cefalotórax (Figuras 2, 6) 10

9 - Abdome não segmentado, podendo reter a divisão externa dos tergitos em um grupo primitivo; quelíceras apresentando uma única presa terminal; presença de fiandeiras (Figura 7) ..... **Araneae**

9' - Abdome nitidamente segmentado; pedipalpos espinhosos com uma discreta pinça terminal; primeiro par de pernas anteniformes, finas e longas, frequentemente voltadas para trás (Figura 11) ..... **Amblypygi**

10 - Abdome não segmentado e indistinto do cefalotórax (Figura 6) . **Acarina**

10' - Abdome segmentado e distinto do cefalotórax, muitas vezes encolhido e escondido posteriormente (Figura 8)..... **Opilionida**

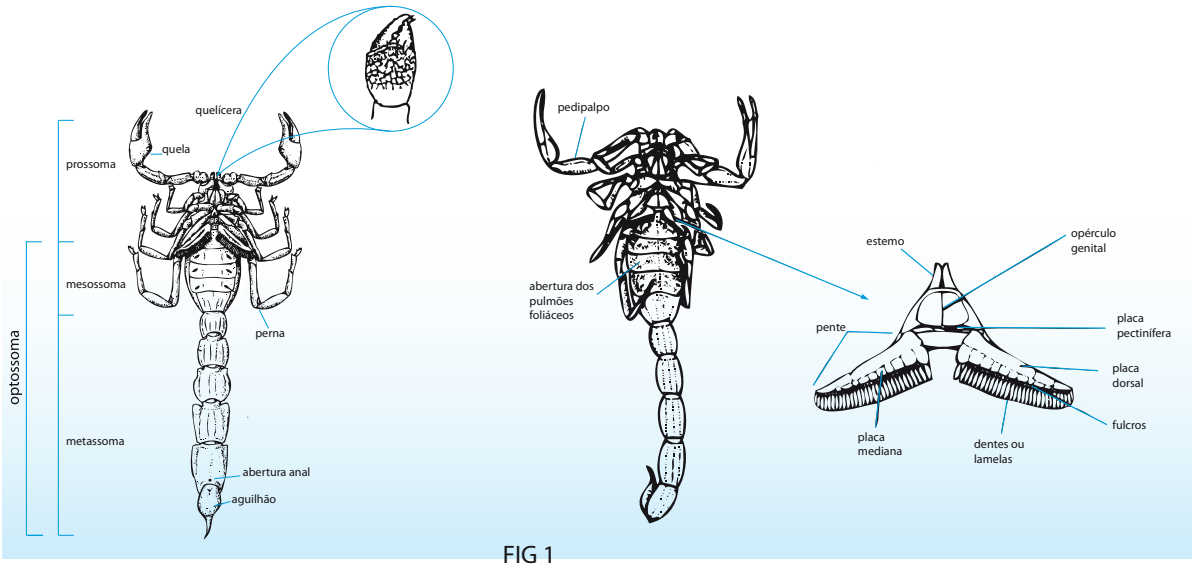
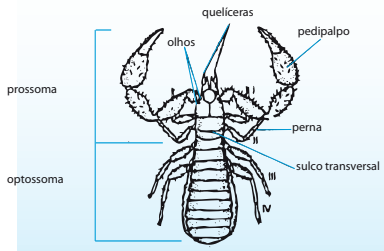


FIG 1



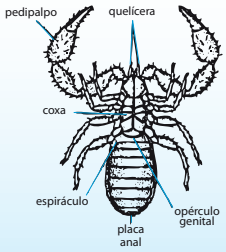
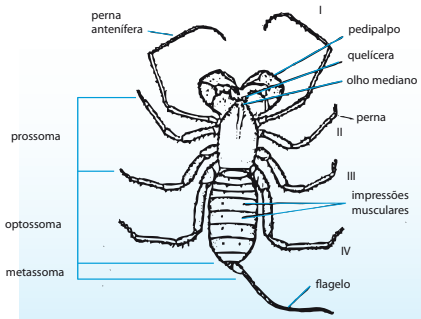


FIG 2



FIG 3



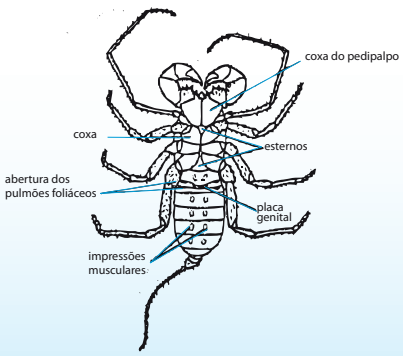


FIG 4

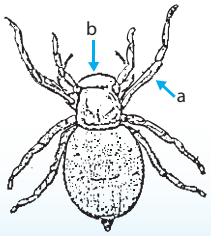
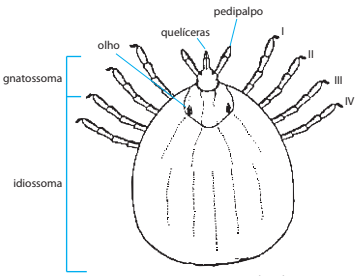


FIG. 5



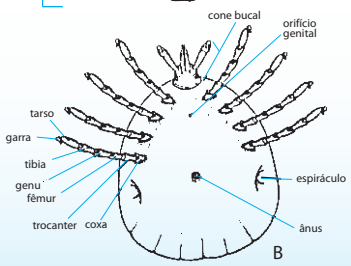
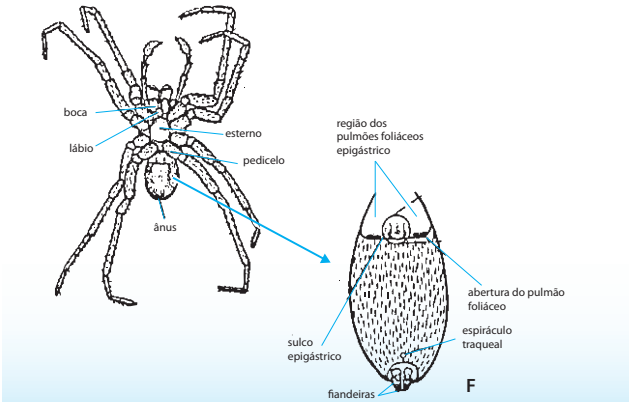


FIG. 6



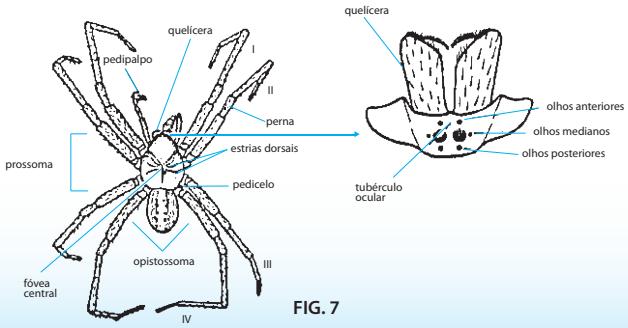
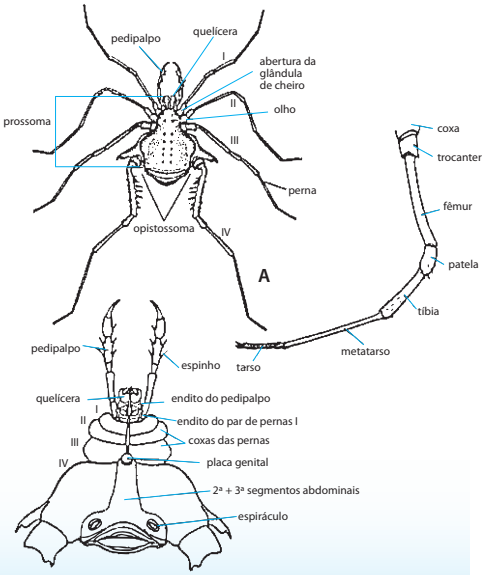


FIG. 7



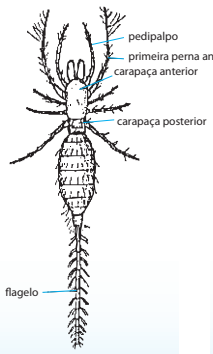


FIG. 9

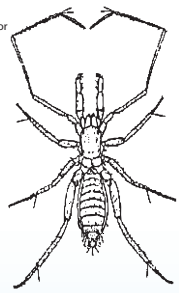


FIG. 10

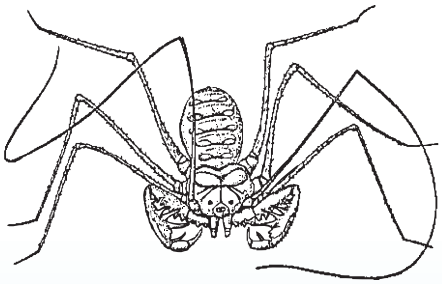


FIG. 11

AULA 4

Arthropoda – parte 3

Éder Sandro Soares Álvares e Ewerton Ortiz Machado

ORDEM ARANEAE

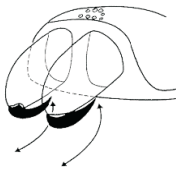
Atualmente a Ordem Araneae conta com duas subordens: Mesothele e Opistothele. Juntas, essas subordens possuem 110 famílias e 38.998 espécies. Abaixo, tem-se um resumo da sistemática da Ordem Araneae e, em seguida, as relações filogenéticas das subordens deste táxon com suas respectivas apomorfias.

<u>Posição sistemática atual</u>

Ordem ARANEAE (39.490spp)
- Subordem MESOTHELE
  - 1 Família: Liphistiidae (87 spp)
  - Distribuição: Ásia e Oceania
- Subordem OPISTOTHELE
  - Infraordem MYGALOMORPHAE
    - 15 Famílias (2.547spp)
    - Distribuição mundial
  - Infraordem ARANEOMORPHAE
    - 94 Famílias (36.856spp)
    - Distribuição mundial

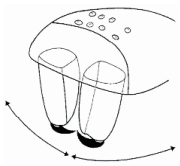
<u>Sistemática tradicional (não usada mais)</u>

Ordem ARANEAE
- Subordem ORTHOGNATHA (Mesothele + Mygalomorphae)

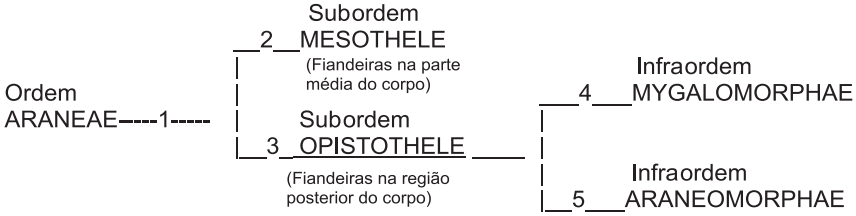


Disposição das quelíceras em uma caranguejeira

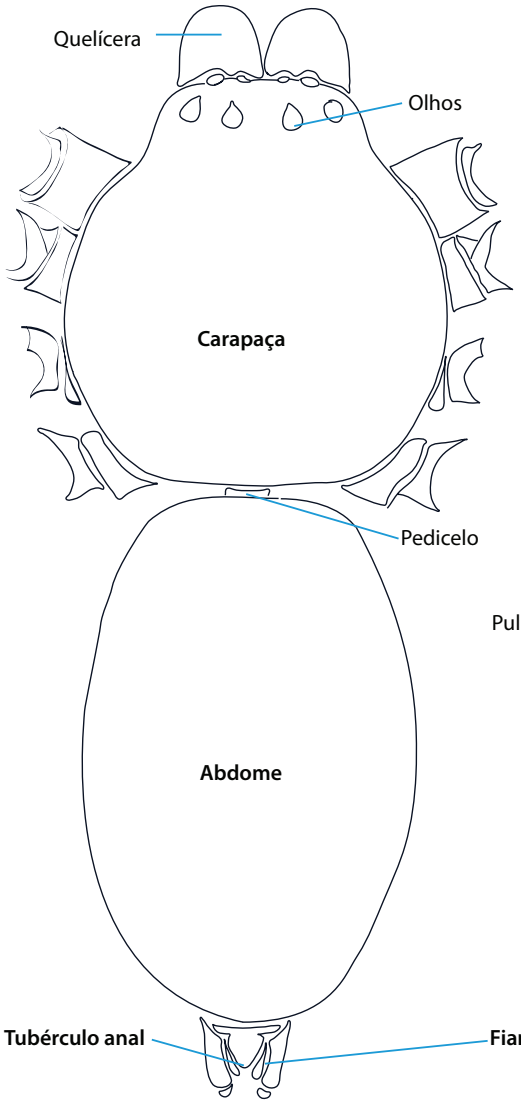
- Subordem LABDOGNATHA (Araneomorphae)



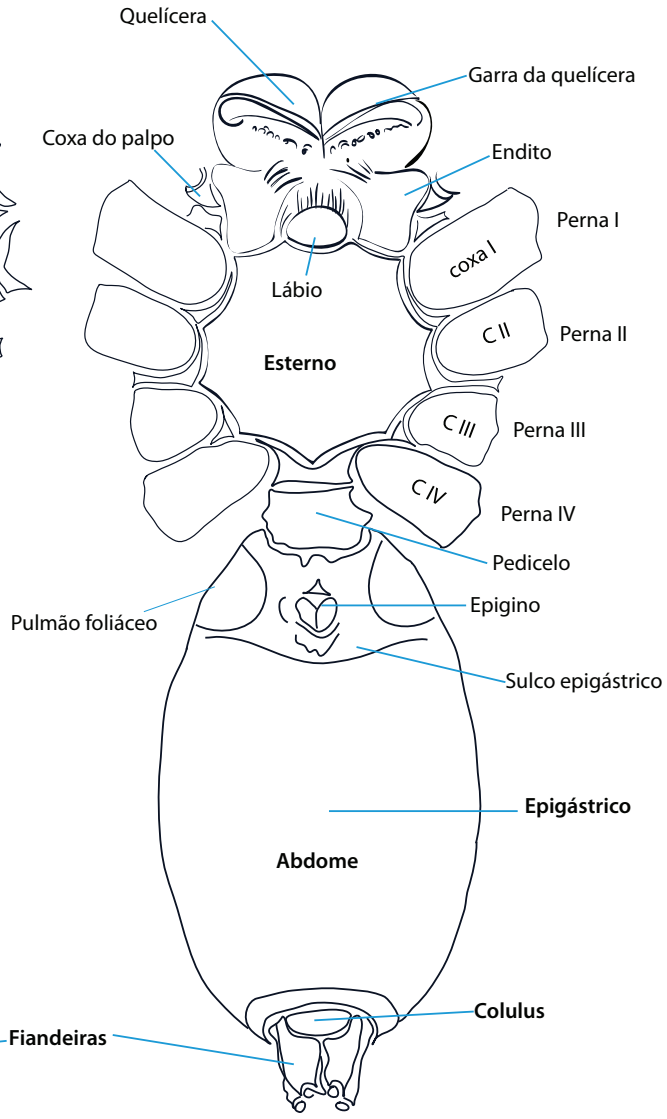
Disposição das quelíceras em uma "aranha verdadeira"

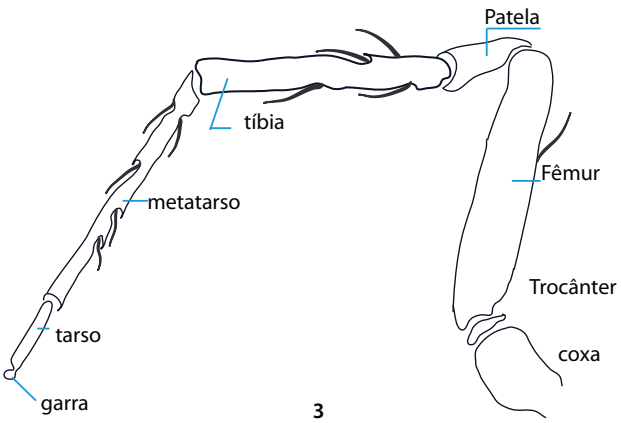


1. ARANEAE: apêndices abdominais modificados em fiandeiras e associados a glândulas de seda; glândulas de veneno associadas às quelíceras; tarso do palpo do macho modificado em genitália secundária; perda da segmentação abdominal; ausência do músculo depressor trocântero-femoral nas pernas. 2. MESOTHELE: fiandeiras posicionadas ventralmente no abdome; retenção da segmentação abdominal. 3. OPISTOTHELE: fiandeiras posicionadas posteriormente no abdome. 4. MYGALOMORPHAE: ausência do par de fiandeiras médio anterior; escleritos do bulbo genital do palpo do macho fundidos, glândulas de veneno localizadas apenas nas quelíceras. 5. ARANEOMORPHAE: fiandeiras médias anteriores modificadas em cribelo; glândulas de veneno localizadas no cefalotórax, e não apenas nas quelíceras; segundo par de pulmões foliáceos modificados em traqueias.

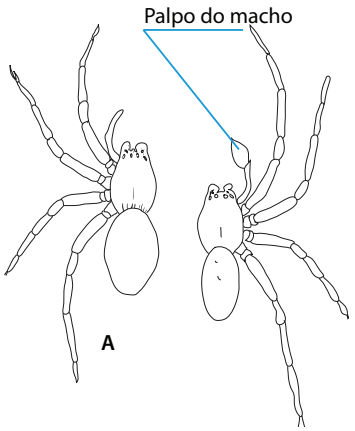

Quelícera
Olhos
Carapaça
Pedicelo
Abdome
Tubérculo anal
Fiandeiras

2


Quelícera
Garra da quelícera
Coxa do palpo
Endito
Perna I
Lábio
coxa I
C II
Perna II
Esterno
C III
Perna III
C IV
Perna IV
Pedicelo
Pulmão foliáceo
Epigino
Sulco epigástrico
Epigástrico
Abdome
Colulus


Patela
tíbia
Fêmur
metatarso
Trocânter
tarso
coxa
garra

3


Palpo do macho
A

4

Chave pictórica parcial didática, para a identificação dos principais gêneros de aranhas de importância médica – subordem Opistothele

(Para a região Neotropical)

1. Quelíceras paraxiais (picam verticalmente) (Figura 1) .....
.....Infraordem Mygalomorphae (aranhas caranguejeiras)

1'. Quelíceras diaxiais (picam horizontalmente) (Figura 2) .....
.....Infraordem Araneomorphae (aranhas verdadeiras) – vá para **2**

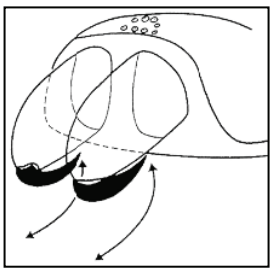


Figura 1 - quelíceras paraxiais

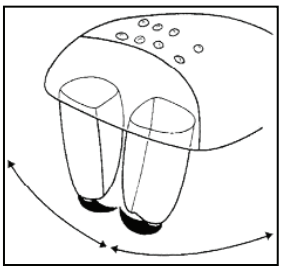


Figura 2 - quelíceras diaxiais

2. Com 6 olhos simples, agrupados 2 a 2 (Figura 3) .....
..... *Loxosceles* (aranhas-marrons)

2'. Com 8 olhos também simples (Figura 4) **3**

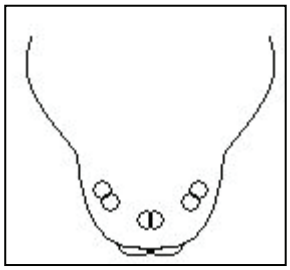


Figura 3 - disposição ocular em Loxosceles

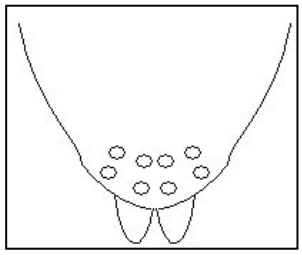


Figura 4 - 8 olhos

3. Olhos dispostos em 2 fileiras horizontais e paralelas de 4 olhos (disposição 4:4) (Figura 5).....
Latrodectus (viúvas-negras, viúvas-marrons, flamenguinhas)

3'. Olhos dispostos em 3 fileiras (Figura 6) **4**

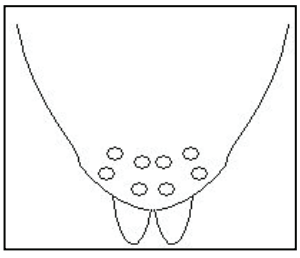


Figura 5 - disposição ocular em Latrodectus

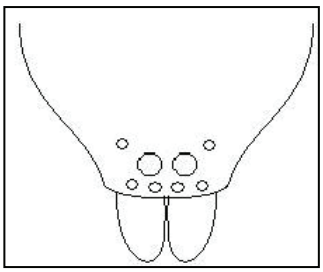


Figura 6 - 3 fileiras de olhos

4. Com 4 olhos na primeira fila, 2 maiores na mediana e 2 na posterior (disposição 4:2:2) (Figura 7) ..... *Lycosa* (tarântulas)

4'. Com 2 olhos na primeira fila, 4 na mediana e 2 na posterior (disposição 2:4:2) (Figura 8) ..... *Phoneutria* (aranhas-armadeiras)

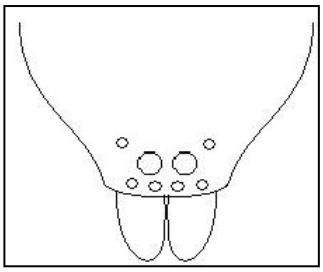


Figura 7 - disposição ocular em Lycosa

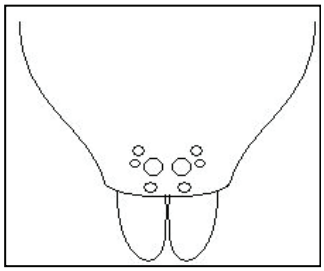


Figura 8 - disposição ocular em Phoneutria

Chave adaptada de A. S. Guedes por Taíssa Rodrigues. Figuras 1 e 2 por A. S. Dippernaar-Schoeman e R. Jocqué, 1997 (*African spiders*. An identification manual. Plant Protection Research Institute, Handbook n. 9. 392p.); figuras 3, 4, 5 e 8 por Éwerton O. Machado; 6 e 7 por Taíssa Rodrigues.

Resumo sistemático dos gêneros de aranhas de importância médica (região Neotropical)

Infraordem Mygalomorphae (Na região Neotropical não existem caranguejeiras de importância médica).

Infraordem Araneomorphae

Família Sicariidae

Loxosceles sp

Família Ctenidae

Phoneutria sp

Família Theridiidae

Latrodectus sp

Família Lycosidae

Lycosa sp (Não é mais considerada como aranha de importância médica)



Foto: Ubirajara de Oliveira

Loxosceles sp



Foto: Ubirajara de Oliveira

Phoneutria sp



Foto: Ubirajara de Oliveira

Lycosa sp



Foto: Ubirajara de Oliveira

Latrodectus sp



Foto: Ubirajara de Oliveira

Lycosa sp



Foto: Ubirajara de Oliveira

Latrodectus sp

AULA 5

Arthropoda – parte 4

Cristina Apolônia Oliveira Santos e Mário De Maria

ORDEM SCORPIONES

1) Introdução

Escorpiões são artrópodes quelicerados (subfilo Chelicerata), incluídos entre a Classe Arachnida. De origem aquática, por muitas décadas foram considerados os organismos pioneiros na conquista do ambiente terrestre durante o período Siluriano. Estudos paleontológicos demonstraram, entretanto, que as formas terrestres de escorpiões apareceram mais tarde, no Carbonífero (Lourenço; Von Eickstedt, 2003).

Os escorpiões são aracnídeos grandes, a maioria varia de 3 a 9 cm de comprimento. A menor espécie é a espeleolícola *Typhlochactas mitchelli*, que tem somente 9 mm de comprimento, e a maior, a africana *Hadogenes troglodytes*, que atinge 21 cm. No entanto, alguns escorpiões do Carbonífero atingiam comprimentos entre 44 e 86 cm (Rupert; Barnes, 1996).

Apesar de os escorpiões serem considerados um grupo numericamente pouco expressivo, abrangendo cerca de 1.500 espécies, globalmente a ordem Scorpiones apresenta distribuição geográfica bastante ampla, estando representada em todos os continentes, com exceção da Antártida. Nas Américas, ocorrem do oeste do Canadá até a Patagônia, e na região Paleártica estão distribuídos desde a Europa Ocidental até Rússia e China. São encontrados em todas as zonas tropicais do mundo e, recentemente, foram introduzidos na Nova Zelândia (Lourenço; Von Eickstedt, 2003). As regiões com maior diversidade em escorpiões compreendem Equador, sul da Colômbia, norte do Peru e oeste do Brasil.

Os escorpiões ocupam a maioria dos ambientes, habitats e micro-habitats terrestres. São encontrados tanto em desertos (ambiente que colonizaram com grande sucesso) como em florestas tropicais superúmidas, e também em todos os outros gradientes intermediários de vegetação. Já foram coletados a 5.560 m de altitude, nos Andes peruanos, assim como no interior de grutas, em profundidade de até 800 m (Lourenço; Von Eickstedt, 2003).

Os escorpiões são geralmente discretos e noturnos, escondendo-se durante o dia sob troncos, cascas de árvores, pedras e em fendas de rocha ou em buracos no solo. Algumas espécies são encontradas frequentemente próximas às habitações, e o costume dos habitantes do deserto de chacoalhar os sapatos de manhã é uma precaução sábia. Os escorpiões exibem uma fluorescência espetacular, ao contrário dos outros aracnídeos, podendo ser facilmente observados à noite com luz ultravioleta (Rupert; Barnes, 1996).

Os estudos sobre composição da fauna e taxonomia dos escorpiões ganharam maior consistência a partir dos trabalhos de Pocock e de Kraepelin. Até o final dos anos 1970, somente seis famílias de escorpiões eram reconhecidas. Em épocas mais recentes, inovações nas técnicas de coleta levaram à descoberta de grupos particularmente diferentes e complexos. Esse fato tem demonstrado a necessidade de uma reestruturação da classificação para englobar as 20 famílias hoje reconhecidas e as que certamente serão criadas nos próximos anos. O número de gêneros e, particularmente, o de espécies tem aumentado em ritmo acelerado, sendo possível prognosticar que essa quantidade poderá dobrar nos próximos 20 anos (Lourenço; Von Eickstedt, 2003).

No Quadro 1 está apresentada, de forma sintetizada, a composição da fauna mundial de escorpiões, abrangendo as 20 famílias e 165 gêneros atualmente válidos (segundo Lourenço; Von Eickstedt, 2003).

2) Distribuição geográfica dos escorpiões perigosos

Todas as espécies de escorpiões perigosos para o homem pertencem à família Buthidae, a única com distribuição geográfica em todos os continentes. É a família mais importante, tanto em número de gêneros como de espécies, estimadas em 550. Desse total, entretanto, apenas cerca de 25 espécies são consideradas capazes de provocar acidentes graves ou fatais (Lourenço; Von Eickstedt, 1999).

Os escorpiões mais perigosos pertencem a quatro gêneros: *Androctonus* e *Leiurus* (África do Norte e Oriente Médio), *Centruroides* (México e Estados Unidos) e *Tityus* (América do Sul e Trinidad). Espécies dos gêneros *Buthus*, *Hottentota*, *Parabuthus* e *Mesobuthus* causam acidentes menos graves, mas o veneno de *Buthus occitanus* (Amoreux) da África do Norte pode provocar dor intensa e choque e, eventualmente,

a morte de crianças. O escorpião mais peçonhento do mundo parece ser o *Leiurus quinquestriatus* (Hemprich, Ehrenberg), muito comum no Sudão, onde é conhecido como *Omdurman scorpion* (Lourenço; Von Eickstedt, 2003). *Scorpio maurus* é um escorpião encontrado na África do Norte e Oriente Médio cuja toxina apresenta atividade hemolítica.

3) Ecologia e comportamento

As noções sobre ecologia, biologia da reprodução e comportamento evoluíram substancialmente a partir do final dos anos 1970. Com o avanço dos conhecimentos, o conceito impreciso de que os escorpiões são generalistas, que podem viver em condições extremas e muito variadas de habitat e micro-habitat foi sendo corrigido. Atualmente, pode-se afirmar que, ao contrário do que se supunha, os escorpiões têm exigências muito específicas tanto em relação ao habitat e micro-habitat como às condições do meio ambiente. Assim, a maioria das espécies pode ser incluída na categoria de espécie especialista (*equilibrium species*, segundo a classificação de Pianka, 1988), que se caracteriza por apresentar padrões ecológicos e biogeográficos previsíveis e localizados. Naturalmente, existem muitas exceções, em particular entre os Buthidae, Bothriuridae e Euscorpiidae. Assim, espécies dos gêneros *Centruroides*, *Tityus* e *Isometrus* e também *Bothriurus bonariensis* (Koch), *Bothriurus araguayae* (Vellard) e *Euscorpius flavicaudis* (DeGeer) apresentam alta plasticidade ecológica e uma razoável capacidade de dispersão, que se traduzem por padrões irregulares de distribuição geográfica. Na maioria das vezes, tais espécies são encontradas em ambientes perturbados ou modificados pela ação do homem. Elas constituem, segundo o modelo de Pianka, as chamadas espécies oportunistas ou generalistas, que representam apenas uma pequena porcentagem do total de espécies de escorpiões (Lourenço; Von Eickstedt, 2003).

Em geral, as espécies especialistas produzem apenas uma única prole após cada processo de inseminação e não possuem nenhum mecanismo para estocagem de esperma. Como consequência, a capacidade intrínseca de crescimento de suas populações é bastante fraca, elas possuem densidade muito baixa e o potencial de dispersão dos indivíduos é pequeno. Por outro lado, o comportamento maternal é desenvolvido e em diversas populações observa-se, inclusive, comportamento social. Na maioria das vezes, são altamente endêmicas (Lourenço; Von Eickstedt, 2003).

De maneira contrária, as espécies oportunistas ou generalistas apresentam períodos de desenvolvimento embrionário e pós-embrionário curtos, o mesmo ocorrendo em relação à longevidade. Elas costumam produzir várias proles (até cinco) a partir de uma única inseminação e possuem mecanismos elaborados para estocagem do esperma que servirá durante toda a vida reprodutiva da fêmea.

Quadro 1

Composição da fauna mundial de escorpiões

I. Superfamília dos Bothriuroidea Simon, 1880 (1 família)

Bothriuridae Simon, 1880
12 gêneros. Distribuição geográfica: América do Sul, Austrália e Índia (Himalaia).

II. Superfamília dos Buthoidea C. L. Koch, 1837 (3 famílias, uma das quais fóssil do Cretaceo inferior)

Buthidae C. L. Koch, 1837
Cerca de 80 gêneros. Distribuição geográfica: todos os continentes com exceção da Antártica; zonas tropicais, subtropicais e parte das zonas temperadas.

Microcharmidae Lourenço, 1996
2 gêneros. Distribuição geográfica: Madagascar.

Archaeobuthidae Lourenço, 2001
1 gênero. Distribuição geográfica: Cretáceo inferior do Líbano.

III. Superfamília dos Chaeriloidea Pocock, 1893 (2 famílias)

Chaerilidae Pocock, 1893
1 gênero. Distribuição geográfica: Bangladesh, Índia, Indonésia, Malásia, Nepal, Singapura, Sri Lanka e Vietnã.

Pseudochactidae Gromov, 1998
1 gênero. Distribuição geográfica: sul da Ásia central.

IV. Superfamília dos Chactoidea Pocock, 1893 (5 famílias)

Chactidae Pocock, 1893
9 gêneros. Distribuição geográfica: América do Sul e Central, México (Baixa Califórnia).

Euscorpiidae Laurie, 1896
4 gêneros. Distribuição geográfica: África do Norte, sul da Europa, Oriente Médio, sul da Ásia Central, México e Guatemala.

Troglotayosicidae Lourenço, 1998
2 gêneros. Distribuição geográfica: França, Espanha, Amazônia (Equador).

Scorpiopsidae Kraepelin, 1905
6 gêneros. Distribuição geográfica: Afganistão, Sudeste Asiático, Índia, Paquistão, Indonésia, Malásia.

Superstitioniidae Stahnke, 1940
4 gêneros. Distribuição geográfica: México e sudoeste dos Estados Unidos.

V. Superfamília dos Vaejovoidea Thorell, 1876 (2 famílias)

Vaejovidae Thorell, 1876
10 gêneros. Distribuição geográfica: México, sul e sudoeste dos Estados Unidos.

Iuridae Thorell, 1876
5 gêneros. Distribuição geográfica: América do Sul, América do Norte, Turquia,Grécia.

VI. Superfamília des Scorpionoidea Latreille, 1802 (8 famílias)

Scorpionidae Latreille, 1802
5 gêneros. Distribuição geográfica: África, sul e Sudeste Asiático, Indonésia, Oriente Médio.

Diplocentridae Peters, 1861
8 gêneros. Distribuição geográfica: América do Norte, América Central, norte da América do Sul, Antilhas, Oriente Médio.

Ischnuridae Simon, 1879
9 gêneros. Distribuição geográfica: Austrália, África, Américas Central e do Sul, Antilhas, Índia, Sudeste Asiático, ilhas do Pacífico, Madagascar.

Urodacidae Pocock, 1893
1 gênero. Distribuição geográfica: Austrália.

Heteroscorpionidae Kraepelin, 1905
1 gênero. Distribuição geográfica: Madagascar.

Hemiscorpiidae Pocock, 1893
2 gêneros. Distribuição geográfica: Oriente Médio.

Hadogenidae Lourenço, 1999
1 gênero. Distribuição geográfica: África meridional.

Lisposomidae Lawrence, 1928
1 gênero. Distribuição: sudeste da África.

As populações dessas espécies apresentam, em geral, densidades expressivas e seus padrões ecológicos de distribuição geográfica são frequentemente aleatórios (Lourenço; Von Eickstedt, 2003).

Durante a corte, os escorpiões realizam movimentos característicos. Em *Tityus bahiensis*, por exemplo, o macho toca com seus pedipalpos os pedipalpos da fêmea e, se esta estiver receptível, o macho segura-os, realizando um movimento para frente, para trás e para os lados, num ritual de dança. Ao longo dessa movimentação, os machos depositam no substrato o *espermatóforo*, uma massa de espermatozoides, e conduzem a fêmea sobre eles. Após esse ritual, no qual a fêmea é fertilizada, esta dará a luz aos filhotes, após um período variável para cada espécie. O processo de fertilização e incubação dos ovos dá-se internamente (ao contrário da maioria dos artrópodes terrestres, os escorpiões são vivíparos e os ovos ficam retidos no trato reprodutivo feminino – Rupert; Fox; Barnes, 2005). Em cada ninhada, nascem de 20 a 30 filhotes. Há um cuidado maternal e os filhotes permanecem no dorso da fêmea por um determinado tempo, utilizando-se das presas capturadas pela mãe como fonte de alimento (Cavichioli, 2002).

4) Obtenção, manutenção e preparo

4.1 – Coleta

Durante o dia, os escorpiões permanecem em seus esconderijos. É necessário, portanto, procurá-los nesses locais. Prepare com antecedência o material a ser utilizado nessa tarefa. Um vidro qualquer de boca larga, com tampa, servirá para colocar os animais coletados, mantendo-os vivos. Uma lata bem limpa, que não tenha resíduos de substâncias tóxicas, com tampa, também pode ser usada com a vantagem de não se quebrar. É conveniente revestir o fundo do frasco de coleta com papel comum e colocar ainda outro pedaço levemente umedecido e amarrotado, de maneira a deixar os espaços pequenos onde os escorpiões irão se esconder. Faça escorrer o excesso de água, se houver. Não deixe o papel atingir a altura da boca do frasco: evita-se, dessa forma, que os animais escapem quando o recipiente estiver aberto. A tampa não precisa ser perfurada, pois a quantidade de ar contida dentro do frasco de coleta é suficiente para várias horas. O excesso de arejamento provoca diminuição da umidade do ambiente e, com isso, a morte dos animais (Matthiensen, 1976).

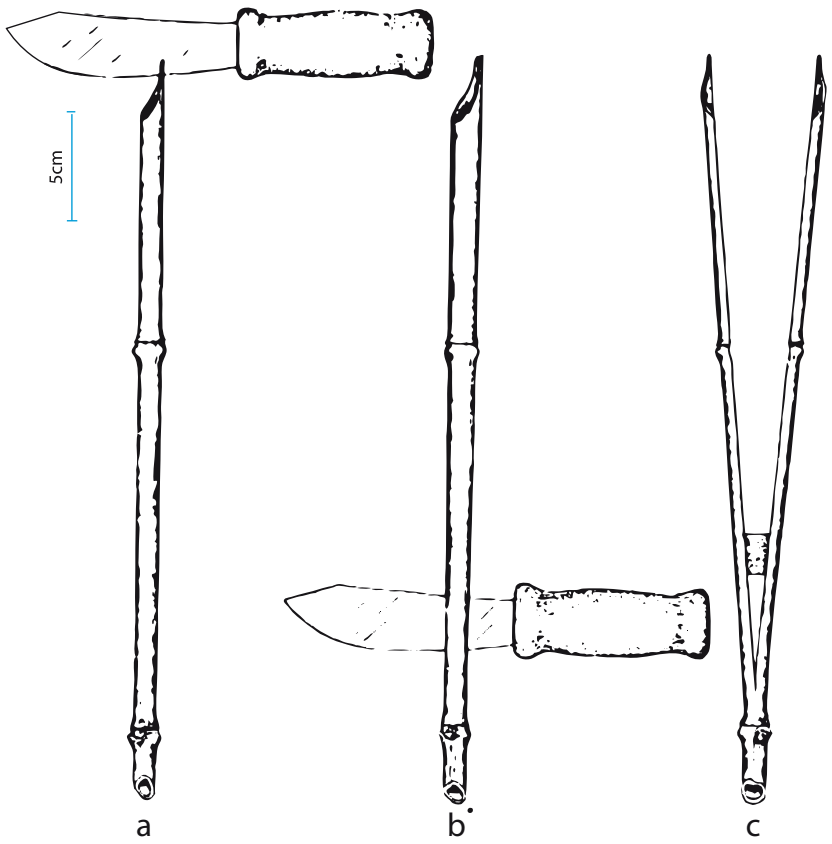
Colocar muitos escorpiões num frasco vazio faz com que eles se ponham a andar muito à procura de esconderijos. Com isso, frequentemente brigam e a consequência pode ser fatal para alguns (Matthiensen, 1976).

Caso use vidros transparentes é bom protegê-los contra a luz, envolvendo-os com papel escuro. Seja qual for o frasco de coleta evite

expô-lo ao sol para que não haja aquecimento excessivo. Nas coletas de escorpiões que costumam enterrar-se (como os da família Bothriuridae, gênero *Bothriurus*), coloque uma camada de aproximadamente 3 cm de terra arenosa no fundo dos frascos (Matthiensen, 1976).

Em qualquer caso, evite, tanto quanto possível, abalar o frasco dentro do qual colocou algum exemplar.

Você certamente ficará preocupado com a maneira de pegar os escorpiões. Para isso use uma pinça. Você mesmo pode fazer uma de madeira, ou melhor, de bambu (de preferência "vara de pescar"). Corte um pedaço de bambu, com uns 30 cm de comprimento por 1,5 a 2 cm de diâmetro, com um nó numa das extremidades, e corte a outra em bisel. A seguir, é só rachar o bambu, começando da ponta em bisel, em direção ao nó, sem atingi-lo. Coloque agora uma rolha ou calço de madeira entre as metades. Elas conservar-se-ão afastadas, parcialmente, uma da outra. Está pronta a pinça (Matthiensen, 1976).



Diferentes fases da feitura de uma pinça de bambu. a e b. pedaço de bambu cortado em bisel, mostrando onde deve ser rachado; c. pinça pronta

Com o frasco de coleta e pinça, você poderá sair à procura dos esconderijos de escorpiões. Perto de olarias, frequentemente existem depósitos de cacos velhos, que lhes constituem bom abrigo. Sob latas e caixotes de plantas, em viveiros de mudas, costumam aparecer escorpiões que aí procuram umidade, principalmente em tempo de seca. Podem ser encontrados, também, debaixo de troncos abandonados há tempos, em terrenos destocados etc. (Matthiensen, 1976).

Os escorpiões são encontrados mais dificilmente do que se imagina e sua coleta exige, frequentemente, muito trabalho e perseverança. Em alguns locais, entretanto, como cemitérios, são facilmente capturados (Matthiensen, 1976).

Alguns cuidados devem ser observados na captura, tais como, por exemplo: não coloque as mãos sob pedras, troncos etc. a fim de removê-los, evitando assim possíveis acidentes (Matthiensen, 1976).

A fim de manter o ambiente favorável à fauna desses esconderijos, não os destrua. Tirando do lugar um tronco caído, recoloque-o no local, pois esse procedimento facilitará muitas coletas futuras. Se o tronco for abandonado num outro lugar, para que o ambiente se torne favorável novamente, há necessidade de um longo tempo (Matthiensen, 1976).

Apanhe os escorpiões pelo pós-abdome, que é a parte mais resistente. Prender um escorpião pelo corpo, ou por um apêndice qualquer, geralmente lhe provoca lesões. Uma vez preso, o escorpião tentará defender-se, ocasião em que se nota uma gotícula de líquido na ponta do ferrão (Matthiensen, 1976).

4.2 – Manutenção de escorpiões em cativeiro

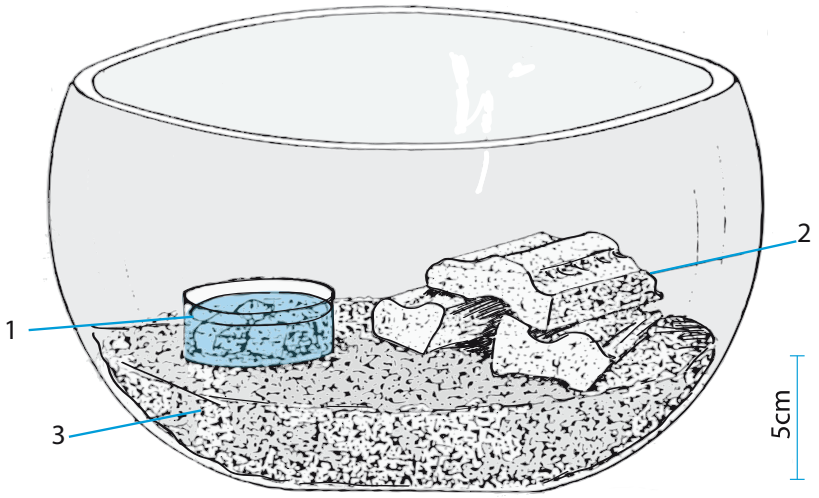
Após a coleta, os escorpiões não devem permanecer juntos por muito tempo no mesmo recipiente. O problema é como mantê-los vivos. Quando em número reduzido, podem ficar em vidros de boca larga, se possível, do tipo de aquários arredondados, comumente encontrados no comércio. O ideal é transformar o aquário em terrário, o que pode ser feito facilmente. Para que os escorpiões disponham de superfície maior, preencha o frasco com terra até a altura em que ele tenha maior diâmetro. A porção restante terá a altura de no mínimo 12 cm e deve estar bem limpa para impedir que os escorpiões subam e escapem (Matthiensen, 1976).

É indispensável construir um esconderijo que dê aos animais um ambiente suficientemente escuro. O esconderijo pode ser feito com cacos de telha, pedaços de madeira, casca de árvores, enfim, com material encontrado naturalmente nos locais onde os escorpiões

vivem. Os cacos de telhas constituem o melhor material, pois os outros são facilmente atacados por fungos. Coloque cacos de telhas no centro do frasco, dispondo-os de maneira a formar pequenas grutas escuras. Essa posição evita que, apoiando-se nas paredes, os animais consigam sair (Matthiensen, 1976).

A água não pode faltar, pois as espécies citadas vivem apenas um dia, ou pouco mais, se ficarem sem ela. Para isso, use um pires de louça pequeno, ou uma tampa plástica de rosca para vidro de boca larga, ou mesmo uma placa de Petri. Coloque cacos de telha dentro do frasco, de maneira que eles fiquem quase totalmente cobertos pela água. Além de servirem de piso, impedem que os escorpiões caiam dentro da água (Matthiensen, 1976).

Não é necessário alimentá-los todos os dias. É suficiente oferecer alimento uma vez por semana. Por exemplo, prenda um inseto vivo (barata, grilo) com uma pinça longa e faça com que ele esbarre no escorpião. Geralmente, quando faminto, pega logo o alimento. Se não fizer, poderá esperar, sem risco, até a semana seguinte. Para *Tityus bahiensis* e *Tityus serrulatus*, baratas domésticas constituem bom alimento. Coloque as baratas que não forem usadas em viveiro coberto com tela. Ali viverão e poderão mesmo procriar, tendo-se, assim, uma fonte permanente de alimento (ver item "Criação de baratas").



Terrário. 1. Frasco com cacos de telha e água; 2. esconderijos de cacos de telha; 3. terra

4.3 – Criação de baratas

Além de possuírem muita proteína e serem muito bem- aceitas por animais insetívoros, as baratas não são difíceis de criar. Para fazer um terrário, basta uma caixa de plástico ou vidro de 45 x 30 x 30 cm, forrada com uma mistura de farinha láctea, pão seco, aveia e ração para coelho, além de um bebedouro sempre com água limpa à disposição. Higiene é fundamental na criação, caso contrário as baratas podem contrair doenças que serão transmitidas para o seu animal. Troque sempre a comida quando estiver suja e mantenha a água limpa. Além disso, evite que a água entorne sobre os alimentos, para evitar mofo.

Caixas de ovos, cones feitos de jornal ou até alguns papelões dobrados devem ser usados para criar esconderijos para as baratas durante o dia. Espere um tempo (de dois a três meses) até começar a servir as baratas aos escorpiões a fim de dar um tempo para elas procriarem.

Texto adaptado: http://members.lycos.co.uk/aranhas/baratas.php

4.4 – Observações com animais vivos

Observe: como o escorpião anda? Qual a posição dos palpos durante o deslocamento?

Coloque o escorpião no terrário sem nenhum esconderijo. Como se comporta o animal? Manifesta tendência para andar ou permanece parado? Por quê?

Coloque, a seguir, no terrário, um pedaço de telha sobre o substrato, de tal forma que entre eles fiquem espaços livres. Observe o comportamento do escorpião em relação ao caco.

Conserve o escorpião em jejum por três semanas ou mais. Segure com a pinça uma barata viva e faça com que cada uma das antenas do inseto esbarre num dos palpos do escorpião. Experimente fazer a mesma coisa em outras partes do corpo do animal. Qual delas parece ser mais sensível? Qual a atitude do escorpião?

Deixe que o escorpião segure a barata. Solte-a logo ao notar que ele a prendeu. Observe como segura o inseto e como faz uso do ferrão. Qual a reação da barata após a picada?

O escorpião permanece no local, ou procura arrastar a presa? Observe como ele come. Quais os apêndices empregados e como atuam no processo?

4.5 – Preparo de escorpiões para estudo da morfologia

Em primeiro lugar, em vez de matar os escorpiões de que dispõe, poderá permutá-los por outros já mortos, conservados em álcool.

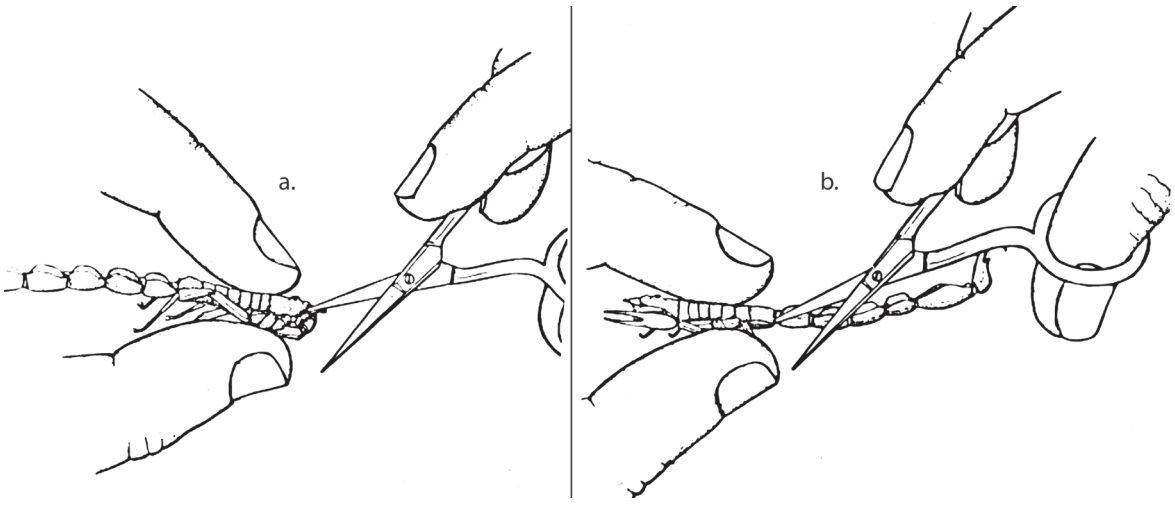
Um bom sistema para matar um escorpião para o estudo da morfologia é por meio de água quente. Deixe a água quase no ponto de ferver. Pegue o escorpião com a pinça e mergulhe-o rapidamente na água, sem soltá-lo; o animal morre imediatamente. Esse rápido mergulho em água quente serve não apenas para matá-lo como também para mantê-lo distendido, e facilita a penetração do álcool conservador.

Faça a seguir um pequeno corte lateral, apenas em um dos lados, por baixo da carapaça, e outro na pleura do último segmento do tronco.

Coloque o escorpião em uma placa, cujo fundo seja de cera ou parafina. Puxe as quelíceras para frente e abra-lhes as pinças. Mantenha também os dedos dos palpos afastados um do outro, colocando entre eles um calço de palito de fósforo, por exemplo. Distenda as pernas e o metassoma. Se for preciso, espete alfinetes na cera, de maneira a fazer com que as pernas permaneçam distendidas. Coloque álcool 70º GL, recobrindo o exemplar, e deixe-o assim, de um dia para o outro. Depois pode conservá-lo em um vidro de boca larga, em álcool 70º GL, para uso futuro.

Os escorpiões que morrerem no terrário podem ser distendidos da mesma maneira e aproveitados. É preciso, porém, colocá-los no álcool antes que se inicie a decomposição.

Antes de dissecar os escorpiões preparados dessa maneira, coloque-os na véspera, em álcool 50º GL para que se tornem mais moles.



Preparo de um escorpião para ser conservado em álcool. a e b. pontos nos quais o corpo do escorpião deve ser ligeiramente cortado para facilitar a penetração do álcool conservador. a. na parte anterior; b. na parte posterior

5) Morfologia externa

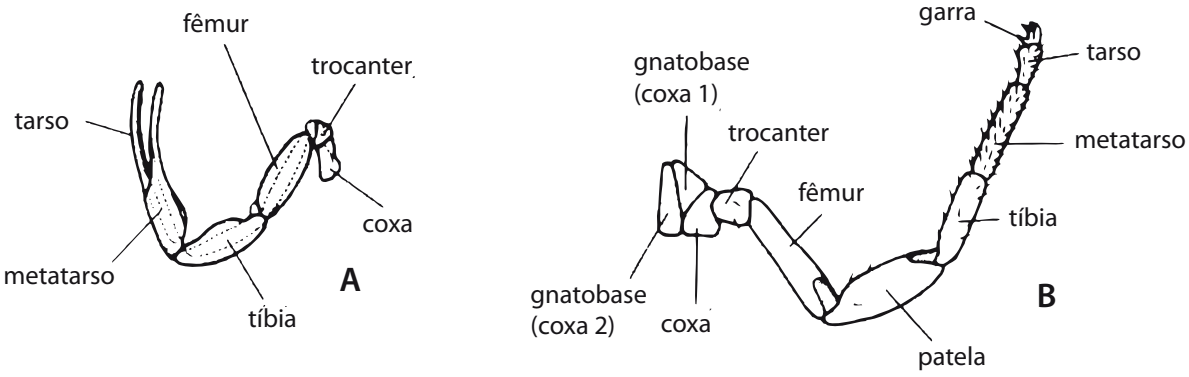
O corpo do escorpião é dividido em dois tagmas, o cefalotórax e o abdômen. O cefalotórax, também conhecido como *prossoma*, é coberto dorsalmente por uma carapaça, denominada placa prossomial

(Hjelle, 1990). Na carapaça há uma saliência mediana chamada cômoro ocular, onde se localizam dois olhos medianos. De cada lado da carapaça, na parte anterior, existem os olhos laterais, menores que os medianos (Cavichioli, 2002).

Frontalmente, na região pré-oral, encontram-se as *quelíceras*, constituídas de três artículos, o basal mais dilatado e dois apicais formando a quela, com um artículo fixo e outro móvel. A função das quelíceras é auxiliar na apreensão e dilaceramento da presa (Cavichioli, 2002).

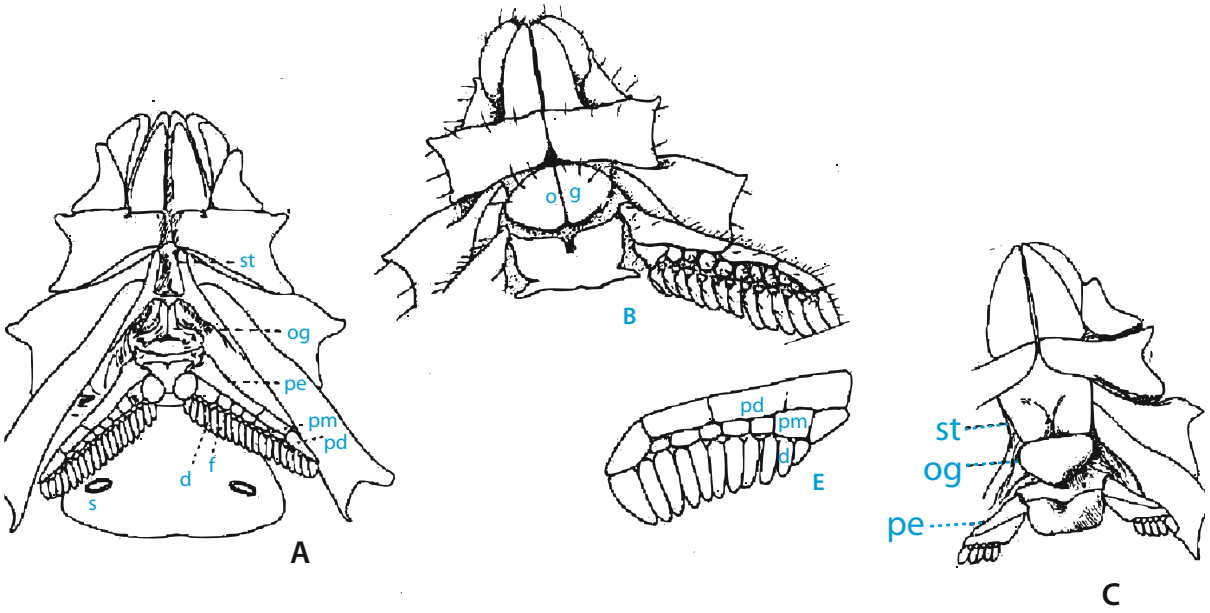
No prossoma inserem-se, lateralmente, um par de pedipalpos e quatro pares de pernas. Os *pedipalpos* são apêndices quelados e segmentados, modificados para imobilização de presas, defesa e percepção sensorial. Os segmentos, começando pelo mais proximal, são: *coxa* com endito (ou gnatobase, projeção laminar que auxilia na maceração do alimento), *trocanter*, *fêmur*, *tíbia*, *metatarso* (dedo fixo) e *tarso* (dedo móvel), estes dois últimos formando a quela (Cavichioli, 2002). Na superfície desses segmentos, assim como em muitas outras áreas do corpo, encontram-se elevações chamadas *quilhas* ou *carenas*. Essas podem ser representadas apenas por colorações escurecidas, ou podem ser fortemente granuladas. Stahnke (1970) apresentou nomenclaturas para quilhas de escorpiões (Hjelle, 1990).

As pernas se diferenciam pelo tamanho, isto é, há um aumento gradativo do primeiro ao quarto par. No primeiro e segundo, as coxas apresentam enditos (gnatobases) que auxiliam na maturação do alimento. Cada par de perna apresenta os seguintes artículos: *coxa*, *trocanter*, *fêmur*, *patela*, *tíbia*, *metatarso* e *tarso* (Cavichioli, 2002).



Tityus serrulatus. A. Pedipalpo direito, vista ventral. B. Primeira perna esquerda, vista ventral

O *esterno*, na região ventral do prossoma, situa-se entre as coxas das pernas III e IV. Devido a seus variados formatos (pentagonal, triangular ou transverso), o esterno tem sido considerado um importante caráter taxonômico nas classificações ao nível de famílias.



Características morfológicas de escorpiões brasileiros. A a C mostrando esterno (st), opérculo genital (og) e pentes (pe), com placas dorsais (pd), placas medianas (pm), fulcra (f) e dentes

O abdômen, ou *opistossoma*, é segmentado e subdividido em duas regiões: o *mesossoma*, ou pré-abdômen, e o *metassoma*, ou pós-abdômen.

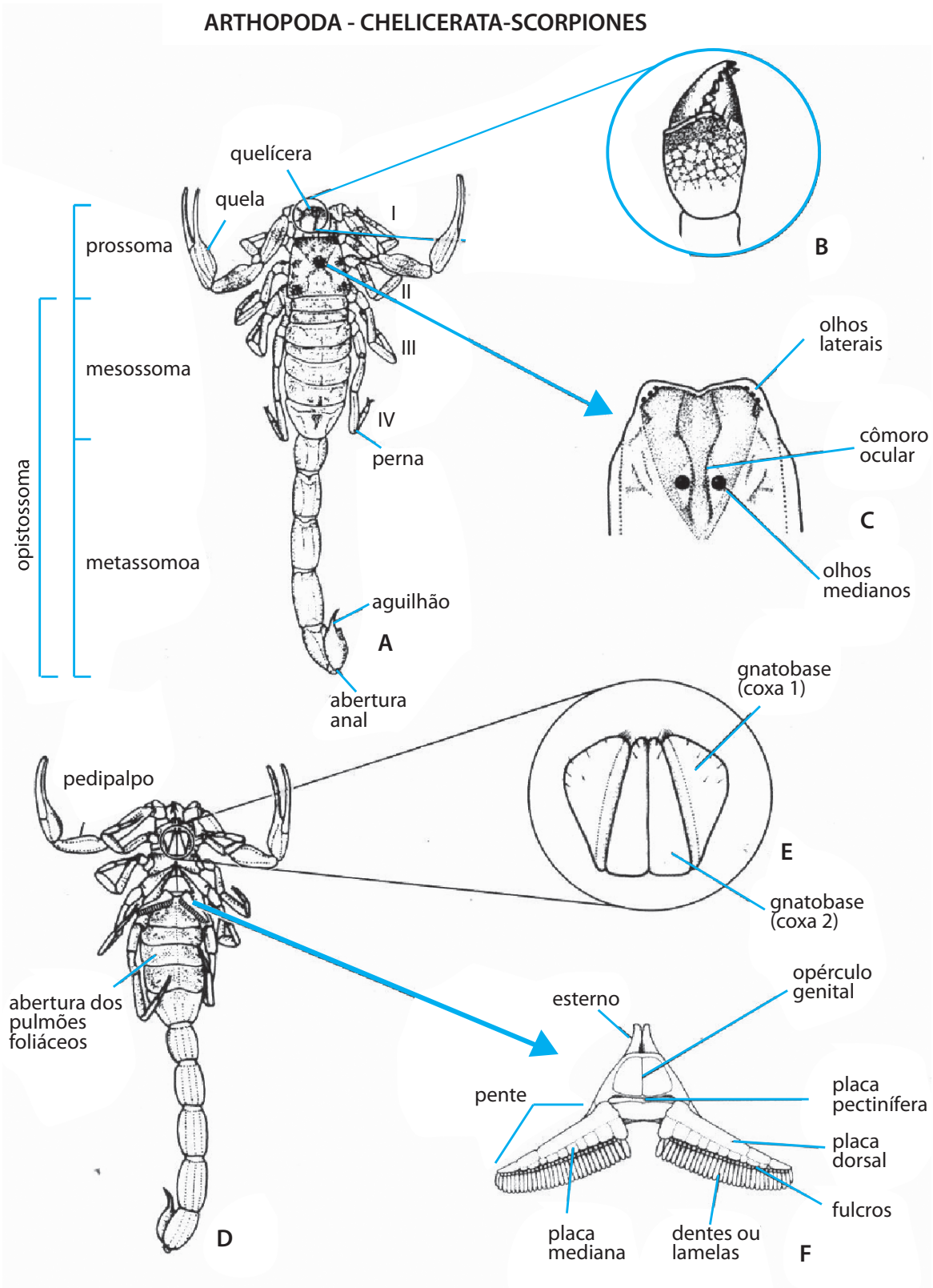
O mesossoma apresenta sete segmentos, o último estreitando-se posteriormente na junção com o metassoma e apresentando forma trapezoidal. Dorsalmente, cada segmento é coberto por uma placa esclerotinizada denominada *tergito*. Ventralmente é possível observar apenas seis segmentos, pois o primeiro é atrofiado. As placas ventrais são chamadas *esternitos*. O segundo esternito sustenta o *opérculo genital*, que é constituído de duas placas externas e cobre o *gonoporo* (Hjelle, 1990). Logo abaixo, encontra-se a *placa pectinífera*, que é a base dos pentes. Cada *pente* apresenta quatro fileiras de placas, as placas dorsais recobrindo as placas medianas, seguidas dos fulcros e dos dentes ou lamelas. Os pentes podem estar relacionados com a sensibilidade tátil, funcionando também como um órgão auxiliar na reprodução (Cavichioli, 2002).

Ventralmente, do terceiro ao sexto segmento do mesossoma, encontra-se um par de *espiráculos*, ou *estigmas*, que são aberturas externas dos órgãos respiratórios chamados *pulmões foliáceos* (*book*

lungs). As aberturas podem ser fendidas, elípticas, ovais ou circulares. O sétimo segmento mesossomal não apresenta apêndices ou outras estruturas externas taxonomicamente significantes (Hjelle, 1990).

Todas as membranas conectivas entre os segmentos são chamadas membranas intersegmentais. As membranas que conectam o esternito e o tergito lateralmente são as membranas pleurais (Hjelle, 1990).

O *metassoma* consiste em cinco segmentos mais o télson, ou *aguilhão*, que não é considerado um segmento verdadeiro e tem a função de inocular o veneno nas presas. Internamente há duas glândulas de veneno que se abrem em um orifício subterminal. Os segmentos metassomais são porções aneladas sem esternito ou tergito evidentes, contendo quilhas e cerdas, que são taxonomicamente importantes (ver Stahnke, 1970). Os segmentos tornam-se progressivamente mais longos distalmente, com o quinto segmento sendo sempre o mais longo. O ânus abre-se ventralmente no final do quinto segmento (Hjelle, 1990).

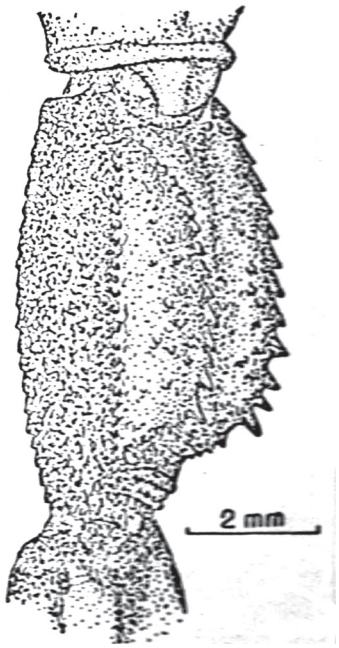


Tityus serrulatus. A. Vista dorsal. B. Detalhe da quelícera esquerda. C. Detalhe da região anterior, vista dorsal. D. Vista central. E. Detalhe das gnatobases. F. Detalhe do primeiro segmento visível e pente pectinífero

6) Distinção entre as duas espécies comuns de *Tityus*

Os representantes de *Tityus serrulatus* e *Tityus bahiensis* são relativamente comuns. Esses escorpiões medem aproximadamente de 5 a 6 cm de comprimento e podem ser distinguidos facilmente pelos caracteres abaixo:

Tityus bahiensis	*Tityus serrulatus*
Coloração geral castanha escura. Tronco castanho, mais escuro que as pernas.	Coloração geral amarela. Tronco tendendo a pardo, dorsalmente.
Tíbia dos palpos com mancha escura bem nítida.	Tíbia dos palpos com coloração uniforme.
Segmento metassomal IV liso dorsalmente.	Segmento metassomal IV com duas fileiras de "dentes" constituindo duas pequenas serras dorsais.



T. serrulatus. Segmento metassomal IV, mostrando dentro das serras dorsais

7) Reconhecimento do sexo

a) *Tityus bahiensis*

Macho	Fêmea
1. Tronco delgado.	1. Tronco mais volumoso.
2. Mãos mais volumosas.	2. Mãos relativamente delgadas.
3. Ao se tocarem, os dedos de uma mesma mão deixam entre si um espaço livre na base.	3. Os dedos tocam-se em toda a extensão, sem deixar espaço livre.

O terceiro caráter mencionado é o mais seguro e o mais objetivo.

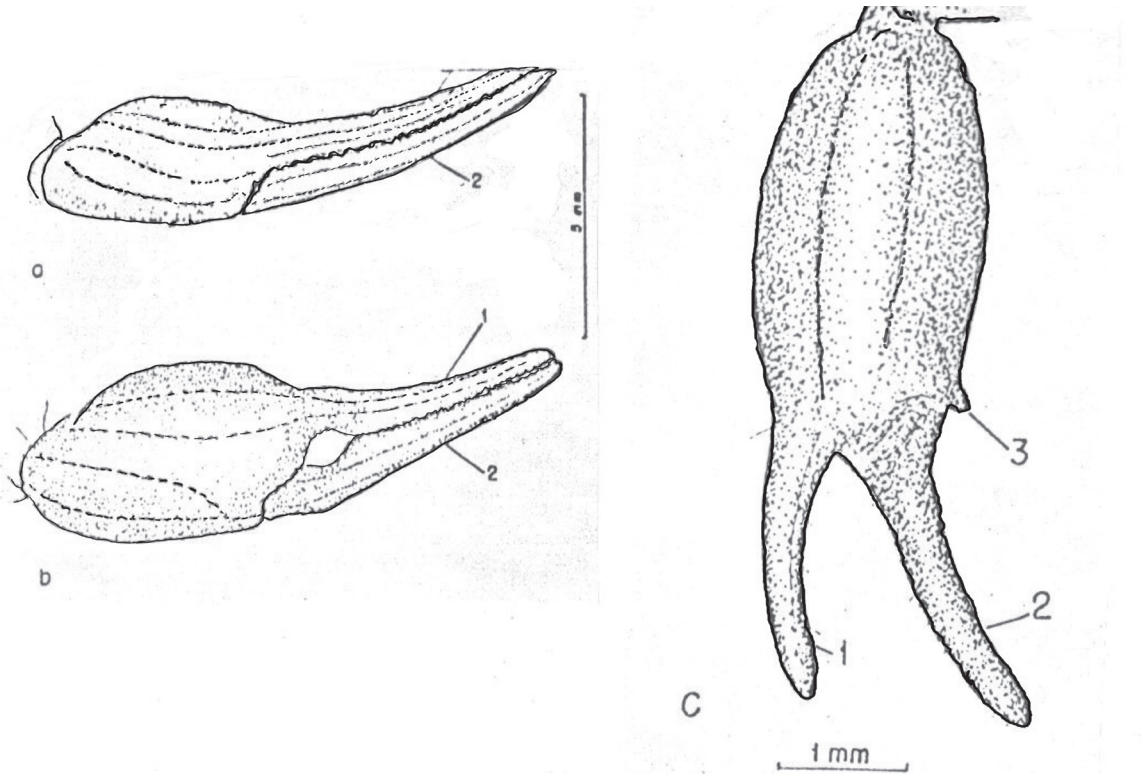
b) *Tityus serrulatus*

Os machos dessa espécie praticamente não são conhecidos, sendo a reprodução realizada por partenogênese.

c) Bothriuridae

Os representantes da família Bothriuridae, de um modo geral, são bem menores que *Tityus bahiensis* e têm o corpo escuro. Os machos adultos podem ser reconhecidos pela presença de um minúsculo espinho localizado na base dos dedos e voltado para dentro.

(Obs.: Ver o trabalho de LOURENÇO, W. R.; CLOUDSLEY-THOMPSON, J. L. Discovery of a sexual population of *Tityus serrulatus*, one of the Morphs within the complex Tityus stigmurus (Scorpiones, Buthidae). *The Journal of Arachnology*, 27: 154-158, 1999.)



Reconhecimento do sexo. a. Mão de fêmea de *T. bahiensis* com os dedos tocando-se em toda sua extensão, sem deixar espaço livre; b. mão de macho de *T. bahiensis* mostrando espaço entre os dedos; c. Mão de *Bothriurus* sp., macho, mostrando espinho característico do sexo, voltado para a face interna. 1. dedo fixo; 2. dedo móvel; 3. espinho

8) Escorpionismo

No Brasil, os escorpiões comprovadamente perigosos pertencem ao gênero *Tityus*. Embora ocorram quase 30 espécies deste no país, as responsáveis ou suspeitas de provocar casos de envenenamento humano restringem-se às seguintes:

1. Complexo *Tityus stigmurus* – inclui escorpiões identificados como *Tityus stigmurus*, *Tityus serrulatus* e *Tityus lamottei*.

2. *Tityus bahiensis*

3. *Tityus trivittatus*

4. *Tityus costatus*

5. *Tityus metuendus* e *Tityus cambridgei*

6. *Tityus brazilae*, *T. neglectus* e *T. mattogrossensis*

7. *Tityus fasciolatus* e *Tityus charreyroni*

Além dos *Tityus*, existem registros esporádicos de acidentes por outros escorpiões como *Bothriurus* spp, *Rhopalurus agamemnon*, *Rhopalurus rochae* e *Rophalurus acromelas* (Lourenço; Von Eickstedt, 2003).

Os acidentes escorpiônicos são importantes em virtude da grande frequência com que ocorreram e da sua potencial gravidade, principalmente em crianças e idosos.

A peçonha escorpiônica é uma mistura complexa composta de grande número de proteínas básicas de baixo peso molecular, associadas a aminoácidos livres e sais, não contendo fibrinogênio e não apresentando atividade hemolítica, proteolítica ou fosfolipásica. A toxina escorpiônica atua sobre os canais de sódio, produzindo despolarização das terminações nervosas pós-ganglionares dos sistemas simpático e parassimpático. Há liberação maciça de neurotransmissores, principalmente catecolaminas (adrenalina e noradrenalina) e acetilcolina. As catecolaminas provocam midríase, hiperglicemia, arritmias cardíacas, taquicardias, aumento da pressão arterial, edema agudo dos pulmões, insuficiência cardíaca e choque cardiocirculatório. A acetilcolina aumenta a secreção das glândulas lacrimais, nasais, das mucosas gástricas e do pâncreas. Também provoca piloereção e alterações do sistema termorregulador, ocasionando tremores, espasmos musculares, miose, priapismo. Ocorre ainda diminuição da frequência cardíaca e hipotensão.

A dor está sempre presente nos envenenamentos por escorpião, com intensidade dependendo não só da sensibilidade individual como também da quantidade de veneno inoculada. A não ocorrência do fenômeno doloroso só se dá quando a toxina é injetada diretamente em uma veia superficial ou capilar.

Dependendo das condições, uma picada pode não produzir grandes efeitos por vários fatores:

1) a espécie a que pertence o escorpião;

2) local atingido (partes ou pele grossa são mais protegidos);

3) as condições do próprio escorpião;

4) a vesícula pode estar descarregada por uso prévio;

5) às vezes, há entupimento dos orifícios de saída do veneno;

6) em extrações de veneno para produção de soro, cerca de 5 a 8% dos exemplares, por um ou outro motivo, não liberam veneno algum;

7) há sempre aqueles que produzem 10 vezes mais veneno que outros.

Se, porém, um escorpião pertencente a uma espécie perigosa injeta uma dose grande de veneno, as consequências podem ser fatais, principalmente se o ferrão atingir um vaso.

9) Escorpiofauna brasileira

Apesar de numerosos, os estudos sobre escorpiões do Brasil publicados nos últimos 15 anos são parciais e não existe nenhuma síntese

atualizada. Um trabalho global encontra-se em fase final de preparação e, baseado nele, o livro *Animais peçonhentos do Brasil* propõe um *check list*, que inclui 4 famílias, 15 gêneros e 86 espécies consideradas atualmente válidas (Lourenço; Von Eickstedt, 2003).

Escorpiões do Brasil por famílias, gêneros e número de espécies

Família Bothriuridae Simon, 1880

Gêneros *Bothriurus* Peter, 1861 (11 espécies)

Brachistosternus Pocock, 1894 (1 espécie)

Brazilobothriurus Lourenço & Monod, 2000 (1 espécie)

Thestylus Simon, 1880 (3 espécies)

Urophonius Pocock, 1893 (1 espécie)

Família Buthidae Simon, 1879

Gêneros *Ananteris* Thorell, 1891 (9 espécies)

Isometrus Hemprich & Ehrenberg, 1828 (1 espécie)

Mycrotityus Kjellesvig-Waering, 1966 (1 espécie)

Rhopalurus Thorell, 1876 (8 espécies)

Tityus Koch, 1836 (31 espécies)

Família Chactidae Laurie, 1896

Gêneros *Broteochactas* Pocock, 1893 (7 espécies)

Brotheas Koch, 1837 (8 espécies)

Chactopsis Kraepelin, 1912 (3 espécies)

Guyanochaetas Lourenço, 1998 (2 espécies)

Teuthrautes Simon, 1878 (2 espécies)

Vachoniochactas Gonzalez-Sponga, 1978 (1 espécie)

Família Ischniuridae Pocock, 1893

Gênero *Opisthacanthus* Peters, 1861 (1 espécie)

10) Chave para famílias de escorpiões

1. Escorpiões com esterno triangular; face ventral da tíbia dos pedipalpos sem tricobótrias.....**Buthidae**

Escorpiões com esterno linear, pentagonal ou subpentagonal; face ventral da tíbia dos pedipalpos com uma ou mais tricobótrias.....2

2. Esterno linear, transversal.....**Bothriuridae**

Esterno pentagonal ou subpentagonal.....3

3. Margem anterior da placa prossomial com uma profunda escavação; presença de uma protuberância longa na face dorsal dos tarsos, que se insere entre as garras.....**Ischnuridae**

Margem anterior da placa prossomial sem escavação ou convexa; protuberância da face dorsal dos tarsos curta ou ausente.....**Chactidae**

Espécies do Gênero Tityus perigosas no Brasil		
Espécie	Colorido	Distribuição Geográfica
Tityus bahiensis 	Marrom escuro, patas manchadas, pedipalpos com mancha escura no fêmur e na tíbia.	Minas Gerais, Goiás, São Paulo, parte do Mato Grosso do Sul e Paraná, além de Argentina e Paraguai. Não há registro de acidentes ou encontro de *T. bahiensis* na Bahia, até a presente data.
Tityus cambridgei 	Escuro, quase negro, e com pentes claros esbranquiçados.	Região Amazônica.
Tityus serrulatus 	Tronco marrom escuro; pedipalpos, patas e pós-abdômen amarelos; no último segmento do pós-abdômen, lado ventral, uma mancha escura.	Minas Gerais, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo.

Tityus stigmurus 	Amarelo escuro apresentando um triângulo negro na cabeça, uma faixa escura longitudinal mediana e manchas laterais no tronco.	Nordeste do Brasil.
Tityus trivittatus 	Amarelo escuro apresentando três faixas longitudinais quase negras; várias subespécies foram descritas com pequenas variações de colorido.	Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais e Rio de Janeiro*.

*_Tityus trivittatus_ é uma espécie que ocorre de maneira discreta no Brasil, tendo sido coletada apenas em algumas localidades do Mato Grosso do Sul e extremo oeste de São Paulo. Seu centro de distribuição está localizado no Paraguai e norte da Argentina. É frequentemente citada, de maneira incorreta, para Minas Gerais e Goiás, confundida com *Tityus costatus* ou *Tityus fasciolatus* (Lourenço; Von Eickstedt, 2003)

BIBLIOGRAFIA INDICADA

BUCHERL, W. Escorpiões e escorpionismo no Brasil. *Memórias do Instituto Butantan*, v. 1, n. 25, p. 53-82, 1953a.

BUCHERL, W. Acúleos que matam. *Revista dos Tribunais*, São Paulo, 1979. 153 p.

CAVICHIOLI, R. Ramiro. Chelicerata. In: RIBEIRO-COSTA, Cibele S.; ROCHA, Rosana Moreira da. *Invertebrados* - Manual de aulas práticas. Ribeirão Preto: Holos, 2002.

FUNDAÇÃO Nacional de Saúde. *Manual de diagnóstico e tratamento de acidentes por animais peçonhentos*. Brasília, 1998. 131 p.

HJELLE, J. T. Anatomy and morphology. In: POLIS, G. A. (Ed.) *The biology of scorpions*. Standford: Stanford University Press, 1990. 587 p. p. 9-63.

JOLY, C. B.; BICUDO, C. E. de M. (Ed.). Escorpiões. In: _____. *Biodiversidade do Estado de São Paulo*. São Paulo: FAPESP, 1999. p. 225-243.

LOURENÇO, W. R. Biogeographie evolutive, ecologie et les strategies biodemographiques chez les scorpions neotropicaux. *C. R. Soc. Biogeogr*., v. 4, n. 67, p. 171-190, 1992.

LOURENÇO, W. R.; CUELLAR, O. Scorpions, scorpionism, life history strategies and parthenogenesis. *The Journal of Venomous Animals and Toxins*, v. 1, n. 2, p. 51-62, 1995.

LOURENÇO, W. R. *et al*. The evolution of scorpionism in Brazil in recent years. *The Journal of Venomous Animals and Toxins*, v. 2, n. 2, p. 121-134, 1996.

LOURENÇO, W. R. *Scorpions of Brazil*. Paris: Les Éditions de I´If, 2002.

LOURENÇO, W. R; VON EICKSTEDT. Escorpiões de importância médica. In: CARDOSO, J. L. C. *et al*. (Ed.). *Animais peçonhentos no Brasil*: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes. São Paulo: Sarvier, 2003. 466 p.

LOURENÇO, W. R.; CLOUDSLEY-THOMPSON, J. L. Discovery of a sexual population of *Tityus serrulatus*, one of the Morphs within the Complex *Tityus stigmurus* (Scorpiones, Buthidae). *The Journal of Arachnology*, 27, p. 154-158.

MATTHIENSEN, Fábio Aranha. *O escorpião*. São Paulo: Edart, 1976.

MATTHIENSEN, Fábio Aranha. Os escorpiões e suas relações com o homem. *Clínica e Cultura*, v. 40, n. 12, p. 1168-1172, 1988.

MATTHIENSEN, Fábio Aranha. Nota sobre escorpiões. *Revista de Agricultura*, v. 36, n. 3, p. 139-147, 1961.

MATTHIENSEN, Fábio Aranha. Parthenogenesis in scorpions. *Evolution*, v. 2, n. 16, p. 255-256, 1962.

MATTHIENSEN, Fábio Aranha. *Aspectos morfológicos e biológicos dos escorpiões*. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1966. 115 p.

MELLO-LEITÃO, C. Escorpiões sul-americanos. *Arquivos do Museu Nacional*, 40, p. 1-468, 1945.

RUPERT, E. E.; BARNES, R. D. Quelicerados. In: _____. *Zoologia dos invertebrados*. 6. ed. São Paulo: Roca Ltda., 1996.

RUPERT, E. E; FOX, R. S.; BARNES, R. D. Chelicerata. In: _____. *Zoologia dos invertebrados* – uma abordagem funcional-evolutiva. 7. ed. São Paulo: Roca Ltda., 2005.

STAHNKE, H. L. Scorpion nomenclature and mensuration. *Entomological News*, 81, p. 297-316, 1970.

STAHNKE, H. L. Some aspects of scorpion behavior. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences*, v. 65, n. 2, p. 65-80, 1966.

WILLIAMS, S. C. Scorpion bionomics. *Annual Review of Entomology*, 32, p. 275-295, 1987.

APÊNDICE

Quadro comparativo de Aracnídeos e Insetos

	Aracnídeos	Insetos
Regiões do corpo	Duas (cefalotórax e abdômen)	Três (cabeça, tórax e abdômen)
Antenas	Ausentes (áceros)	1 par (díceros)
Pernas	4 pares	3 pares
Pedipalpos	1 par de 6 segmentos (coxa, trocânter, fêmur, patela, tíbia e tarso). Em aranhas, nos machos, o tarso é modificado para transferência de esperma.	Ausentes
Aparelho de veneno	Abrem-se nos ferrões das quelíceras, em aranhas, no aguilhão, em escorpiões, e nos pedipalpos, em pseudoescorpiões.	Se presente, usualmente abre-se no final posterior do abdômen.
Asas	Sempre ausentes. Obs.: aranhas podem "voar" através do mecanismo de dispersão denominado balonismo ou aeronautismo.	Comumente presentes (1 ou 2 pares)
Olhos	Sempre ocelos simples. Comumente 6 ou 8.	Geralmente compostos, às vezes com 2 ou 3 ocelos adicionais.
Aparelho de seda	Sempre presente, abrindo-se no final do abdômen, abaixo do ânus em aranhas.	Pode ocorrer em algumas larvas, abrindo-se anteriormente na abertura oral. Raro em adultos, abrindo-se nos tarsos.
Poro genital	No lado ventral, situado na parte anterior do abdômen.	Terminal, logo abaixo do ânus, no final posterior do abdômen.
Digestão do alimento	Sempre ocorre antes de ser engolido, por regugitação de enzimas.	Usualmente ocorre após ser engolido.
Desenvolvimento	Praticamente direto, sem estágios larvais típicos. Quando adultos, machos e fêmeas apresentam estruturas sexuais típicas.	Às vezes direto ou com uma metamorfose incompleta ou completa, dependendo dos grupos.

AULA 6

Arthropoda – parte 5

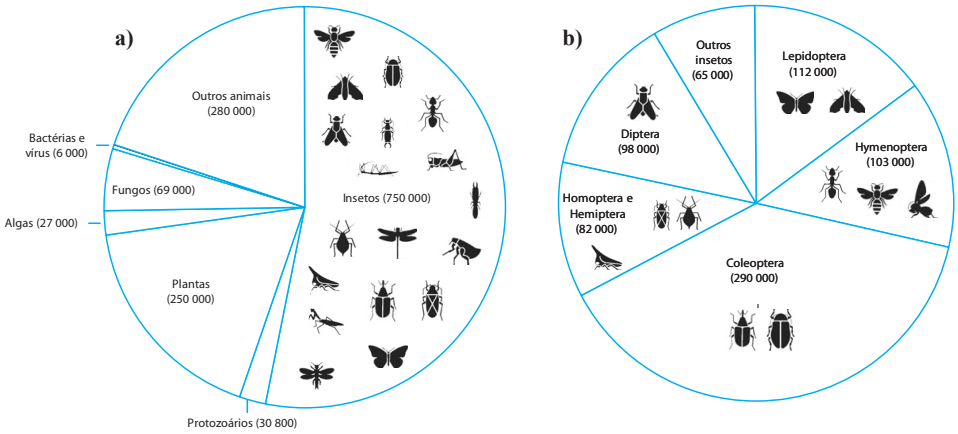
Alexsander Araújo Azevedo

CLASSE INSECTA

Biodiversidade e sucesso evolutivo

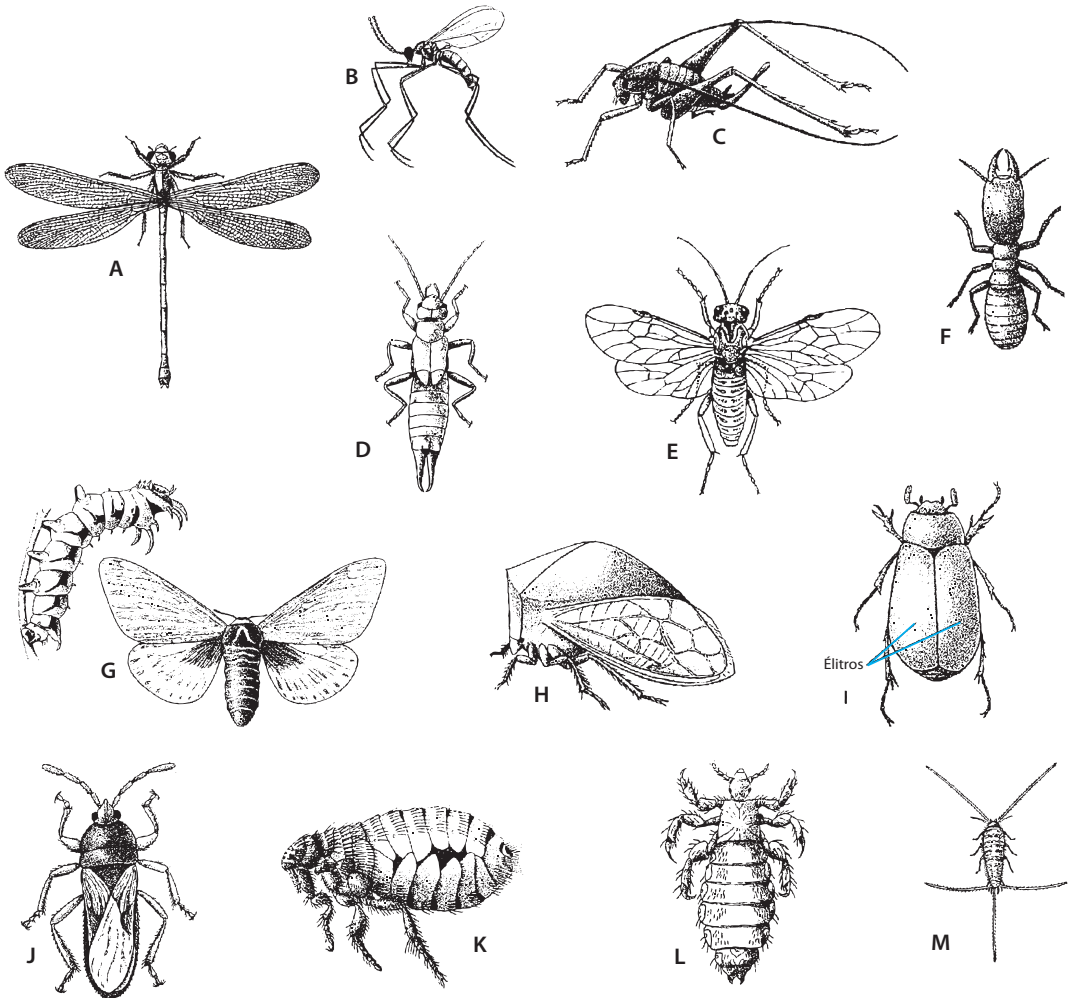
Os insetos são agrupados na Classe Insecta e representam o maior grupo de seres vivos, contendo mais de 750.000 espécies descritas – quase três vezes mais que todos os grupos de animais combinados. Estima-se que existam entre 1 e 30 milhões de espécies de insetos ainda não descritas no mundo. Considerando que a maior parte da fauna de insetos do planeta está concentrada nas florestas tropicais, e que estas vêm sofrendo contínua destruição, uma enorme quantidade de espécies será extinta antes mesmo de serem conhecidas.

Os insetos também são agrupados em níveis de organização chamados de *Ordens*, um termo que em *Entomologia* – a ciência que estuda insetos – é bastante utilizado para designar grandes grupos de insetos que possuem características semelhantes. Os insetos podem ser distribuídos em 31 ordens, compreendendo ao todo cerca de mil famílias. É interessante ressaltar que apenas seis ordens concentram 91% de toda riqueza de espécies de insetos.



Riqueza de espécies de insetos: a) em relação aos demais seres vivos; b) distribuída na Classe Insecta, destacando as ordens com maior diversidade

Algumas ordens agrupam insetos popularmente bem conhecidos, enquanto a maioria é representada por insetos quase nunca percebidos pelo público em geral, seja pelo hábito de vida inconspícuo e/ou pelo tamanho diminuto.



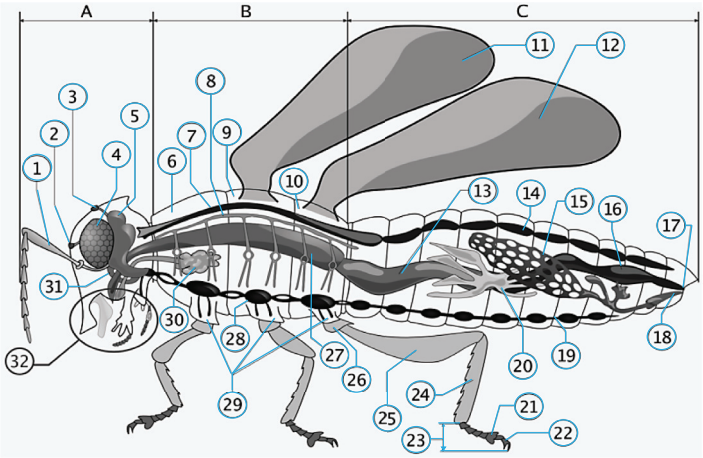
Exemplos de ordens que reúnem insetos popularmente bem conhecidos: A. Odonata (libélulas); B. Diptera (pernilongos e moscas); C. Orthoptera (grilos e gafanhotos); D. Dermaptera (tesourinhas); E. Hymenoptera (formigas, abelhas, vespas); F. Isoptera (cupins); G. Lepidoptera (borboletas e mariposas); H. Homoptera (cigarras); I. Coleoptera (besouros); J. Hemiptera (barbeiros e percevejos); K. Siphonaptera (pulgas); L. Anoplura (piolhos); M. Thysanura (traças). Ilustrações adaptadas de RUPPERT & BARNES, 1996

A riqueza da fauna de insetos reflete uma variedade de formas, tamanhos, cores, comportamentos e ambientes de vida. A capacidade de voar da maioria dos insetos contribuiu bastante para o sucesso do grupo. O voo potencializou o poder de dispersão e distribuição, facilitou a exploração de fontes alimentares e de diferentes habitats, os processos reprodutivos e a fuga de predadores ou de locais desfavoráveis à sobrevivência. Outras características também foram significativas para o grande sucesso dos insetos como a resistente casca de ovo, que permite a exposição às condições ambientais mais extremas, e o exoesqueleto, que protege os órgãos internos e

reduz a dessecação. Além destas, o desenvolvimento que inclui uma larva permite que o inseto juvenil utilize habitats e recursos diferentes dos adultos, não havendo competição alimentar entre a geração parental e os descendentes. A enorme capacidade de adaptação dos insetos levou-os a ocupar quase todos os ambientes disponíveis na natureza, tanto terrestres quanto aquáticos.

Morfologia externa

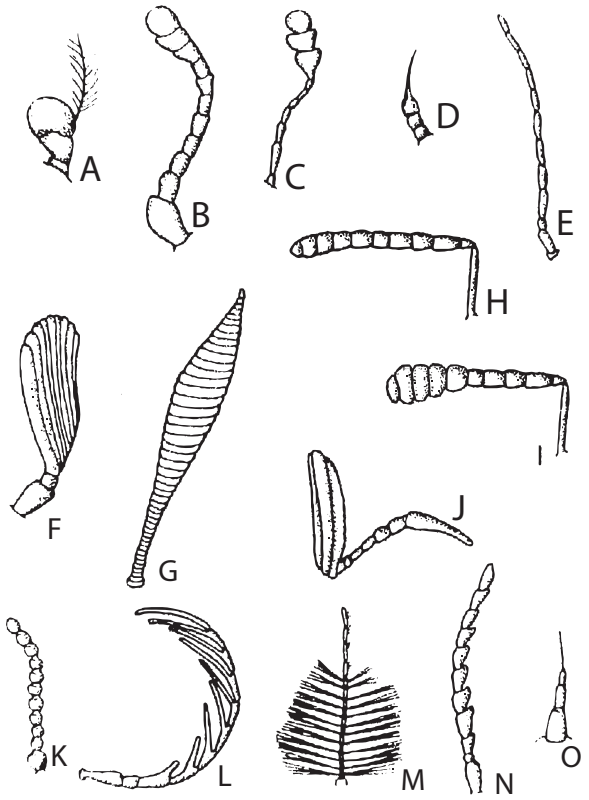
A parede do corpo (tegumento) dos insetos é constituída por uma camada de cutícula quitinosa (mais externa) denominada exoesqueleto, seguida pela epiderme e uma membrana basal, e geralmente apresenta-se como uma carapaça dura e rígida, às vezes flexível e elástica. O tegumento fornece proteção contra a umidade excessiva, o ressecamento do corpo, e contém muitos tipos de receptores sensoriais, bem como processos internos que servem para inserção muscular. As áreas altamente esclerotinizadas da superfície corporal são denominadas escleritos, que por sua vez são separados por suturas que delimitam os segmentos do corpo. Um segmento completo constitui-se de um tergo (região dorsal), um esterno (região ventral) e duas pleuras (regiões laterais). O corpo dos insetos apresenta simetria bilateral e distingue-se dos outros artrópodos por ser dividido em três regiões bem definidas: cabeça, tórax e abdômen. Na cabeça estão concentradas as peças bucais e os órgãos dos sentidos (olhos, ocelos e antenas), enquanto no tórax encontram-se os órgãos locomotores (pernas e asas) e, no abdômen (9 a 11 segmentos), os órgãos reprodutores e aqueles responsáveis pela maioria dos processos metabólicos do corpo.



Anatomia externa e interna de um inseto hipotético: A: cabeça; B: tórax; C: abdômen; 1. antena; 2-3. ocelos; 4. olho composto; 5. cérebro; 6. protórax; 7. artéria dorsal; 8. tubos traqueais e espiráculos; 9. mesotórax; 10. metatórax; 11. asa anterior; 12. asa posterior; 13. intestino médio; 14. coração; 15. ovário; 16. intestino posterior; 17. ânus; 18. vagina 19. gânglios abdominais; 20. túbulos de Malpighi; 21. tarsômero; 22. garras tarsais; 23. tarso; 24. tíbia; 25. fêmur; 26. trocânter; 27. intestino anterior; 28. gânglios torácicos; 29. coxa; 30. glândula salivar; 31. gânglio subesofágico; 32. peças bucais. Fonte: adaptado de <http://pt.wikipedia.org/wiki/Inseto>

Os insetos possuem um par de olhos compostos localizados dorso-lateralmente ocupando a maior parte da cabeça. São formados por um número extremamente grande de unidades hexagonais chamadas de omatídeos, responsáveis pela formação de imagens. Os ocelos (1-3), por outro lado, situados normalmente entre os olhos, são olhos simples e pequenos, sensíveis à luz e sombra, não formando imagens.

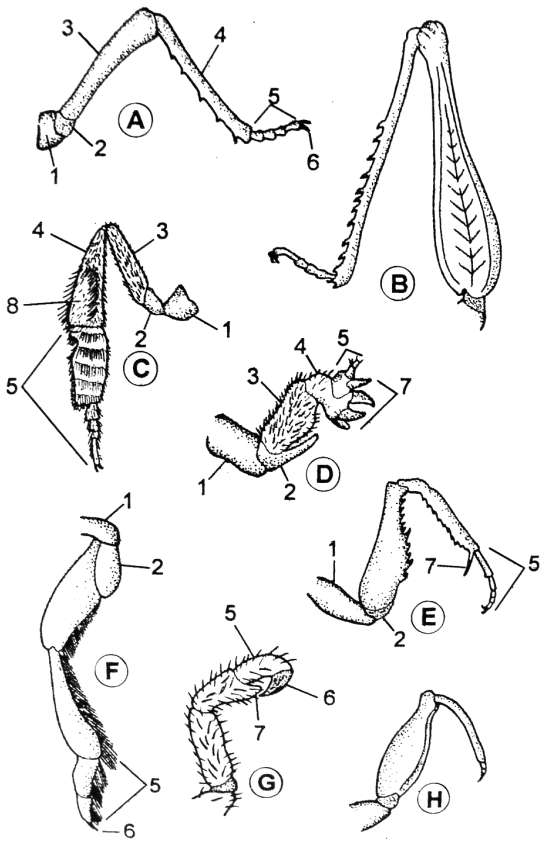
As antenas, por sua vez, são apêndices alongados (um par), segmentados e móveis localizados entre os olhos, podendo variar enormemente em tamanho e forma. Uma antena completa possui três partes principais: escapo (artículo basal), pedicelo (segundo artículo) e flagelo (dividido em flagelômeros). Os machos normalmente possuem antenas mais desenvolvidas que as fêmeas. Funcionam sensitivamente como órgão tátil, olfativo e, em alguns casos, auditivo.



Tipos de antenas e exemplos de insetos (adaptado de BUZZI, 2002): A) Aristada (flagelo com uma arista - moscas); B) Clavada (dilatação terminal em forma de clava - borboletas); C) Capitada (dilatação terminal repentina - besouros); D) Estilada (último flagelômero alongado – mariposas); E) Filiforme (flagelômeros muito semelhantes – baratas); F) Flabelada (expansão lateral dos flagelômeros – micro-himenopteros); G) Fusiforme (flagelômeros do meio com diâmetro maior – mariposas); H) Geniculada (escapo longo em ângulo reto – abelhas); I) Genículo-clavada (caracterizada pelos dois tipos - besouros); J) Lamelada (expansão lateral foliácea nos últimos flagelômeros – besouros); K) Moniliforme (flagelômeros esféricos ou subovoidais – cupins); L) Pectinada (expansões laterais muito acentuadas – mariposas); M) Plumosa (expansões laterais muito finas – pernilongos); N) Serreada (com aspecto de serra – besouros); O) Setácea (diminuição gradativa do diâmetro dos flagelômeros em direção ao ápice – libélulas)

O aparelho bucal constitui-se de um conjunto de peças móveis, normalmente um par de mandíbulas, seguido por um par de maxilas e depois pelo lábio. Anteriormente à mandíbula encontra-se o labro, e projetada a partir do piso da cavidade pré-bucal, a hipofaringe. As peças bucais apresentam modificações entre os insetos principalmente em função das adaptações alimentares. Os aparelhos bucais podem ser basicamente mastigador e sugador. No tipo mastigador, considerado o mais primitivo, as mandíbulas movem-se para os lados e permitem que o inseto seja capaz de arrancar e mastigar seu alimento. No sugador, as peças bucais são alongadas, parte delas ou todas formam uma probóscide através da qual o alimento líquido é sugado. Existem ainda variações das formas citadas como o tipo picador com estruturas perfurantes (estiletes) e lambedor.

Em relação às pernas, existem três pares. Cada par é articulado com a pleura em cada um dos três segmentos do tórax (pró, meso e metatórax). A partir da base, a perna é constituída de coxa, trocânter, fêmur, tarso (1-5 tarsômeros) e pós-tarso (garras ou unhas e/ou arólio). Geralmente, as pernas são usadas simplesmente para andar, mas também podem ser adaptadas para nadar ou correr, sendo que um ou mais pares podem apresentar-se modificados para outras funções como capturar e segurar presas, saltar e escavar. As larvas apresentam um número de pernas variável, podendo inclusive possuir apêndices abdominais (falsas pernas. Ex.: ordem Lepidoptera).



Tipos de pernas e exemplos de insetos (adaptado de BUZZI, 2002): A) Ambulatória (sem modificações - bicho-pau); B) Saltatória (fêmur e tíbia bem desenvolvidos – perna posterior do gafanhoto); C) Coletora (tíbia posterior com depressão em forma de colher ou corbícula – perna posterior de algumas abelhas); D) Fossorial (pernas fortes adaptadas para escavar – perna anterior da paquinha); E) Raptorial (fêmur e tíbia com espinhos – perna anterior de louva-a-deus); F) Natatória (pernas dilatadas em forma de remo – besouros aquáticos); G) Escansorial (adaptada para agarrar-se ao hospedeiro – piolhos); H) Prensora (fêmur bem desenvolvido provido de sulco onde aloja a tíbia – pernas anteriores das baratas d'água); 1. coxa; 2. trocânter; 3. fêmur; 4. tíbia; 5. tarsos e 1-5 tarsômeros; 6. unhas e garras; 7. esporões tibiais e tarsais; 8. corbícula

As asas, evaginações da parede do corpo localizadas dorsolateralmente entre os tergos e as pleuras, são características distintas dos insetos em relação aos demais artrópodos. Primitivamente, as asas eram mantidas esticadas como nas libélulas. A evolução dos escleritos na base da asa permitiu que elas fossem dobradas quando o inseto estivesse repousado. Isso foi um evento muito importante para os insetos, permitindo que os mesmos explorassem micro-habitats, anteriormente impedidos pela asa esticada. Embora a maioria dos insetos possua dois pares de asas, existem grupos desprovidos das mesmas ou que possuem um par reduzido ou modificado. A ausência de asas pode ser uma característica primária – em insetos cujos ancestrais não possuíam asas (ex.: ordens Thysanura e Collembola) – ou secundária – perda ou modificação das asas ocorrida posteriormente no tempo evolutivo. Este último caso pode ser verificado: nos dípteros, onde apenas o par mesotorácico é funcional e o par metatorácico, transformado em balancins ou halteres funcionando como órgãos de equilíbrio; nos insetos parasitas tais como piolhos e pulgas (sem asas); nas formigas e cupins, que só possuem asas em determinados períodos do ciclo de vida.

As asas variam em número, tamanho, forma, venação e posição de repouso. Quanto à consistência, as asas podem ser membranosas (finas e flexíveis, com as nervuras bem distintas), na forma de élitros com consistência coriácea (duras, resistentes, que servem de proteção às asas membranosas), tégmina (consistência intermediária entre os tipos anteriores) e hemiélitro (possui a metade basal esclerotinizada e a metade distal membranosa).

Anatomia interna e características fisiológicas

O sistema digestivo dos insetos compreende o tubo digestivo anterior (cavidade pré-oral, boca, faringe, esôfago, papo e moela), médio (porção onde ocorre a maior parte da digestão e absorção dos alimentos) e posterior (região condutora), bem como partes acessórias como glândulas salivares, cecos gástricos (expansões do intestino médio) e os túbulos de Malpighi. Presentes na maioria dos insetos, os túbulos de Malpighi tratam-se de tubos fechados distalmente, que variam muito em número (2 a 250) e forma (curtos e grossos; longos e delgados; simples ou ramificados), e constituem os principais órgãos excretores. São responsáveis pela excreção de várias substâncias como, por exemplo, uréia, ácido úrico, amônia e sais. As substâncias podem ser eliminadas de forma líquida, em que a água é o principal elemento, sólida, onde aparecem compostos nitrogenados e sais inorgânicos e na forma gasosa, em que o principal gás expelido é o dióxido de carbono. De forma acessória, o sistema excretor também conta com o tubo digestivo, nefrócitos, glândulas cervicais, tecidos gordurosos e oenócitos.

O sistema circulatório dos insetos conta com um vaso alongado fixado sob os tergos dorsalmente ao tubo digestivo, e constituído por uma aorta (região anterior) e o coração (região posterior), por onde circulam os fluidos ou hemolinfa. O vaso dorsal também conta com órgãos pulsáteis que impulsionam a hemolinfa para o interior de órgãos distantes.

O processo da respiração pode ser realizado por um sistema traqueal aberto, quando as traqueias abrem-se externamente por pequenas aberturas (espiráculos ou estigmas) torácicas ou abdominais, ou fechado, quando não existem espiráculos ou estes não são funcionais. As traqueias ramificam-se em traquéolas e podem apresentar dilatações denominadas sacos aéreos que armazenam ar durante voos e mergulhos e podem ocupar quase todo o abdômen. Estágios imaturos de muitos insetos aquáticos possuem brânquias, que podem ou não coexistir com os espiráculos.

O sistema nervoso é composto por um gânglio central (cérebro) e outro subesofágico, localizados, respectivamente, nas regiões dorsal e ventral da cabeça, e uma série de gânglios situados ventralmente acima dos esternos torácicos e abdominais e ligados por um cordão nervoso. Os estímulos externos são percebidos pelos ocelos e olhos compostos, e por uma grande diversidade de órgãos sensoriais (cerdas, espinhos, sensílios) relacionados ao tato, olfato, equilíbrio, percepção química, percepção de estímulos mecânicos. Localizam-se sobre a superfície corporal, especialmente nas antenas, pernas e peças bucais. A audição da maioria dos insetos é promovida por um órgão timpânico localizado no primeiro segmento abdominal, ou mesmo na base das tíbias anteriores (esperanças e grilos).

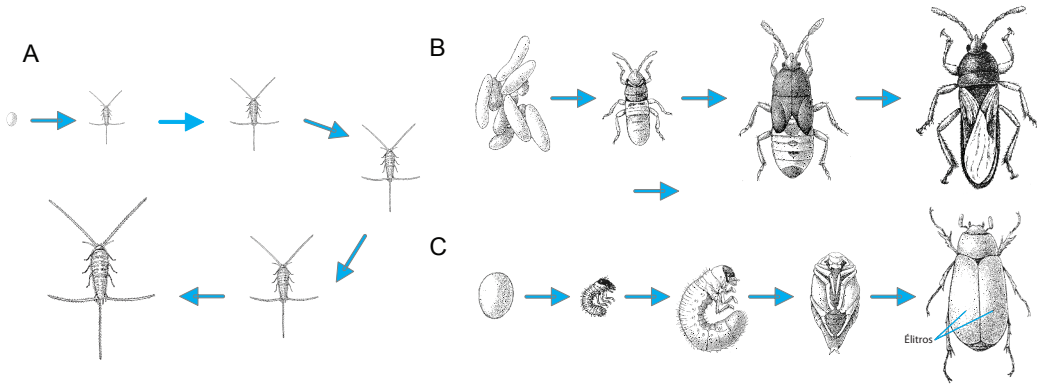
Reprodução e desenvolvimento

As estruturas reprodutivas localizam-se no abdômen, sendo que a abertura genital (gonóporo) abre-se geralmente através do nono esterno nos machos, e sobre ou através do oitavo ou nono esterno nas fêmeas. Geralmente, as fêmeas possuem um par de ovários e de oviductos, glândulas acessórias, vagina, espermateca para armazenar espermatozoides até a fertilização dos óvulos, e mais raramente (em Lepidoptera) uma bolsa copuladora para recepção do esperma antes de passar para a espermateca, além do ovopositor. Os machos apresentam um par de testículos, ductos e vesículas seminais, um canal ejaculador, pênis e glândulas acessórias.

Os insetos, em sua maioria dioicos, se reproduzem comumente por oviparidade (produção e postura de ovos no ambiente). Entretanto, eles também podem reproduzir-se por viviparidade (desenvolvimento dos ovos internamente e eliminação de larvas ou ninfas, ao invés de ovos), partenogênese (óvulos desenvolvem-se sem fertilização), pedogênese (realizada por insetos imaturos que possuem ovários funcionais e os ovos desenvolvem-se por partenogênese) e

poliembrionia (formação de dois ou mais embriões a partir de um único ovo). De forma mais rara, os insetos ainda podem ser hermafroditas, reproduzindo-se sem a necessidade de cópula.

A postura dos ovos pode ser realizada sobre o corpo de um hospedeiro, no meio aquático, enterrado ou fixado em diferentes substratos. Os ovos podem ser postos isolados ou em massas, e podem ser cobertos por uma substância ou cápsula protetora (ooteca). O crescimento dos indivíduos imaturos ocorre por meio de um processo de mudas ou perdas periódicas da cutícula (ecdise). A cutícula abandonada chama-se exúvia. Denominam-se instar ou estádio os intervalos de tempo entre as mudas (número bastante variável) e, estágio, as várias fases pelas quais os insetos passam durante seu desenvolvimento (ovo, larva, ninfa, pupa, adulto). As formas imaturas de alguns insetos exibem a forma definitiva desde a eclosão do ovo modificando apenas o seu tamanho. A mudança de forma durante o desenvolvimento do inseto representa o processo de metamorfose, que pode se dar geralmente de forma simples (os vários instars diferem muito pouco entre si e não existe o estágio de pupa) ou completa (as formas jovens diferem totalmente dos adultos e apresentam pupas intermediárias). As pupas são imóveis e não se alimentam (com raríssimas exceções) e geralmente são recobertas por um casulo, que pode ser denominado de crisálida (Lepidoptera).



Tipos de desenvolvimento dos insetos: A - sem metamorfose (ex.: traças); B - metamorfose simples (ex.: percevejos); C - metamorfose completa (incluindo larva e pupa; ex.: besouros)

Aspectos comportamentais e ecológicos

Herbívoros – Os insetos são os principais responsáveis pelo consumo de tecidos vegetais vivos (herbivoria). Cerca de um terço das espécies de insetos exibe hábito herbívoro em pelo menos uma fase do seu ciclo de vida. As larvas de mariposas e borboletas, por exemplo, destacam-se como importantes herbívoros em quase todos os ecossistemas. De maneira geral, os insetos herbívoros constituem uma importante força seletiva que atua na determinação da diversidade e do

sucesso de estabelecimento das plantas nas comunidades. A herbivoria pode ser maléfica para as plantas, pois reduz o crescimento e as chances de sobrevivência e reprodução das mesmas. Estruturas protetoras como espinhos, pelos e o acúmulo de compostos químicos secundários surgiram nas plantas, provavelmente, em resposta à herbivoria.

Predadores e presas – Os insetos predadores matam e alimentam-se de outros organismos para sobreviverem e reproduzirem. Para isso eles precisam encontrar e capturar presas. Os insetos presas, ao contrário, precisam escapar de seus predadores para garantir a sobrevivência e a reprodução. Assim, predadores e presas podem exibir diversificadas estratégias de caça e de fuga. A camuflagem e o mimetismo, por exemplo, permitem que predadores e presas imitem cores e formas do ambiente circundante ou de outros animais para atingir diferentes objetivos. Há insetos que imitam folhas verdes ou secas, podendo inclusive simular lesões ou recortes nas bordas como se fosse uma folha danificada, tamanha a perfeição da camuflagem. Quando camuflados, os insetos predadores podem aguardar a aproximação da presa sem serem notados por ela (ex.: louva-a-deus), enquanto outros podem passar despercebidos aos predadores (ex.: esperança). Predadores também podem construir armadilhas para captura de presas (ex.: formigas-leão). Por outro lado, alguns insetos produzem substâncias tóxicas e adotam uma coloração evidente (aposematismo) que os indicam como impalatáveis, de modo que, por aprendizado, os predadores tornam-se avessos ao padrão de cor observado (ex.: borboleta-mocarca). Há também casos em que uma determinada espécie (ex.: jequitirana-boia) possui um verdadeiro arsenal de formas de defesa envolvendo camuflagem, mimetismo, sabor desagradável e desenhos com coloridos fortes nas asas.

Parasitas e parasitoides – O parasitismo é a interação entre dois organismos na qual um deles, o parasita, vive às custas do outro, o hospedeiro. Esta interação pode ocorrer inclusive entre insetos. Muitas vezes o parasitismo está ligado apenas à fase larval, sendo os adultos de vida livre. Os insetos que vivem sobre os hospedeiros são denominados ectoparasitos (ex.: pulgas, piolhos, percevejos) e os que vivem dentro, endoparasitos (ex.: dípteros das famílias Bombylidae, Tachinidae e Sarcophagidae). Normalmente atribui-se o termo parasitoide àqueles insetos que levam o hospedeiro à morte (ex.: himenópteros da família Ichneumonidae).

Detritívoros e saprófagos – Estes insetos alimentam-se de detritos animais ou dejetos orgânicos, cadáveres ou partes vegetais em decomposição, desempenhando um papel fundamental na cadeia alimentar ao auxiliar na ciclagem dos elementos químicos essenciais (ex.: besouros da família Scarabeidae e Staphilinidae).

Mutualistas – Muitas espécies de insetos exibem associações de mutualismo (interação ecológica que beneficia os organismos

envolvidos). Algumas formigas alimentam-se do exudato (seiva açucarada) fornecido por pulgões, que, por sua vez, se beneficiam com a presença das formigas que protegem suas colônias de predadores. Interações mutualísticas entre insetos e plantas também são de grande importância. Na interação chamada mirmecofilia, colônias de formigas abrigam-se em estruturas especiais existentes em determinadas plantas, que, por sua vez, também são beneficiadas, já que as formigas residentes predam os herbívoros. A polinização também é uma interação mutualística na qual, ao buscar recursos alimentares nas flores, os animais promovem a transferência de grãos de pólen da parte masculina para a parte feminina, possibilitando a fecundação do óvulo e consequente formação dos frutos e sementes.

Polinizadores – A maioria das plantas que produzem flores depende de insetos para o processo de polinização. As abelhas, de modo particular, constituem o principal grupo de polinizadores em diferentes ecossistemas e desempenham um importante papel na preservação e manutenção da diversidade de espécies vegetais e, por conseguinte, na preservação de outros grupos de animais que utilizam as plantas ou seus produtos como fontes de alimento.

Insetos sociais – A organização social evoluiu nas ordens Isoptera (cupins) e Hymenoptera (formigas, abelhas e vespas). Uma colônia é constituída de castas representadas pelos machos, a fêmea (ou rainha) e os operários, podendo haver também uma casta de soldados no caso de formigas e cupins. Exceto quanto às espécies que cultivam fungos, a maioria dos cupins depende de celulose como fonte alimentar e de protozoários flagelados simbióticos para a digestão da celulose. Além de cultivarem fungos para se alimentarem, algumas formigas são predadoras, consumindo uma grande variedade de invertebrados durante movimentos nômades em massa. A dieta também é uma importante característica que difere abelhas de vespas. As fontes proteicas das larvas de abelhas e vespas são, respectivamente, de origem vegetal (pólen das flores) e animal (ex.: larvas de outros insetos).

RELAÇÃO ENTRE OS INSETOS E O HOMEM

Além de serem importantes para a manutenção da biodiversidade dos ecossistemas naturais, muitos insetos também são úteis aos homens. Dentre eles destacam-se os polinizadores, responsáveis pela produção de cultivos, como o maracujá, morango, café e algodão. Os humanos também se beneficiam de produtos como mel, própolis e cera provenientes de abelhas sociais (ex.: *Apis mellifera*), ou os fios do bicho-da-seda (larva de mariposa, ex.: *Bombyx mori*) e a laca, usada na fabricação de vernizes e polimentos (*Lacifer lacca*, uma cochonilha).

Na medicina alternativa, o veneno das abelhas é utilizado para curar dores localizadas e a luciferase, proteína proveniente dos vaga-lumes, é indicada para transtornos hepáticos. A homeopatia utiliza elementos químicos e vitaminas provenientes de insetos como grilos, gafanhotos, cupins, formigas e mariposas.

Por outro lado existem vários insetos que são prejudiciais ao homem, como espécies transmissoras de doenças ou pragas agrícolas. É importante ressaltar, porém, que a diversidade de insetos danosos ao homem soma menos de 10% do total de insetos conhecidos. Entre os transmissores de doenças encontram-se, por exemplo, o mosquito da dengue, da malária e os barbeiros transmissores da doença de Chagas. Enquanto traças e cupins podem tornar-se pragas domésticas atacando objetos nas habitações humanas, lagartas e gafanhotos podem se tornar pragas agrícolas em ecossistemas alterados e trazer enormes prejuízos aos agricultores. A monocultura extensiva favorece o aparecimento de pragas, pois os insetos herbívoros encontram alimento farto na cultura e se reproduzem intensamente. O controle das pragas é usualmente feito com o uso de inseticidas, que nem sempre funcionam, mas sempre trazem impacto ao ambiente ao atingir também as espécies benéficas, como os polinizadores. Uma alternativa para controlar as populações de pragas, ao invés do uso de inseticidas, é o controle biológico que consiste na introdução de predadores, parasitoides ou competidores no agroecossistema.

BIBLIOGRAFIA INDICADA

BUZZI, Z. J. *Entomologia didática*. 4. ed. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 2002. 347 p.

BORROR, D.; DE LONG, B. *Introdução ao estudo dos insetos*. São Paulo: Manole, 1988.

CARDOSO, J. L. C. *et al*. *Animais peçonhentos no Brasil*: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes. Sarvier, 2003. 468 p.

CHAPMAN, R. F. *The insects*: structure and function. 4. ed. Cambridge: Harvard University Press, 1998.

MARCONDES, C. B. *Entomologia médica e veterinária*. São Paulo: Atheneu, 2001. 432 p.

PRICE, P. W. *Insect Ecology*. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1997. 874 p.

RUPPERT, E. E. *et al*. *Zoologia dos invertebrados*: uma abordagem funcional-evolutiva. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005. 1145 p.

AULA 7

Arthropoda – parte 6

Alípio Rezende Benedetti, Marcela Borges e Ubirajara de Oliveira

SUBFILO CRUSTACEA

Introdução

Nenhum outro grupo de plantas ou animais do planeta exibe tão grande diversidade morfológica quanto os crustáceos. Os mais antigos fósseis de crustáceos datam do início do período Cambriano (540 milhões de anos atrás), esses mostram uma diversidade morfológica semelhante à das formas atuais, sendo a origem do grupo possivelmente muito anterior. Esta diversidade e origem remota são algumas das dificuldades enfrentadas para a classificação do grupo.

Com mais de 30.000 espécies atuais descritas, os crustáceos exibem uma das maiores diversidades de formas e habitats no reino animal, variando desde pequenas espécies intersticiais e planctônicas, com menos de 1 mm, até espécies como o caranguejo gigante com 4 m de envergadura. Apresentam uma grande diversidade de hábitos alimentares, existindo espécies predadoras, filtradoras, planctônicas, bentônicas, nectônicas, comensais, saprófagas e parasitas.

Os crustáceos dominaram bem o ambiente aquático, existindo espécies de água doce, salgada e salobra, que vivem nas mais diversas condições, da zona abissal a zona entremarés, de rios com grande correnteza a lagos de cavernas. Algumas espécies dominaram até mesmo o ambiente terrestre, como os isópodos terrestres e alguns anfípodos.

Os crustáceos apresentam algumas características que os diferenciam dos demais artrópodes, a presença de dois pares de antenas, apêndices birremes, estágios larvais nauplius, zoea, porém essas características podem estar ausentes em alguns grupos de crustáceos.

Assim como sua classificação, a origem e a filogenia do grupo sempre foram problemáticas, devido a sua diversidade de formas, origem

muito antiga e grande especialização de certos grupos. Muitos estudos filogenéticos eram baseados em características morfológicas e registros fósseis, sendo muitas vezes controversos. Os recentes trabalhos de filogenia de Arthropoda, baseados em características moleculares, não sustentaram as tradicionais hipóteses sobre a origem e filogenia de Crustacea, abrindo caminho para novas hipóteses que relacionam Crustacea a Hexapoda em um grande grupo monofilético: Pancrustacea.

Idealmente a classificação deveria refletir a história filogenética do grupo. A classificação atualmente proposta (Martin; Davis. *An updated classification of the recent crustacea*, 2001) reflete hipóteses filogenéticas modernas, baseadas em análises cladísticas de dados morfológicos e/ou moleculares. Apesar disso, os autores admitem que a classificação de alguns grupos ainda é problemática.

A chave de identificação dos grupos de crustáceos presente neste trabalho foi baseada na classificação atual citada anteriormente, porém, para fins didáticos, foram omitidos alguns grupos de crustáceos, e consideramos conveniente manter na chave o grupo Conchostraca, porém ressaltando que ele não possui valor taxonômico.

CLASSES

Remipedia

Os remipédios são pequenos crustáceos, geralmente com 30 mm, com corpo alongado. Apresentam região cefálica distinta do corpo (recoberta por um escudo cefálico), o primeiro segmento torácico está fundido com a cabeça. Possuem antênulas birremes e um par de maxilípedes preênseis com garras. O tronco é alongado (não se distinguindo o tórax do abdome), com mais de 32 segmentos, e o último segmento do tronco é fundido dorsalmente com o télson.

Habitantes de interstícios são restritos à água salgada, sendo encontrados em cavernas submarinas; em algumas espécies os olhos podem estar ausentes. São conhecidas poucas espécies de remipédios.

Cephalocarida

Pequenos crustáceos que medem menos de 4 mm de comprimento, encontrados comumente no substrato marinho. A cabeça é formada por 19 segmentos dos quais apenas os nove primeiros possuem apêndices. Os apêndices do tronco são todos semelhantes sendo também semelhantes ao segundo par de maxilas. Possuem uma peça achatada (pseudoepipodito), o que faz com que o apêndice seja trirreme.

Possuem as antenas curtas e os olhos são ausentes. Não possuem maxilípedes e apresentam um escudo cefálico. Existem 10 espécies descritas em cinco gêneros.

Maxilopoda

Os maxilópodos são, com certeza, o grupo de crustáceos de classificação mais problemática. Apresentam o corpo com cinco somitos cefálicos, seis torácicos, e geralmente quatro abdominais e um télson. A variação morfológica é muito grande, sendo difícil perceber as características comuns a todos os maxilópodos. Entre todas as classes de Crustacea, Maxilopoda apresenta maior diversidade morfológica, possuindo representantes vermiformes como os pentastomídeos, sésseis como os thecostraca, esféricos como os tantulocaridos, e formas mais familiares como os copepodos.

Existem diversos grupos de maxilópodos parasitas, pentastomídeos (parasitas de vertebrados), tantulocaridos (parasitas de copepodos e cirripédios), brachiuros (parasitas de peixes). Os copepodas são um dos principais representantes do zooplâncton, sendo fundamentais para as cadeias alimentares.

A monofilia do grupo ainda é bastante controversa, sendo muito discutido se Maxilopoda seria ou não um táxon válido. Alguns trabalhos de filogenia sugerem que alguns grupos de maxilópodos formariam um grupo monofilético, e possivelmente estariam relacionados com Remipedia e Cephalocarida. Porém, a maioria dos trabalhos indica que dificilmente todos os maxilópodos formariam um grupo monofilético.

Branchiopoda

A Classe Branchiopoda está dividida em duas subclasses (Sarsostraca e Phyllopoda). Os branquiópodos exibem uma grande diversidade morfológica. Porém, análises morfológicas e moleculares indicam o grupo dos Branchiopoda como monofiléticos.

Os branquiópodos são caracterizados por possuírem apêndices do tronco achatados e foliáceos. A coxa é provida de um epipodito achatado que serve como brânquia, o que dá nome à classe (pés com brânquias). Os apêndices filtram alimentos e são usados na locomoção.

A mandíbula e maxila encontram-se reduzidas ou ausentes, assim como os maxilipedes estão ausentes. As primeiras antenas são vestigiais.

O número de segmentos e apêndices torácicos é variável, sendo o último geralmente desprovido de apêndices. Os segmentos abdominais também variam extremamente. Apresentam télson usualmente em forma de remo, podendo constituir uma furca caudal em alguns espécimes.

A carapaça encontra-se presente na maioria dos grupos (exceto Anostraca). Em alguns tem forma de escudo (Notostraca) e nos Conchostraca lembram moluscos bivalves.

Os animais são muito pequenos, medindo alguns milímetros (0,5-3 mm), exceção são os anostracos e notostracos, que medem em geral poucos centímetros, podendo chegar a 10 cm.

A maioria dos branquiópodos é de espécimes dulcícolas, apenas alguns cladóceros são marinhos. Habitam riachos, lagos, lagoas e poças temporárias. Foram descritas 900 espécies aproximadamente.

A classe Branchiopoda apresenta algumas dificuldades taxonômicas. Há algumas discrepâncias entre diversos autores. Martin e Davis (2001) separaram os anostracas dos outros branquiópodos, em uma subclasse. A Subclasse Sarsostraca contém os anostracas e a subclasse Phyllopoda contém os outros. Além disso, os Cladocera não são considerados ordens como em Brusca e Brusca (2003), e sim subordens da Ordem Diplostraca. Nessa mesma ordem há outras subordens, como Laevicaudata e Spinocaudata, que anteriormente eram reunidas em Conchostraca.

Malacostraca

São os mais familiares de todos os crustáceos, apresentam grande diversidade de formas e habitats e contêm três quartos de todas as espécies de crustáceos. Exibem desde formas com menos de 1 cm até formas com 4 m.

Os malacostracos apresentam corpo com 19 segmentos e um télson (exceto em Philocarida, com 20 segmentos), os cinco primeiros segmentos formam o cefalon, os oito seguintes, o tórax, e os seis últimos, o abdome, sendo que todos os segmentos apresentam apêndices.

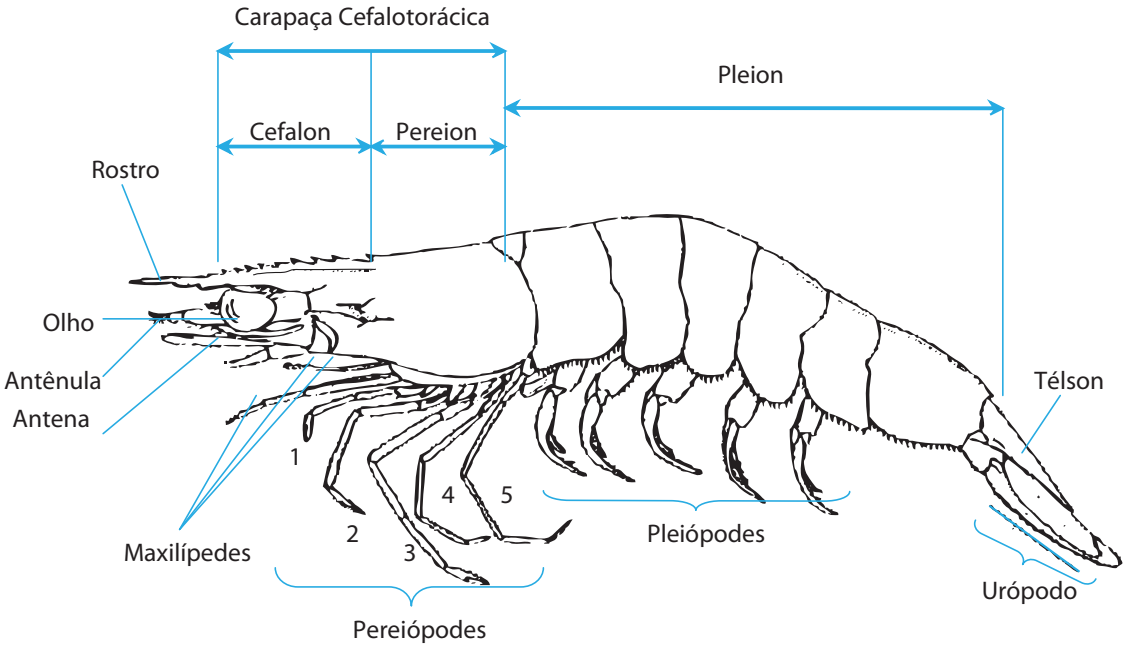
Ostracoda

Pequenos crustáceos amplamente distribuídos no mar e em todos os tipos de habitat aquáticos. Atualmente foram descritas 8.000 espécies. Os ostracodos são animais pequenos variando de 0,1 a 32 mm de comprimento.

Superficialmente são semelhantes aos conchostracos por terem o corpo coberto por carapaça bivalve. Há uma articulação dorsal, e o corpo e a cabeça ficam encobertos pela carapaça.

A região da cabeça compreende grande parte do corpo dos ostrácodos, pois o tronco está muito reduzido. Apresentam apêndices cefálicos bem desenvolvidos, principalmente antena e antênula. Segmentação externa do tronco bastante reduzida e os apêndices geralmente reduzidos, de um a três pares. O tronco termina em longos ramos caudais que se projetam ventralmente para frente. Há um palpo mandibular e primeira e segunda maxilas.

Os ostrácodos apresentam uma divergência quanto a sua classificação. Autores como Brusca e Brusca os consideram como uma subclasse pertencente à Classe Maxilopoda. A razão para inclusão dentro de Maxilopoda é a presença em ostrácodos de olho de náuplios. Essa característica é encontrada em Thecostraca, Branchiura e Copepoda, e por isso a inclusão de Ostracoda em Maxilopoda. Entretanto, outros autores consideram que a redução da segmentação dos ostrácodos é essencial para que o grupo constitua uma classe separada. Essa segunda classificação é usada em Martin e Davis (2001) e em nossa chave.



GLOSSÁRIO

Antena: 2º par de apêndices cefálicos.

Antênula: 1º par de antenas.

Basepodito: O mesmo que base, 2º segmento mais proximal de um apêndice torácico ou abdominal.

Carapaça: Placa do exoesqueleto que recobre o cefalon e o pereion.

Cefalon: Região cefálica, cabeça.

Cefalotórax: Cefalon fundido com o pereion.

Coxopodito: O mesmo que coxa, segmento mais proximal de um apêndice torácico ou abdominal.

Endito: Projeção lateral interna do coxopodito.

Epipodito: Projeção lateral externa do coxopodito.

Escudo cefálico: Placa do exoesqueleto que recobre apenas o cefalon.

Exopodito: Projeção lateral externa do basepodito.

Filópodo: Apêndice achatado, com aspecto de folha.

Mandíbula: 3º par de apêndices cefálicos.

Maxilas: 4º e 5º pares de apêndices cefálicos.

Maxilípedes: 1º, 2º e 3º apêndices torácicos.

Naupius: Estágio larval, inicial de diversos crustáceos, caracterizados por apresentar um "olho simples" e três pares de apêndices (um par de mandíbulas, um par de antenas e um par de duas antenas).

Pereion: Tórax.

Pereiópode: Apêndices locomotores torácicos.

Pleion: Abdome.

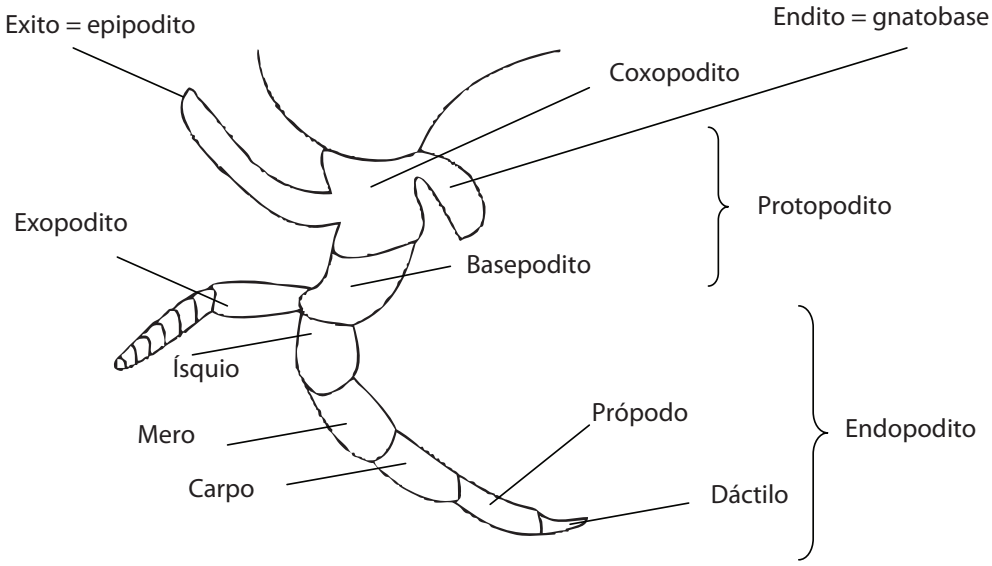
Pleiópodes: Apêndices abdominais.

Rostro: Projeção anterior da carapaça.

Télson: Porção terminal do corpo, não sendo considerado um somito verdadeiro, e que porta o ânus.

Urópodo: Último par de apêndices abdominais.

Esquema do apêndice birreme típico de um crustáceo



Chave para Classes

1. Cefalon alongado e dividido transversalmente, tronco longo com 10 segmentos, télson com garra no ramo caudal (0,5 a 1 mm) (Figura 41).....MAXILOPODA (em parte) Subclasse Mystacocarida

Não como acima 2

2. Carapaça bivalve (sem sulcos) (Figura 1), recobrindo todo o corpo, até 3 pares de pereiópodes, animais pequenos (0,1 a 6 mm) (Figuras 1, 2 e 3)..... OSTRACODA

Não como acima 3

3. Presença de escudo cefálico (Figuras 4, 5 e 6).....4

Ausência de escudo cefálico.....5

4. Tronco alongado (sem distinção de tórax e abdome) com mais de18 segmentos, *com um par de apêndices por segmento sendo todos os apêndices semelhantes*, animais pequenos (30 mm) (Figuras 4, 5).....
.....REMIPEDIA

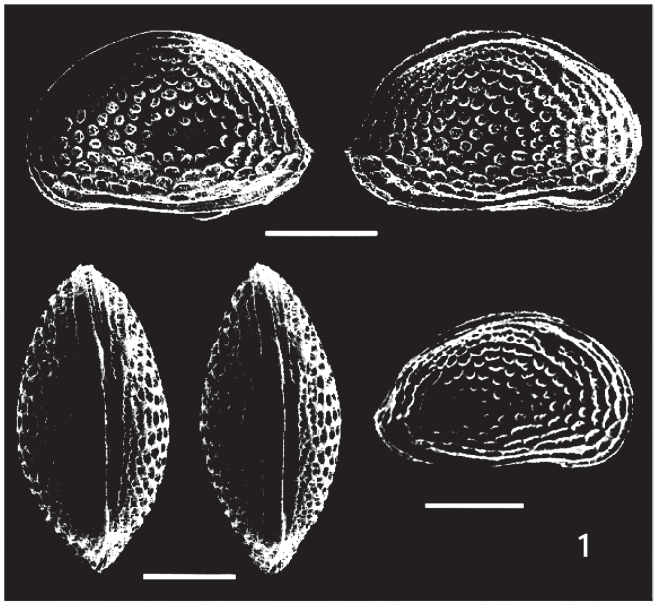
Presença de escudo cefálico em forma de ferradura, tronco alongado, com mais de 19 segmentos ou mais, *sendo que apenas os nove primeiros segmentos apresentam apêndices*, animais pequenos (2 a 3,7 mm) (Figura 6).....CEPHALOCARIDA

5. Apêndices abdominais ausentes.....6

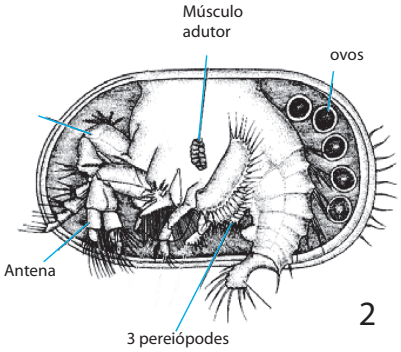
Apêndices abdominais presentes (Figuras 7 a 22).....
.....MALACOSTRACA

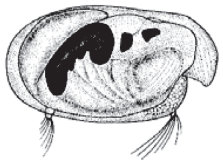
6. Pereiópodes filópodos (achatados) (Figura 24), com o epipodito formando brânquias, animais pequenos (0,5 mm a 10 cm)(Figuras 23 a 31).....BRANCHIOPODA

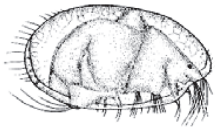
Pereiópodes não filópodos ou ausentes (Figuras 32 a 44).....
.....MAXILOPODA

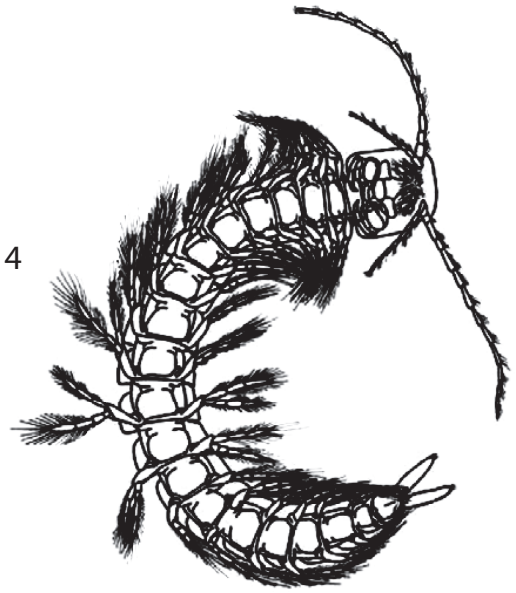


Escala: 200mm

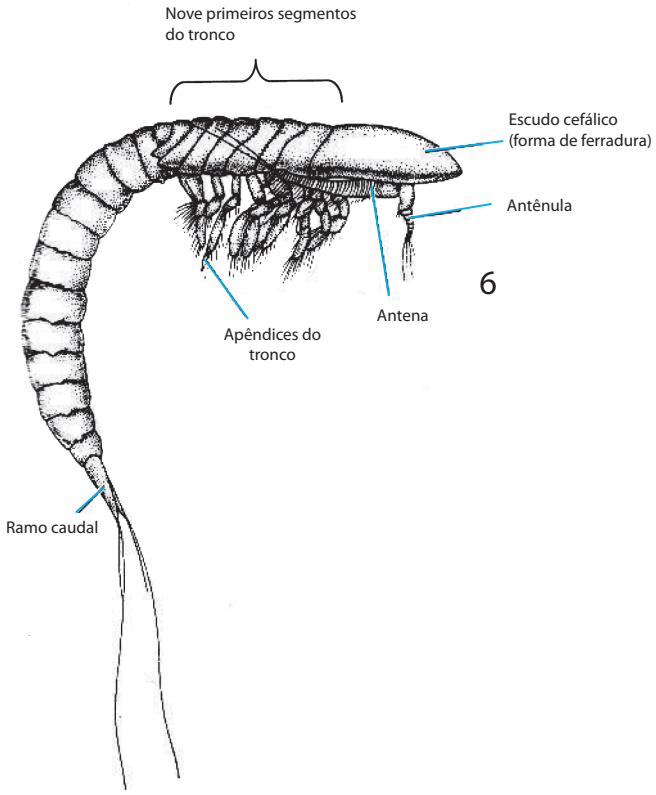




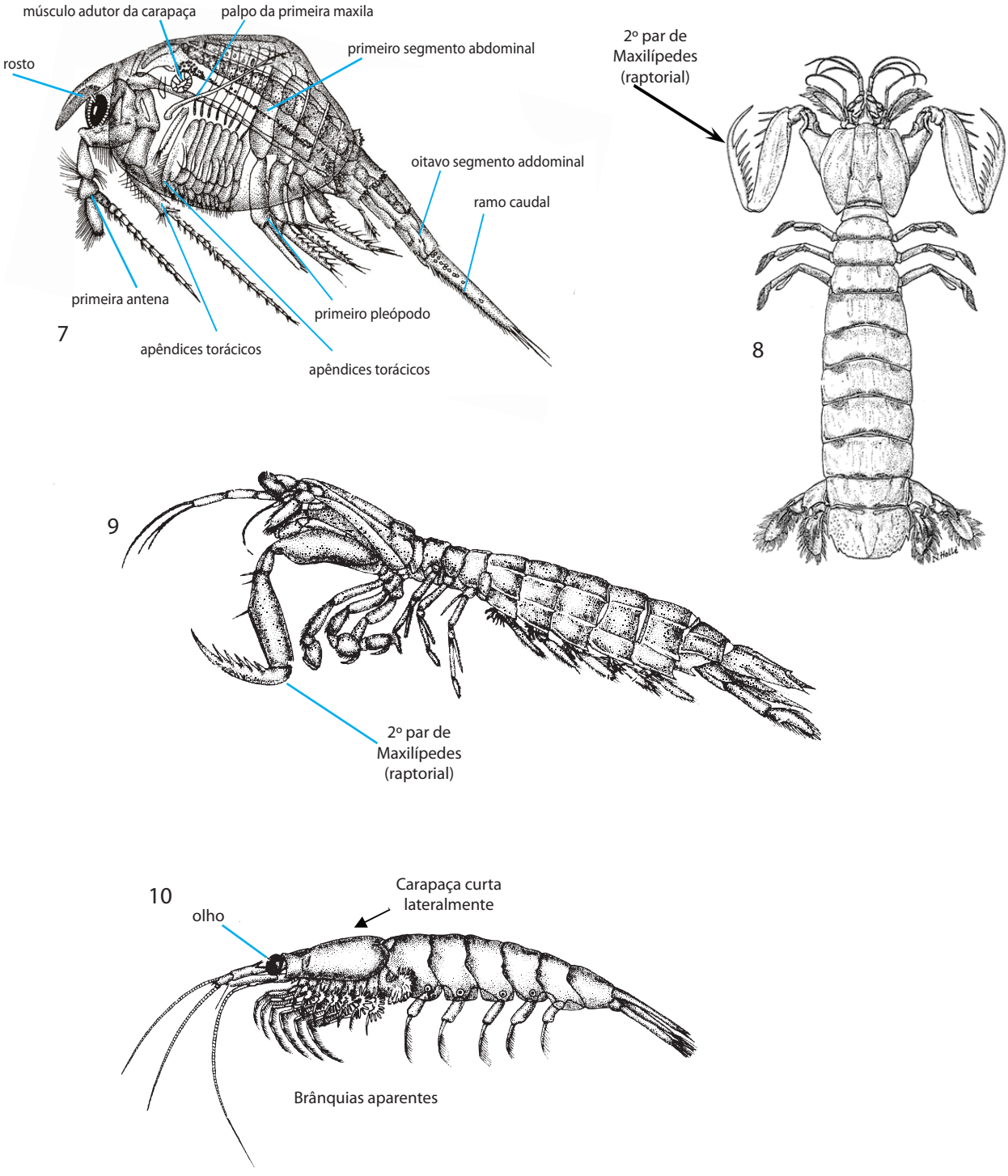




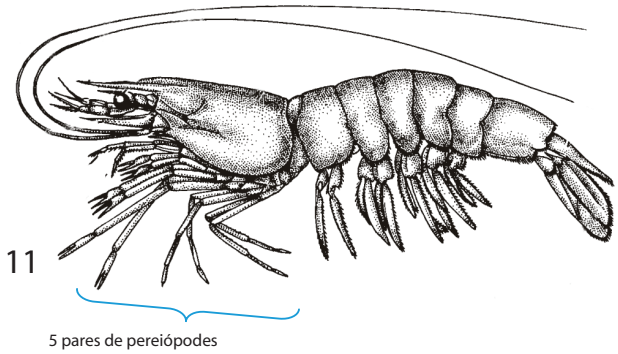


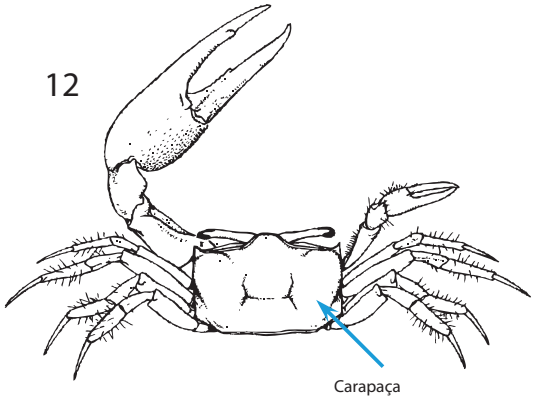


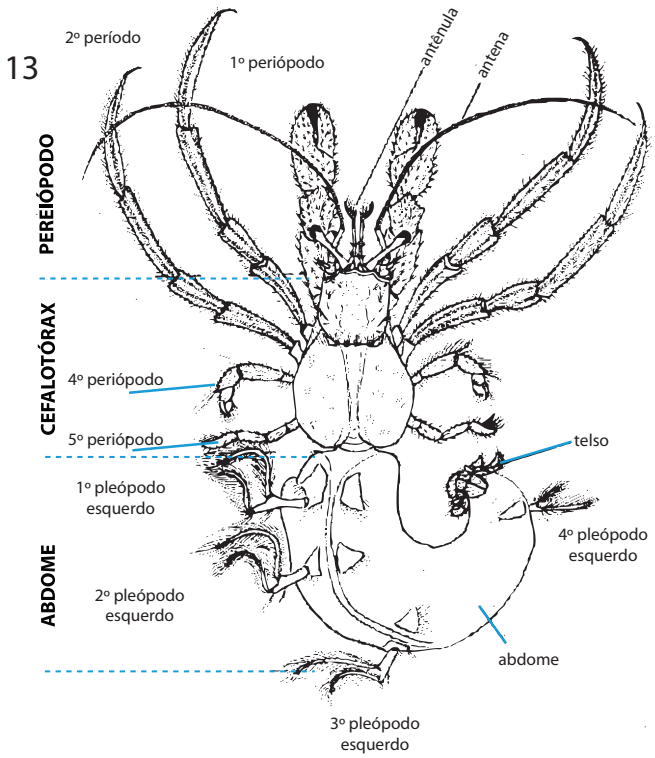
Figuras 1-6. 1-3: Ostracoda, 1:(*Aurila* sp); 2: Ostracoda com valva direita removida; 3: vista lateral. 4-5: Remipedia, 4: vista ventral; 5: vista dorsal. 6: Cephalocarida, vista lateral

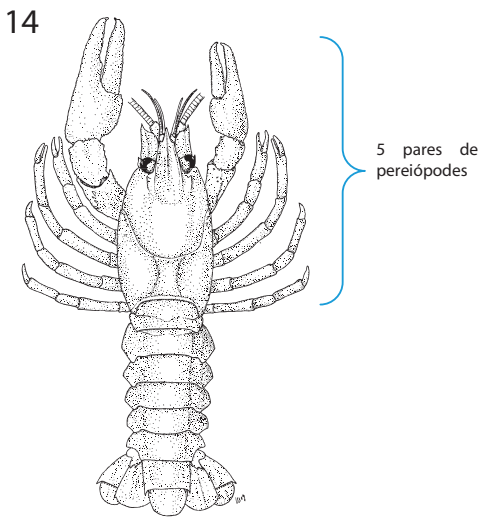


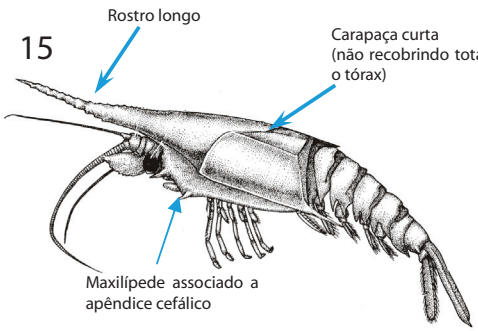
Figuras 7-10. 7: Phillocarida (Leptostraca); 8-9 Hoplocarida (Stomatopoda) 8: vista dorsal; 9: vista lateral; 10: Eumalacostraca (Euphausiacea) vista lateral

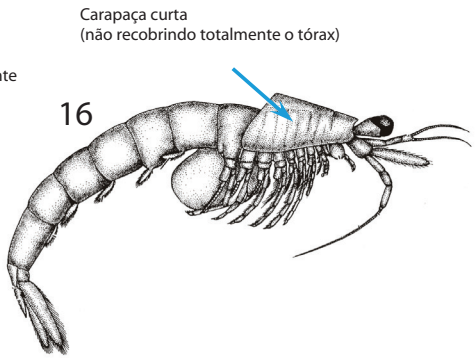




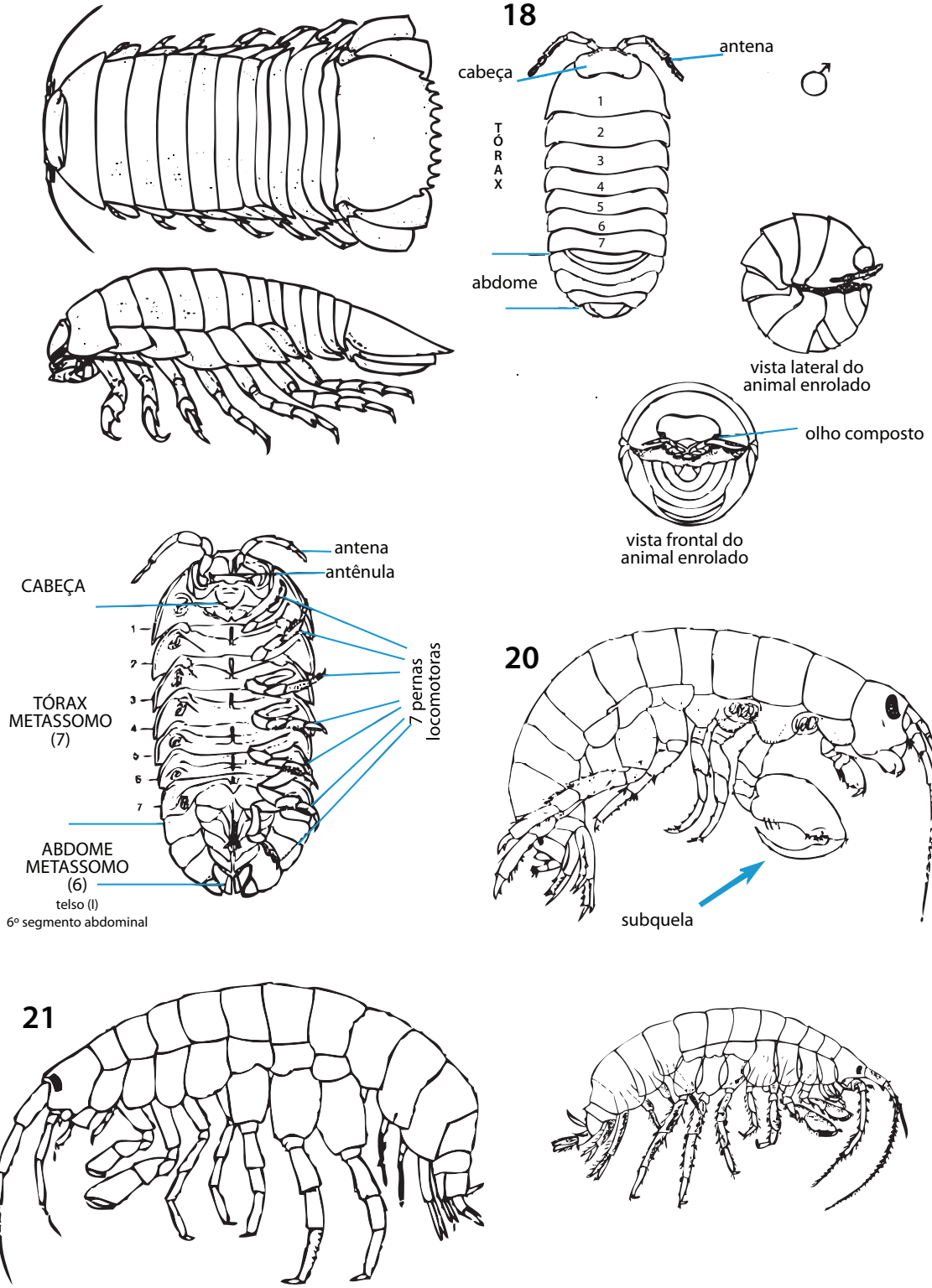




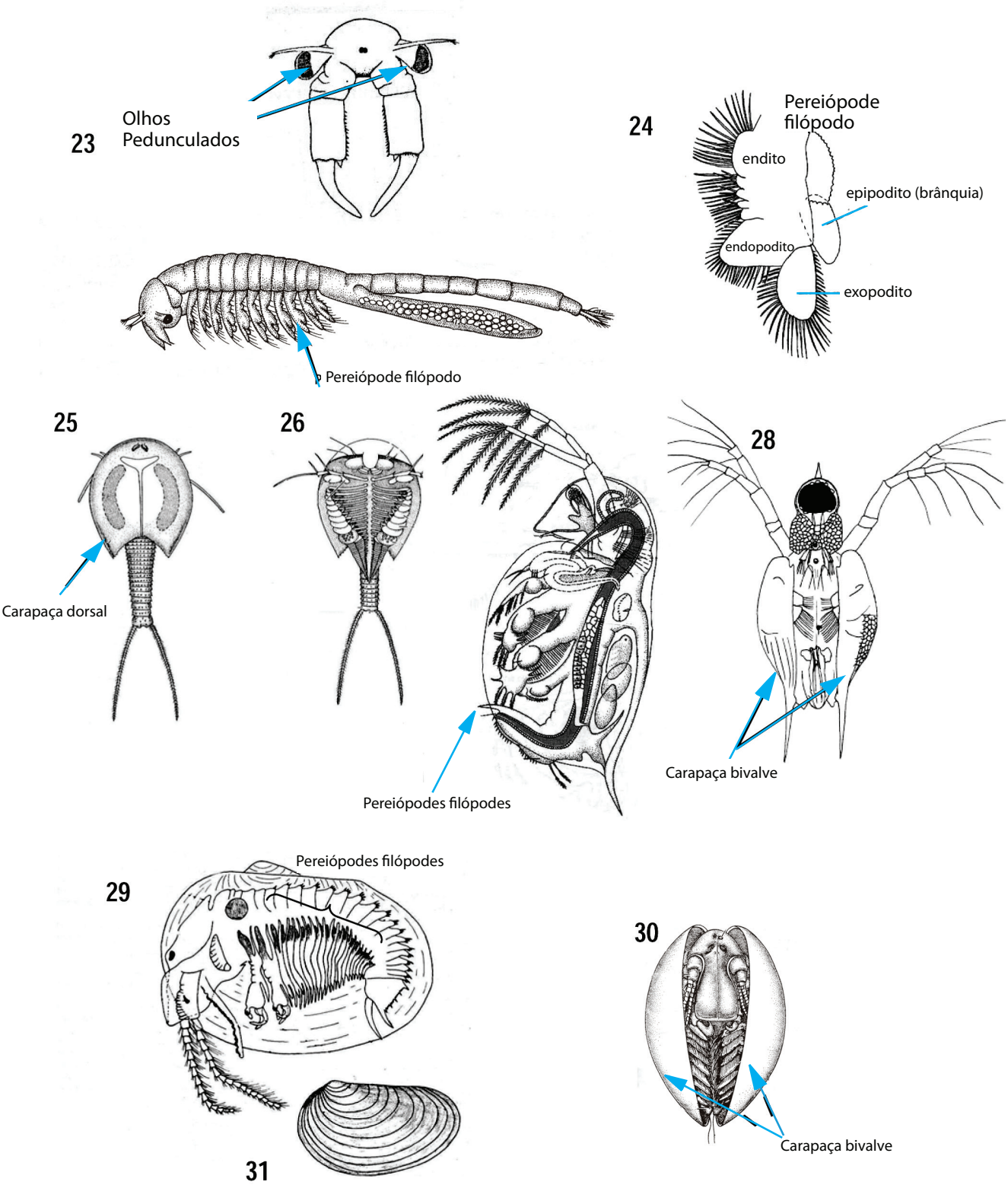




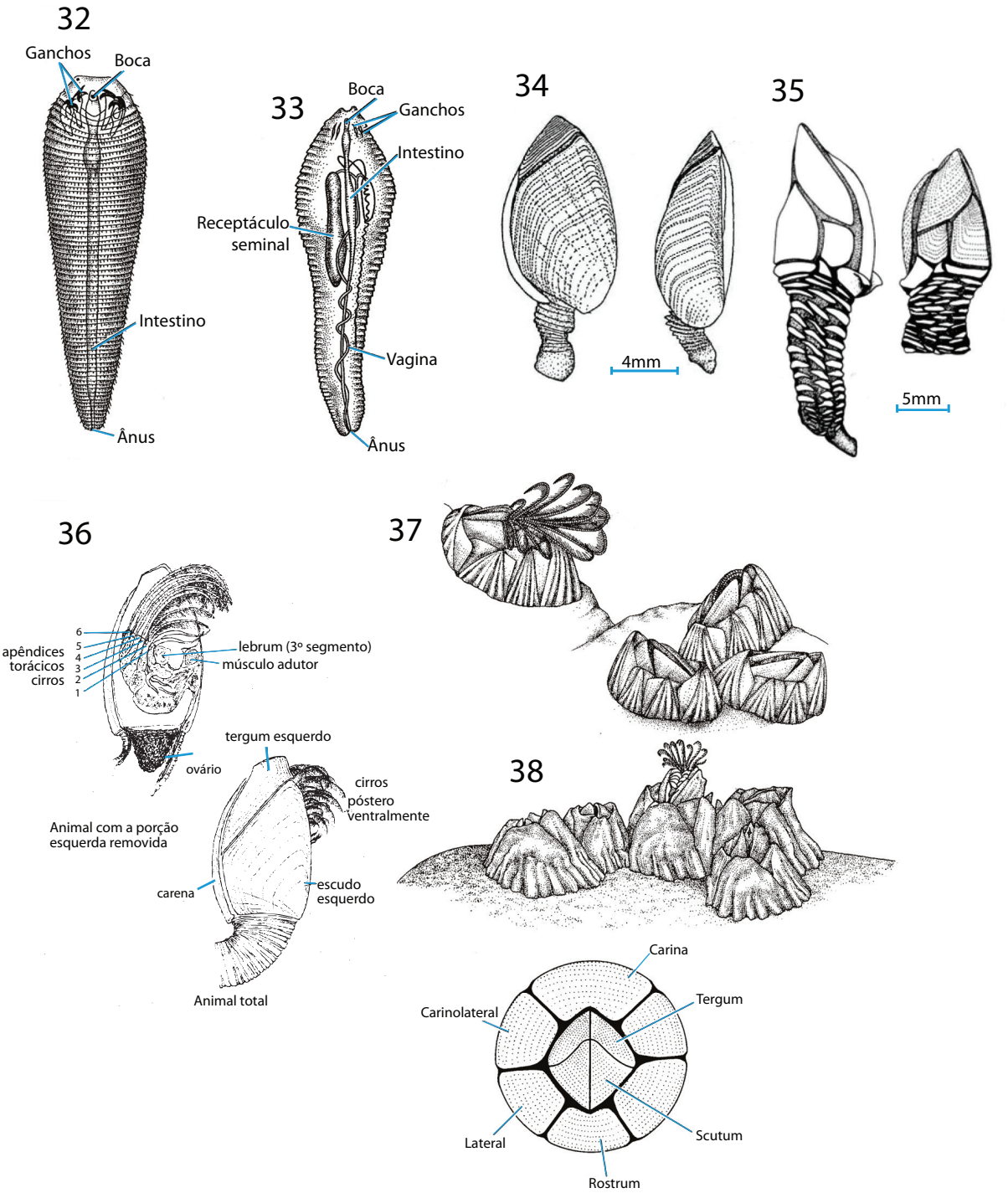
Figuras 11-14: Decapoda; 15: Lophogastrida, vista lateral; 16: Mysida, vista lateral



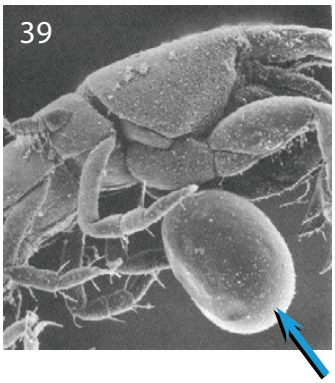
Figuras 17-19: Isopoda; 17: vista dorsal e lateral; 18: vista dorsal, vista lateral do animal enrolado e vista frontal do animal enrolado; 19: vista ventral; 20-22: Anphipoda; 20: vista lateral, mostrando a subquela; 21 e 22: vista lateral

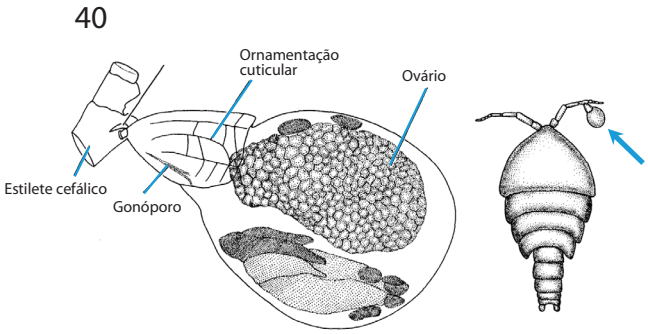


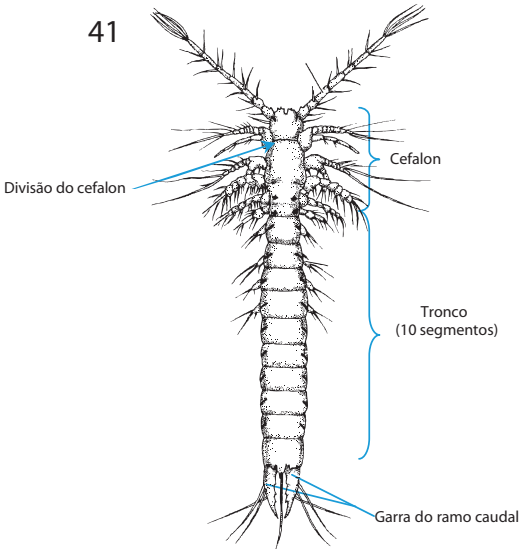
Figuras 23-31: Branchiopoda; 23: Anostraca, vista lateral e vista frontal; 24: Pereiópode filópodo; 25 e 26: Notostraca. 25: vista dorsal; 26: vista ventral; 27-31: Diplostraca; 27 e 28: Cladocera. 27: vista lateral; 28: vista frontal; 29, 30 e 31: Conchostraca:* 29: vista lateral com carapaça esquerda removida; 30: vista frontal; 31: vista lateral da carapaça

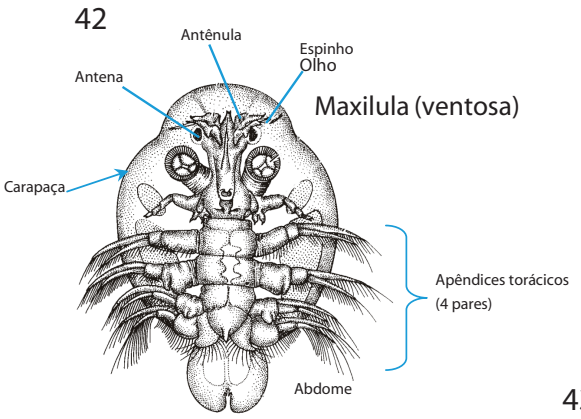


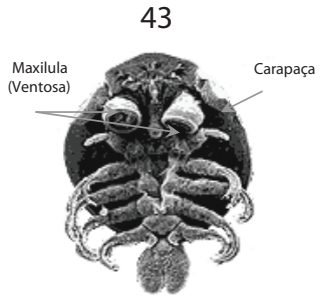
Figuras 32-33: Pentastomida; 34-38: Thecostraca (Cirripedia); 34, 35 e 36: vista lateral de lepas; 37 e 38: Cracas

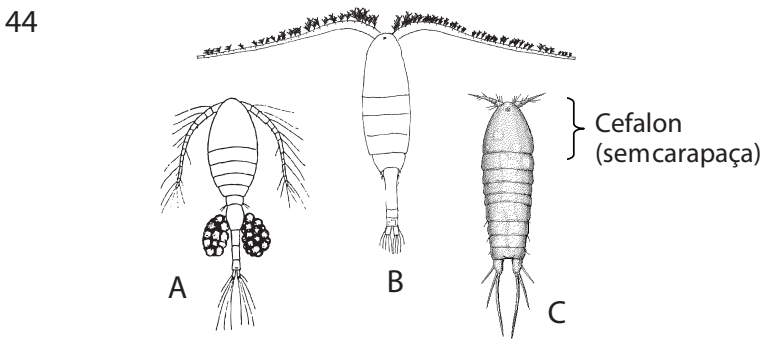












Figuras 39-40: Tantulocarida (setas indicam o animal); 41: Mystacocarida, vista dorsal; 42-43: Branchiura, vista ventral; 44: Copepoda, A: Cyclopoida, B: Calanoida, C: Harpacticoida

RESUMO SISTEMÁTICO

Subphylum Crustacea Brunnich, 1772

Class Branchiopoda Latreille, 1817
- Order Anostraca Sars, 1867
- Order Notostraca Sars, 1867
- Order Diplostraca Gerstaecker, 1866
  - Suborder Laevicaudata Linder, 1945
  - Suborder Spinicaudata Linder, 1945
  - Suborder Cyclestherida Sars, 1899
  - Suborder Cladocera Latreille,

Class Remipedia Yager,1981
- Order Nectiopoda Schram, 1986

Class Cephalocarida Sanders, 1955
- Order Brachypoda Birshteyn, 1960

Class Maxillopoda Dahl, 1956
- Subclass Thecostraca Gruvel, 1905
  - Infraclass Cirripedia Burmeister, 1834
- Subclass Tantulocarida Boxshall &Lincoln, 1983
- Subclass Branchiura Thorell, 1864
- Subclass Pentastomida Diesing, 1836
- Subclass Mystacocarida Pennak &Zinn, 1943
- Subclass Copepoda Milne-Edwards, 1840
  - Order Calanoida Sars, 1903
  - Order Cyclopoida Burmeister, 1834
  - Order Harpacticoida Sars, 1903

Class Ostracoda Latreille, 1802

Class Malacostraca Latreille, 1802
- Subclass Phyllocarida Packard, 1879
  - Order Leptostraca Claus, 1880
- Subclass Hoplocarida Calman, 1904
  - Order Stomatopoda Latreille, 1817
- Subclass Eumalacostraca Grobben, 1892
  - Superorder Peracarida Calman, 1904
    - Order Lophogastrida Sars, 1870
    - Order Mysida Haworth, 1825
    - Order Amphipoda Latreille, 1816
    - Order Isopoda Latreille, 1817
  - Superorder Eucarida Calman, 1904
    - Order Euphausiacea Dana, 1852
    - Order Decapoda Latreille, 1802

*Obs.: Este resumo sistemático contém apenas os táxons apresentados na chave.

BIBLIOGRAFIA INDICADA

BLISS, Dorothy E. *The biology of crustacea*. New York: Academic Press, 1982.

BARNES, Robert D. *Zoologia dos invertebrados*. 4. ed. São Paulo: Roca, 1990. 1179 p.

BRUSCA, Richard C.; BRUSCA, Gary J. *Invertebrates*. Sunderland: Sinauer, 2003. 922 p.

BUCKUO, Ludwig; BOND-BUCKUP, Georgina. *Os crustáceos do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: UFRGS, 1999. 503 p.

LANKESTER, Sir Ray. *A treatise on zoology*. London: Adam and Charles Black, 1909. Part VII.

MARTIN, J. W.; DAVIS, G. E. *An updated classification of the recent crustacea*. Los Angeles: Nat. Hist. Mus. Los Angeles County Sci. Series, 2001.

RUPPERT, Edward E.; BARNES, Robert D. *Zoologia dos invertebrados*. 6. ed. São Paulo, 1996. 1029 p.

AULA 8

Arthropoda – parte 7

Alípio Rezende Benedetti

MYRIAPODA

Os miriápodes (Chilopoda, Symphyla, Diplopoda e Pauropoda) juntamente com os hexápodes formam um grupo chamado Tracheata, um dos maiores táxons de artrópodes, o outro seria Chelicerata. A seguir são discutidos os quatro grupos que, juntos, são por alguns chamados de Myriapoda.

Chilopoda

É formado por animais conhecidos como quilópodes, centípedes ou centopeias, mas que na verdade nunca possuem número par de pares de pernas. Compreende espécies que variam de 15 a 191 pares de pernas.

Os quilópodes têm distribuição mundial, principalmente nas regiões temperadas e tropicais. De hábitos noturnos, com exceção de uma ordem (Scutigeromorpha), passam o dia escondidos em locais úmidos, principalmente, como embaixo de pedras, cascas de árvores, húmus, devido à cutícula. São predadores, e alguns, venenosos.

Há cinco ordens dentro de Chilopoda, sendo que uma contém apenas uma única espécie, a ordem Craterostigmomorpha. As outras ordens são Scutigeromorpha, Lithobiomorpha, Geophilomorpha e Scolopendromorpha.

Dentro do grupo Chilopoda pode se encontrar animais de 1 cm até 30 cm como *Scolopendra gigantea*.

A estrutura corporal é dividida em cabeça e tronco. A cabeça é recoberta por um escudo cefálico. Apresentam mandíbulas, primeira e segunda maxilas. Anterior à boca existe uma cavidade pré-oral, que é delimitada anteriormente pelo labro e posteriormente pela hipofaringe. As mandíbulas situam-se lateralmente na cavidade pré-oral.

A maioria apresenta olhos, porém alguns são cegos (todos os Geophilomorpha e alguns Scolopendomorpha e Lithobiomorpha). Dentre os dotados de olhos, a maior parte apresenta conjuntos laterais de olhos frouxamente agrupados, enquanto os Scutigeromorpha têm os omatídeos densamente agrupados formando olhos pseudofacetados. Admite-se que os olhos simplesmente detectem luz, sombra e movimento. Os Scutigeromorpha, de hábitos diurnos, provavelmente usam seus olhos para detectar movimentos das presas.

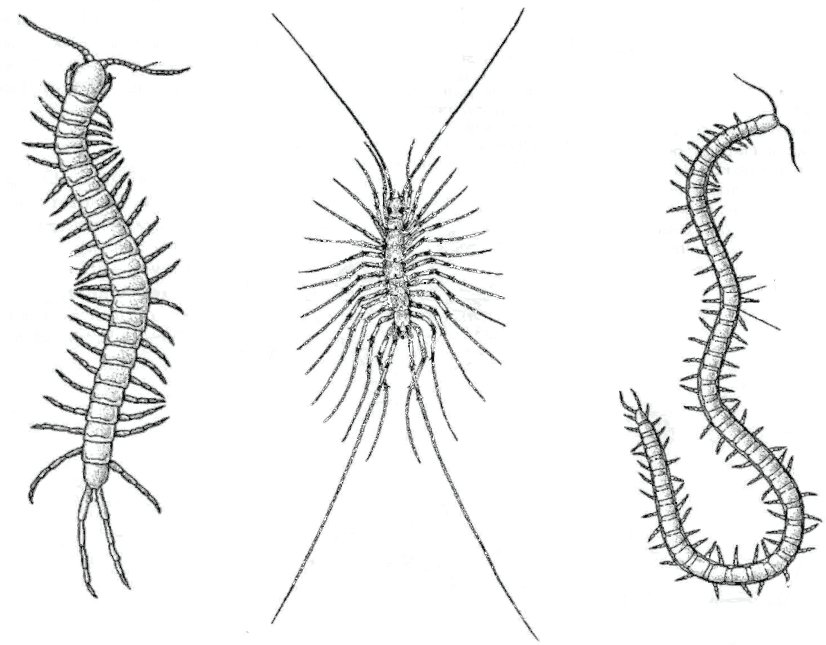
O primeiro segmento do tronco tem apêndices modificados, as forcípulas (maxilípedes), que são fundidas ventralmente (coxosternito). As forcípulas apresentam um aguilhão no ápice que é ligado a uma glândula de veneno localizada na própria forcípula.

Os últimos apêndices são pernas modificadas denominadas pernas anais, que podem ter formas de pinça ou antena, e cuja função pode ser sensorial, defensiva ou de ataque. Os dois últimos segmentos do tronco são o pré-genital e o genital. No pré-genital pode existir um apêndice, o gonópode, que tem função de movimentar o espermatóforo.

Todos os outros apêndices têm função ambulatorial e são constituídos por coxa, trocanter, pré-fêmur, fêmur, tíbia, dois artículos tarsais e garra.

Os quilópodes são predadores, alimentam-se de outros invertebrados, mas algumas espécies podem comer alguns vertebrados como sapos, lagartos, roedores, cobras e aves.

O veneno dos Chilopoda não tem nenhuma ação danosa em seres humanos, apesar de grandes Scolopendromorpha serem temidas pela população. A picada desses animais se assemelha a um acidente com vespa.



O sistema digestivo é um tubo reto, com estomodeu (faringe e esôfago), mesêntero e proctodeu. Várias glândulas bucais, mandibulares, maxilares e vesículas associadas à cavidade pré-oral e à faringe secretam no tubo digestivo.

O sistema respiratório é traqueal, ocorrendo transporte de oxigênio até os tecidos pelas traqueias sem intermediação de sangue, o que não ocorre nos Scutigeromorpha. Nestes o sistema traqueal pode ter surgido independentemente dos outros Chilopoda. Além das traqueias suprirem o sangue com oxigênio, os espiráculos de Scutigeromorpha não são pares e localizam-se no dorso do animal, medianamente. Os outros quilópodes, ao contrário, apresentam um par de espiráculos por segmento localizados na pleura, próximo a coxa. Pode ocorrer de um segmento não apresentar espiráculo.

A excreção se deve aos túbulos de Malpighi, que produzem ácido úrico com resíduo. Há um par de nefrídios maxilares homólogos aos nefrídios saculiformes de crustáceos, possivelmente excretores.

A cavidade do corpo é uma hemocele dividida em três compartimentos, e é preenchida por sangue (hemolinfa). O coração é dorsal com um par de óstios.

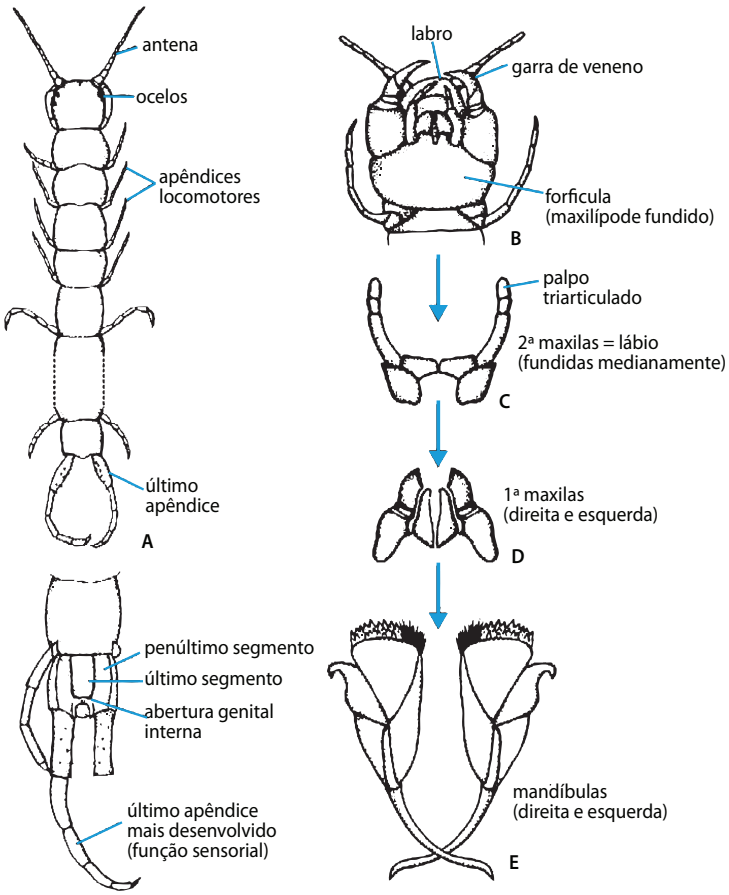
Sistema nervoso semelhante ao dos demais miriápodes, apresentando fraca cefalização e com gânglio subesofágico incluindo os neurômeros dos três apêndices bucais.

Um par de órgão de Tömöváry encontra-se na cabeça (exceto em Geophilomorpha e Scolopendromorpha). Esses órgãos têm função higrorreceptora, o que é de extrema importância para animais que necessitam de umidade para sobreviver.

As fêmeas apresentam um ovário único e tubular, enquanto os machos têm de um a muitos testículos. Os testículos ligam-se a dutos espermáticos, que se abrem no gonóporo. Em fêmeas, o oviduto se abre através de um átrio genital e um gonóporo.

Scutigeromorpha, Lithobiomorpha e Geophilomorpha apresentam gonópodes, tanto em machos como em fêmeas, que auxiliam na manipulação do espermatóforo.

Como em todo miriápode, a transferência de espermatozoide é indireta. Quilópodes, com exceção e Scutigeromorpha, tecem

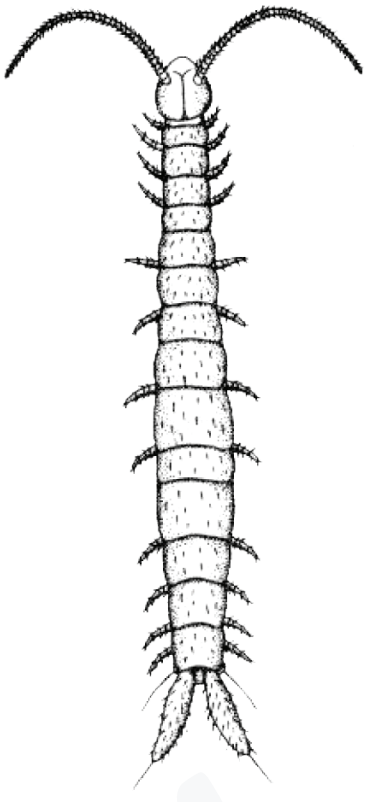


uma Teia de seda, secretada por fiandeiras no segmento genital, onde colocam o espermatóforo. Há corte do macho em algumas espécies e atração por ferormônio em Lithobiomorpha. Observou-se, também, cuidado parental em alguns grupos. O desenvolvimento é indireto, tendo o juvenil número de pernas inferior ao adulto.

Symphyla

Pequeno táxon de 160 espécies, encontrado em solo úmido, cascas de árvore, embaixo de pedras, em quase todo o mundo.

Animais brancos, de cutícula permeável, pequenos, com 1 a 8 mm de comprimento e semelhantes aos quilópodes em aspecto.



As antenas localizam-se lateralmente na cabeça. São trignatos, apresentando três pares de apêndices bucais. As primeiras maxilas são longas e recobrem as mandíbulas, enquanto as segundas maxilas são fundidas formando o lábio, semelhante aos insetos. Há uma cavidade pré-oral, assim como nos quilópodes.

Os sínfilos são todos cegos, porém apresentam órgãos de Tömösváry na base das antenas. Todos os Symphyla têm 14 segmentos, porém com tergitos adicionais, o que pode dar maior flexibilidade ao movimento. Têm 12 pares de apêndices locomotores. O penúltimo segmento apresenta um par de fiandeiras e glândulas de cera de função desconhecida, e o último segmento apresenta um par de tricobótrios, de função sensorial. Assim, como os hexápodes primitivos, eles apresentam saco coxal eversível na base das pernas, que podem representar função respiratória, além da captação de água.

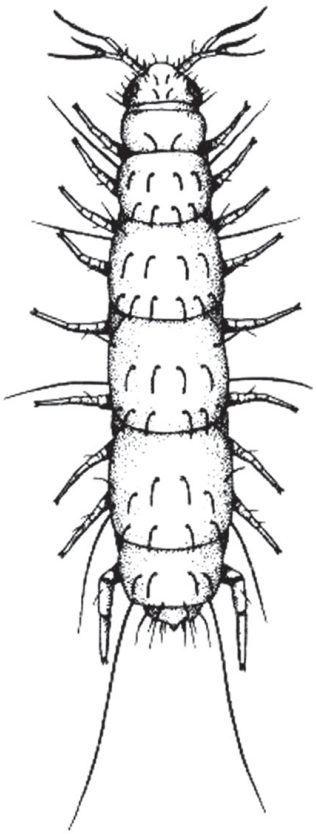
A excreção é feita por dois túbulos de Malpighi. Há um coração dorsal com apenas um par de óstios. A respiração é traqueal, e eles têm apenas dois espiráculos localizados na cabeça. Sistema nervoso fracamente cefalizado e o gânglio subesofágico inervam apenas os três apêndices bucais.

São gonocóricos e a transferência de espermatozoides é indireta via espermatóforo. O gonóporo ímpar está localizado no 4º segmento do tronco. Usualmente são colocados de 8 a 12 ovos, e em algumas espécies ocorre partenogênese. O desenvolvimento é indireto.

Pauropoda

Os paurópodes são animais pequenos, de corpo mole, com hábitos noturnos; de distribuição mundial, vivem em folhiço, solo úmido, madeira, embaixo de pedras. Todos são diminutos, medindo entre 0,5 e 1,9 mm. São conhecidas aproximadamente 500 espécies de paurópodes. Alguns são predadores, enquanto outros alimentam-se de fungos e tecido vegetal.

Paurópodes são dignatos, ou seja, apresentam somente dois apêndices bucais. O tronco contém 11 segmentos, porém há apêndices



locomotores apenas em nove. O primeiro e o último segmento não apresentam apêndices para locomoção. Ao contrário dos sínfilos que têm número maior de tergitos que de segmentos, nos paurópodes ocorre o inverso, há maior número de segmentos que de tergitos, o que implica tergitos longos que recobrem segmentos adjacentes. O primeiro segmento, o colo, é inconspícuo dorsalmente e expandido ventralmente, diferentemente dos diplópodes.

Há, na cabeça, uma estrutura homóloga ao órgão de Tömösváry, chamado pseudóculo. Paurópodes não apresentam olhos, e as antenas são ramificadas em três flagelos, uma peculiaridade dos Pauropoda. O lábio, formado pela fusão das primeiras maxilas, é homólogo ao gnatoquilário dos diplópodes.

Traqueias e coração estão ausentes, sendo essa característica relacionada ao pequeno tamanho dos animais. Há um par de túbulos de Malpighi. O cérebro ocupa a cabeça e o 1º segmento do tronco. Gânglio subesofágico inerva os dois apêndices bucais.

São gonocóricos. Os gonóporos (dois em machos e um em fêmeas) e o pênis situam-se no 3º segmento do tronco. A transferência de espermatozoides é indireta (espermatóforos), assim como o desenvolvimento.

Diplopoda

Os diplópodes são animais conhecidos como piolho-de-cobra ou milípedes, que significa “mil pés”, o que é um exagero, uma vez que nenhum milípede chega a ter esse número de pernas, sendo 710 o recorde.

Animais de hábitos noturnos vivem embaixo de folhas e pedras e dentro de cavernas. São detritívoros, alimentando-se de matéria vegetal em decomposição. O comprimento varia de 2 mm a 30 cm. São descritas 10.000 sp em todo o mundo, porém, são mais abundantes nos trópicos. Estão distribuídos em 15 ordens.

O corpo dos diplópodes é, na maioria dos casos, cilíndrico, porém, pode ser achatado dorsoventralmente, sendo os paranotos em forma de carena em alguns grupos. O exoesqueleto é fortemente calcificado, contrastando com os Chilopoda. Alguns diplópodes têm capacidade volvacional, ou seja, capacidade de enrolar-se como uma bola. A cabeça tende a ser encurvada em direção à região ventral. Apresenta órgão de Tömösváry; em algumas espécies, omatídeos frouxamente agrupados. Possuem antenas com oito artículos.

Os diplópodes, juntamente com os paurópodes, formam o grupo Dignatha, que apresenta dois pares de peças bucais, em vez das três apresentadas pelos quilópodes e sínfilos. A mandíbula é comum a todos. As primeiras maxilas, fundidas, formam o gnatoquilário nos diplópodes, enquanto formam o labro nos paurópodes. A segunda maxila está ausente.

O gnatoquilário é uma placa achatada posterior da cabeça que delimita a cavidade pré-oral. É recoberta de sensilas, quimiorreceptores e palpos sensoriais.

O tronco tem uma característica distintiva dos diplópodes, que é a presença de segmentos duplos ou diplossegmentos, derivados da fusão de dois segmentos durante o desenvolvimento. Essa característica de dois segmentos fundidos fica evidente tanto externa quanto internamente. Externamente cada diplossegmento tem dois pares de pernas e dois pares de espiráculos. Internamente observam-se dois pares de gânglios e dois pares de óstios por diplossegmento. O 1º segmento não é fundido e não possui apêndices, e é recoberto por um amplo tergito. Este segmento é conhecido como colo. Os segmentos II, III e IV apresentam um par de pernas, de espiráculos, de gânglios e de óstios e provavelmente não são diplossegmentos.

As pernas têm os mesmos artículos que os Chilopoda.

No 7º segmento uma das pernas ou ambas são modificadas em gonópodes, especializados na transferência de espermatozoides.

O corpo pode ser mole e apresenta tufos de cerdas, como na ordem Polyxenida.

Segundo Ruppert, Fox & Barnes (2006) existem cinco tipos ecomorfológicos de diplópodes:

1- Tratores-escavadores: têm o hábito de empurrar com a cabeça enquanto escavam. Possuem segmentos lisos, fundidos e rígidos.

2- Entalhadores achatados: empurram folhas ou casca de árvores com a região dorsal, para ampliar fendas preexistentes. Carenas aumentam a área dorsal disponível para empurrar.

3- Escavadores: de corpo afilado anteriormente, adaptaram-se a empurrar em um substrato composto por partículas pequenas e irregulares que não se separam em planos, mas podem ser empurradas para o lado.

4- Enroladores: iguais aos tratores-escavadores, porém, têm a capacidade de se enrolar em uma bola, o que lhes dá vantagem para proteção e para diminuir a dessecação.

5- Habitantes de casca de árvore: pequenos e de corpo delicado, com cutícula macia e não calcificada.

Os diplópodes podem se defender de predadores enrolando-se em forma de bola. Outros têm uma glândula repulsiva nos diplossegmentos. Essas secreções podem irritar a pele humana causando pequenos acidentes.

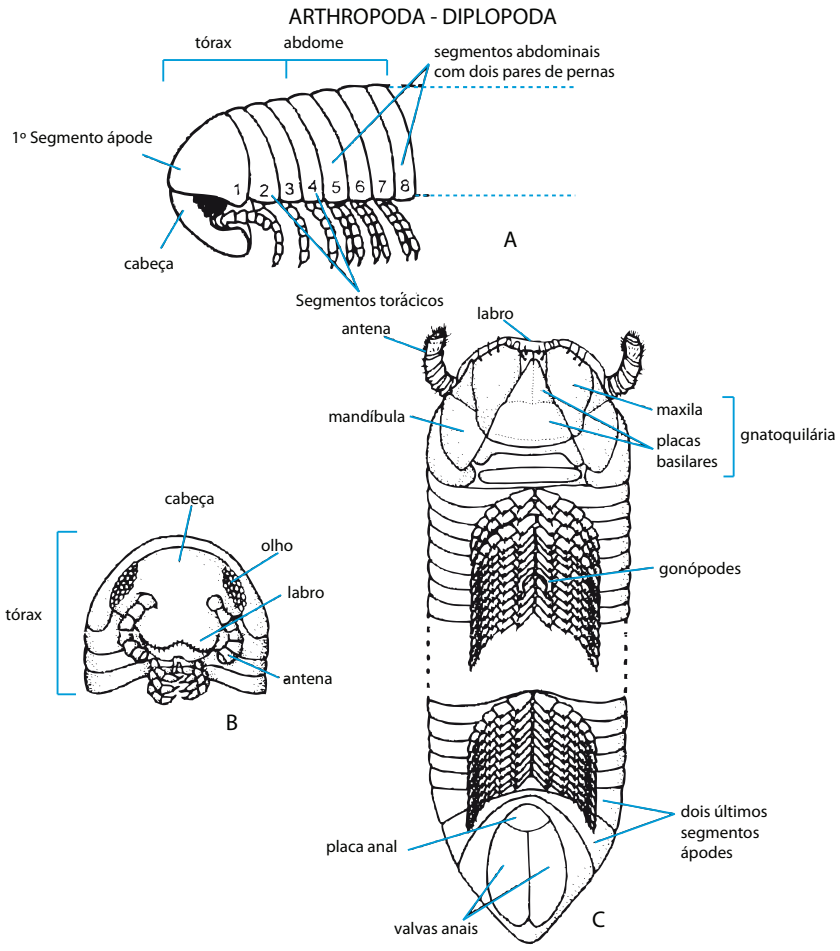
A maioria dos diplópodes é detritívora, alimentando-se de tecido vegetal morto, porém alguns consomem plantas vivas. Alguns são predadores, suas presas são hexápodes, quilópodes, minhocas e

outros. A coprofagia é comum em diplópodes como meio de recuperar nutrientes que tenham passado pelo trato digestivo.

O trato digestivo é um tubo reto com mesêntero longo. Digestão e absorção ocorrem no mesêntero, e ele produz uma camada peritrófica em torno do alimento, como nos hexápodes e crustáceos.

O sistema respiratório é traqueal. Os espiráculos encontram-se no esterno e permanecem sempre abertos. Os diplópodes do gênero *Glomeris* são uma exceção e podem fechar os espiráculos. O coração é dorsal e tubular. Existe uma aorta cefálica na posição anterior do corpo. A excreção se dá através dos túbulos de Malpighi e são secretados amônia e ácido úrico. Há nefrídios maxilares como nos quilópodes. O SNC é semelhante ao dos quilópodes, porém há dois pares de gânglios por diplossegmento. Os diplópodes podem ser cegos e ter de 2 a 80 omatídeos, não agrupados. Muitos apresentam o órgão de Tömösváry.

São gonocóricos e com transferência de espermatozoides indireta, por espermatóforos. Os espermatozoides dos diplópodes não têm flagelo, uma peculiaridade do grupo. O desenvolvimento é indireto e o jovem normalmente apresenta três pares de pernas.



APÊNDICE

ESTUDO COMPLEMENTAR 1

Éder Sandro S. Álvares e Mário De Maria

POÇOS TEMPORÁRIOS

1) Conceito

Poços ou piscinas temporárias são acúmulos de água que se formam em depressões em rochas, podendo ser pequenos, de 1 a 10L de água, até grandes lagos de várias centenas de hectares. Ocorrem geralmente em terrenos altos (montanhosos), ao nível do mar, ao longo de cursos d'água, com uma ou mais fases anuais de enchimento. A julgar pela idade de alguns organismos que vivem neles, é considerado um dos ambientes mais permanentes da Terra. *Triops cancriformis* (Crustacea: Branchiopoda: Notostraca), por exemplo, é uma espécie encontrada em rochas do Triássico (c. 200 milhões de anos).

2) Características dos poços temporários

São ambientes geralmente heterotróficos, isto é, grande parte da energia que é consumida neles provém de detritos orgânicos carreados pela chuva e acumulados no fundo, e não da produção primária (fotossíntese das algas).

Os poços temporários apresentam duas fases: uma de cheia (fase úmida), sempre associada a períodos chuvosos (em locais de clima frio, a fase úmida pode estar associada ao degelo), e outra de seca (fase seca), associada ao período de entre-chuvas. Ao longo de um ano, esses poços podem passar por mais de um período de seca e cheia, dependendo das condições ambientais onde se encontram esses ambientes. Poços temporários no Mediterrâneo, por exemplo, são relativamente frios, com uma fase úmida de longa duração. Em climas quentes, no entanto, esses poços tendem a apresentar uma curta duração, com múltiplos ciclos de seca e cheia por ano.

Geralmente, as condições desses ambientes aquáticos são particulares para cada tipo de substrato onde ocorrem e dos padrões climáticos. Essas duas variáveis regulam, direta ou indiretamente, os principais fatores limitantes para a vida nesses poços: 1- a disponibilidade de água (sempre associada a períodos de chuvas), 2- a disponibilidade de nutrientes (carreados pelas chuvas), 3- a temperatura, 4- o pH e 5- a salinidade. Devido às particularidades associadas a esses fatores, cada poço temporário apresenta características únicas, e os

organismos que vivem nesses ambientes devem estar adaptados a elas. Mudanças climáticas mínimas podem ter diferentes impactos nas comunidades desses poços, culminando, inclusive, com a extinção local de certas espécies mais sensíveis.

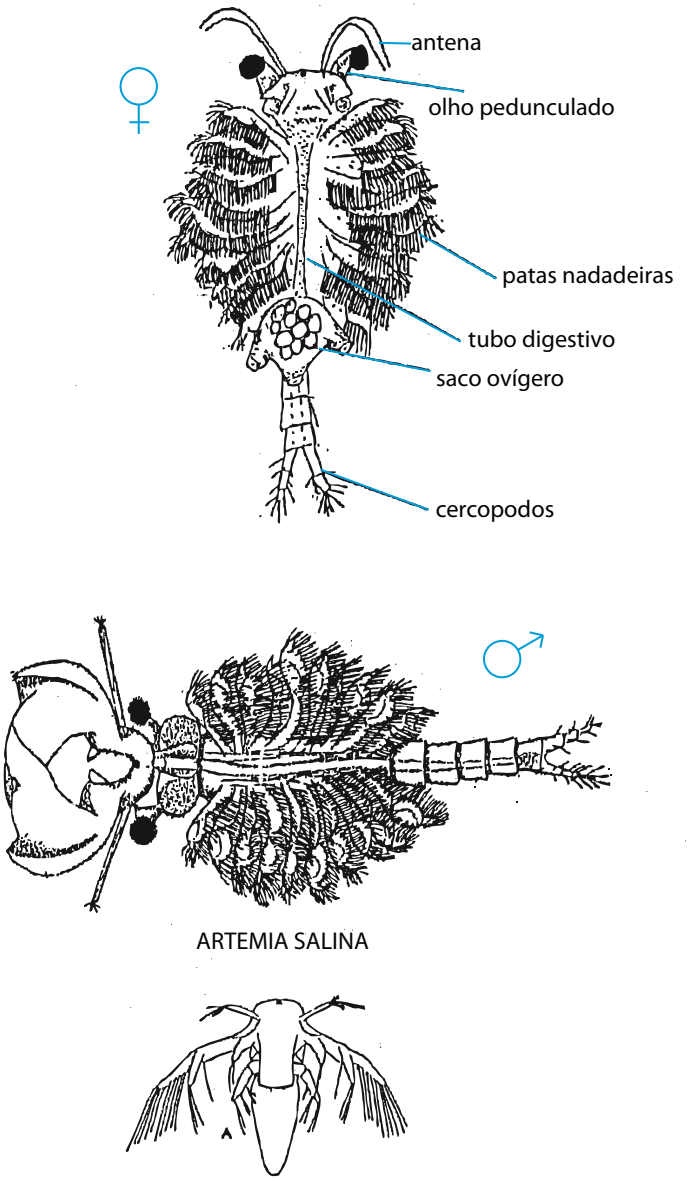
3) Organismos associados a poços temporários

Inúmeros grupos de animais apresentam espécies que podem se desenvolver em poços temporários. Ecologicamente, pode-se separar esses organismos em dois grupos: 1) organismos oportunistas, que podem ocupar tanto ambientes temporários quanto permanentes, e 2) organismos especialistas, que são exclusivamente encontrados em ambientes temporários. Dentre os oportunistas, os insetos são os mais bem representados, com diversas famílias distribuídas em mais de cinco ordens. Larvas e adultos de besouros aquáticos (famílias Hydrophilidae, Dytiscidae e Gyrinidae), larvas de Díptera (Chironomidae, Culicidae e Psicodidae), ninfas de libélulas (Odonata, várias famílias) e Heterópteros aquáticos (Belostomatidae, Notonectidae, Naucoridae, Corixidae, entre outras) são oportunistas muito frequentes. Ostracodos e diversos outros crustáceos planctônicos (Copépodos e Cladóceros), assim como ácaros aquáticos (Oribatídeos), moluscos e certos anfíbios também constituem organismos oportunistas comuns em poços temporários. Organismos especialmente adaptados a viverem em poços temporários (organismos especialistas) encontram-se principalmente entre os crustáceos branquiópodos. De fato, excetuando-se a Ordem Cladócera, todas as outras ordens de Branchiopoda (Notostraca, Anostraca e "Conchostraca" apresentam várias espécies que ocorrem exclusivamente em piscinas temporárias de água doce.

4) Adaptações exibidas por organismos que vivem em poços temporários

De modo geral, as adaptações que permitem os animais viverem em piscinas temporárias encontram-se principalmente associadas à sobrevivência durante a fase seca, e podem ser separadas em três tipos básicos: 1) animais que têm um estágio em seu ciclo de vida que pode escapar da piscina seca. É o caso da maioria dos insetos e dos anfíbios aquáticos que, após atingirem a fase adulta, conseguem deixar o poço antes de secar; 2) organismos resistentes à dessecação. Esses animais apresentam pelo menos uma fase do seu ciclo de vida que exibe uma considerável resistência à desidratação. Quando o poço seca, tais organismos interrompem o seu desenvolvimento e enterram-se no solo, aí permanecendo até as próximas chuvas; 3) animais que produzem em estágio em seu ciclo de vida, que é tolerante à dessecação. Organismos que exibem essa estratégia são principalmente os animais especialistas em viver em poços temporários. Esses animais apresentam uma fase no ciclo de vida (geralmente a fase de cisto) com altíssima resistência à desidratação, podendo

algumas espécies tolerar perdas de até 92% de água corporal. Como a fase de resistência ao período seco é a fase de ovo ou de cisto, os animais devem eclodir e se desenvolver antes que o poço seque. Por esse motivo, eles apresentam uma velocidade de desenvolvimento pós-embrionário muito elevada, atingindo a fase adulta geralmente de 24 a 48 horas.



ARTEMIA SALINA

ESTUDO COMPLEMENTAR 2

TÓPICOS SOBRE O CULTIVO DE *ARTEMIA* SP. (CRUSTACEA, BRANCHIOPODA)

Éwerton Ortiz Machado e Mário De Maria

INTRODUÇÃO

A *Artemia* sp. é um microcrustáceo conhecido como camarão-de-salmoura muito utilizado comercialmente como fonte alimentar na larvicultura e alevinagem, pela relativa facilidade com que é cultivada e pelos altos valores nutricionais. Outra vantagem é a resistência de seus cistos, que podem durar até quatro anos em condições ideais. As duas espécies mais utilizadas são a *A. salina* e a *A. franciscana* (= *A. sanfranciscana*), mas outras espécies como a *A. sinica*, *A. persimilis*, *A. parthenogenetica* estão sendo estudadas. O nome *Artemia salina* vem sendo utilizado indiscriminadamente para designar qualquer microcrustáceo que seja utilizado na alevinagem e larvicultura.

Biologia

As artêmias são animais muito versáteis considerando que uma mesma espécie pode apresentar variados tipos de reprodução e também quanto às condições extremas do ambiente onde vivem. Elas podem apresentar sexos separados, serem bissexuadas ou partenogenéticas (apenas *A. parthenogenetica* é obrigatoriamente partenogenética). Elas podem ser vivíparas, ovovivíparas ou ovíparas, neste caso podendo produzir ovos ou cistos. Os cistos são estruturas de resistência que se desenvolvem até a fase de gástrula (aproximadamente 4.000 células) e adquirem adaptações de resistência à dessecação. O cisto é a fase de maior interesse comercial, porque é ela que torna possível sua exportação. A partir do cisto eclode uma larva chamada nauplius. Essa fase dura de 12 a 15 dias em condições adequadas e é extremamente importante comercialmente, porque é dela que as larvas de camarões e alevinos se alimentam. A *Artemia* vive em lagos salgados e em poças temporárias, onde a salinidade é extremamente alta. São filtradores, utilizando estruturas em suas antenas plumosas chamadas seta e para capturar fitoplâncton.

Existem atualmente sete espécies descritas: *A. salina* (= *A. tunisisana*; Europa e África do Norte); *A. franciscana* (= *A. sanfranciscana*; Novo mundo e Oceania); *A. monica* (EUA); *A. persimilis* (Argentina); *A. urmiana* (Lago Urmia, Irã); *A. sinica* (Ásia); *A. parthenogenetica* (largamente distribuída pelo Velho Mundo) e uma espécie sendo descrita.

Criação de *Artemia*

A salinidade em conjunto com a temperatura, o alimento disponível e a aeração são os principais fatores que devem ser levados em conta quando se fala em criação de *Artemia*.

Entretanto, essas características variam bastante de uma espécie para outra e até mesmo dentro de uma mesma espécie. A temperatura ótima é em torno de 24°C para a maior parte das espécies (a *Artemia salina* parece estar bem adaptada para temperaturas frias, isto é, 15°C, e *A. persimilis* e *A. franciscana* também são capazes de se reproduzir adequadamente a 15ºC) e a taxa reprodutiva cai sensivelmente à medida que a temperatura aumenta. A salinidade ideal é entre 120 ppt e 180 ppt. O período pré-reprodutivo fica mais curto à medida que as condições se afastam em qualquer direção das ideais, possivelmente para acelerar a produção de cistos de resistência. Mas esses fatores não influenciam sozinhos tais animais. Concentrações extremamente altas de O_2 têm uma relação negativa com a salinidade, e concentrações muito baixas influenciam negativamente o desenvolvimento das larvas. O alimento disponível e sua qualidade são tão significativos que têm sido objeto de inúmeros trabalhos. *Isochrysis galbana*, *Phaeodactylum tricornutum* e *Chaetoceros* sp. são algumas microalgas experimentadas como alimento para *Artemia* e comparadas com alimentos comerciais (rações). Bactérias, ácidos graxos poli-insaturados, aminoácidos livres (metionina) encapsulados e outras substâncias têm sido testadas como complementos alimentares.

É muito importante manter cistos guardados. Isso se torna fácil, uma vez que em situações de anoxia os cistos reduzem sua taxa metabólica para próximo de zero, podendo permanecer assim por até quatro anos se forem mantidos desidratados.

Podem ser criadas facilmente em laboratório, para utilização em aulas práticas e como alimento para alguns animais de aquário (de água doce ou salgada), com o seguinte meio de cultura:

313 g de sal grosso (sal para gado, para churrasco)

57 g de sal amargo (sulfato de magnésio)

19 g de tricarbonato de sódio

3,8 litros de água destilada

Dissolver os sais, e após 24 horas inocular 1/3 de colher de café de cistos de artêmias, ou alguns casais adquiridos em lojas de aquário.

Alimento: dissolver 1/3 de colher de café de fermento em tablete (para pães), mais ou menos de 10 em 10 dias.

Ciclo vital: de ovo a adulto, aproximadamente 16 dias, variando conforme a temperatura.

História

A criação de artêmias teve início em meados de 1950 na Bahia de São Francisco (SFB) e em Great Salt Lake (GSL) – Utah, ambos nos Estados Unidos, quando houve uma disseminação muito grande da piscicultura. A duração dos cistos juntamente com a rapidez de obtenção de larvas popularizou a *Artemia* rapidamente. Nos anos 1970, os preços subiram rapidamente, porque as criações estavam se esgotando com o crescimento da piscicultura. Nesses anos teve início uma grande onda de pesquisas. Em 1980, países como Argentina, Austrália, Canadá, Colômbia e China começaram a utilizar suas "reservas naturais", e países como o Brasil e a Tailândia criaram locais de manejo. Entretanto, a qualidade nutricional dos cistos se mostrou muito variável. Foram adotadas, então, medidas de avaliação e manipulação dos cistos, por um grupo de pesquisas chamado International Study on *Artemia*. Novas tecnologias como a "semeadura" por aeroplanos aumentaram consideravelmente a produção e a qualidade. Na metade dos anos 1980, o mercado era dominado pelas GSL. Em 1994/1995 a GSL teve uma queda dramática em sua produção, o que abalou duramente o mercado. A situação permanece semelhante até hoje e não tem muitas expectativas de mudar, influenciada por fenômenos como o El Niño, mas alguns lugares como SFB, sul do Vietnã e nordeste do Brasil começaram a se expor com uma produção limitada.

ESTUDO COMPLEMENTAR 3

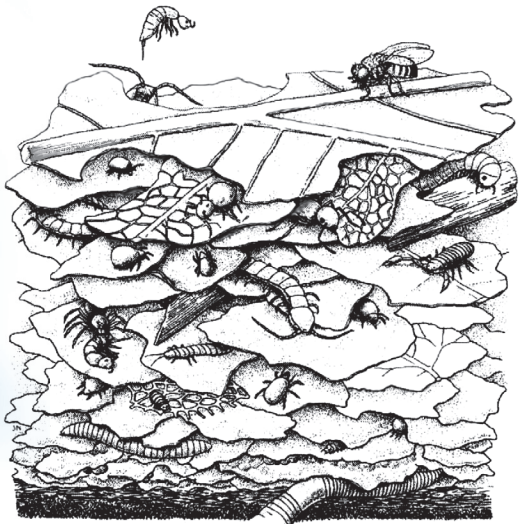
Mário De Maria

Artrópodos muito pequenos encontram-se sujeitos a uma perda de água considerável devido à sua grande proporção de área superficial em relação ao volume. A alta umidade do ar (déficit de saturação baixo) nos espaços intersticiais do húmus de folhas reduz enormemente o risco de dessecação para esses animais. Quando o húmus de folhas fica sujeito à chuva, um pouco de ar permanece preso dentro dos espaços, mas uma quantidade ainda maior de água também é absorvida. No entanto, muitos artrópodos estão adaptados para viver nessas condições devido à natureza de repulsão da água (hidrófoba) de seu exoesqueleto, que pode fazer com que um filme de ar se prenda ao redor da superfície do corpo. Os numerosos pelos que revestem os corpos de alguns artrópodos (como o de muitas aranhas que habitam o solo) têm função semelhante.

As bactérias e os fungos causam uma desintegração gradual da celulose e da lignina das folhas acumuladas. Alguns dos artrópodos alimentam-se diretamente do material vegetal em decomposição, outros de bactérias ou fungos. Esses consumidores de detritos são presas de espécies carnívoras; de fato, pode haver vários níveis tróficos de carnívoros. Consequentemente, pode existir uma teia alimentar relativamente complexa entre os habitantes do húmus de folhas.

Um método comum de coleta de artrópodos a partir do húmus das folhas é com um funil de Berlese. O húmus de folhas (ou mesmo a terra) é colocado em uma tela dentro da parte superior do funil grande; entao coloca-se o funil embaixo de uma lâmpada. A luz, o calor e a dessecação fazem com que os animais abandonem esses espaços, migrando paa a parte inferior, caindo em um frasco coletor do funil. Pode-se coletar os animais vivos se o frasco estiver provido de um substrato úmido para impedir a dessecação, e sem solução fixadora.





EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO SOBRE ARTRÓPODOS

Primeira Parte

Cada questão apresenta um conhecimento básico, que pensamos que você já adquiriu. Os espaços em branco devem ser preenchidos por palavras, se estiverem precedidos por (P), e por números, se estiverem precedidos por (N). Use um cartão para cobrir a coluna de respostas da esquerda, e abaixe-o cada vez que responder a uma nova questão para conferir os resultados.

	1. Dentre os artrópodos, a característica mais comum é a presença de (P) _____ .
Pernas articuladas	2. Entretanto, o número de apêndices articulados varia de grupo para grupo. Nos insetos, por exemplo, existem (N) _____ pares de pernas que se inserem no (P) _____, respectivamente, no (P) _____, (P) _____ e metatórax.
3, tórax, protórax, mesotórax	3. Já nos (P) _____, existem 4 pares de (P) _____ que se inserem no (P) _____ .
Aracnídeos, pernas, cefalotórax	4. Nos crustáceos, o número de apêndices locomotores varia muito e são normalmente (P) _____, apresentando exopodito e (P) _____, com adaptações para atender suas (P) _____, principalmente à natação, pois a maioria dos crustáceos vive em ambiente (P) _____.
Birremes, endopodito, funções, aquático	5. Outros artrópodos apresentam um número muito grande de (P) _____, às vezes (N) _____ par por somito ou (N) _____ pares de pernas por (P) _____, sendo que o 1º segmento é ápodo e o 2º, 3º e 4º só possuem _____ par(es) de pernas.
Pernas articuladas 1, 2, somitos, 1	6. Além das pernas articuladas, os (P) _____ apresentam um tipo de proteção muito peculiar que é um (P) _____ _____ constituído principalmente de quitina.
Artrópodos, esqueleto externo (= exoesqueleto)	7. Este exoesqueleto é todo articulado em cada (P) _____ do corpo, permitindo assim a movimentação do animal. Para crescer, o artrópodo sofre mudas, que consistem na substituição do (P) _____.
Somito, exoesqueleto	8. O número de antenas, que tem grande importância no sistema de equilíbrio e orientação, varia de grupo para grupo. Assim, nos (P) _____ não existem antenas, sendo denominados (P) _____, enquanto nos (P) _____ existem (N) _____ pares de (P) _____, sendo denominados tetráceros. Quilópodos e diplópodos, quanto ao número de antenas, são (P) _____ .

Aracnídeos, áceros, crustáceos, 2, antenas, díceros	9. Os olhos dos artrópodos são geralmente compostos, podendo ser sésseis ou (P) _____, como nos crustáceos. Nos aracnídeos, os olhos são (P) _____ e em número variável. Muitos artrópodos cavernícolas (troglóbios) são (P) _____, isto é, são desprovidos de olhos.
Pedunculados, simples, anoftálmicos	

Segunda Parte

Abaixo se encontra uma chave para alguns grupos de artrópodos. Preencha os cinco espaços entre parênteses, colocados no final de algumas frases, e escolha a alternativa que apresenta a sequência correta.

1. Artrópodos geralmente com 10 ou mais pernas 2

Artrópodos com 6 ou 8 pernas 4

2. Cabeça fundida ao tórax; abdome com segmentação nítida; dois pares de antenas..... (_____)

Cabeça distinta do resto do corpo que é formado por uma série de segmentos muito nítidos; um par de antenas..... 3

3. Cada segmento do corpo, geralmente, com um par de pernas..... (_____)

Cada segmento do corpo, geralmente, com dois pares de pernas..... (_____)

4. Oito pernas; sem antenas e sem asas; cabeça indistinta por ser fundida ao tórax..... (_____)

Seis pernas; antenas sempre presentes; asas quase sempre (um ou dois pares); corpo constituído por três partes distintas: cabeça, tórax e abdome..... (_____)

a) Crustáceos, diplópodos, quilópodos, aracnídeos e insetos.

b) Crustáceos, quilópodos, diplópodos, aracnídeos e insetos.

c) Insetos, diplópodos, quilópodos, aracnídeos e crustáceos.

d) Crustáceos, quilópodos, insetos, diplópodos e aracnídeos.

e) Insetos, crustáceos, quilópodos, diplópodos e aracnídeos.

AUTOAVALIAÇÃO

Cite os atributos básicos que distinguem os grupos de artrópodos.

AULA 9

Gastrotricha, Nematoda, Nematomorpha e Priapula

Taíssa Rodrigues da Silva e Alfredo Hannemann Wieloch

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Conhecer os atributos básicos que distinguem os Gastrotricha, Nematoda, Nematomorpha e Priapula.

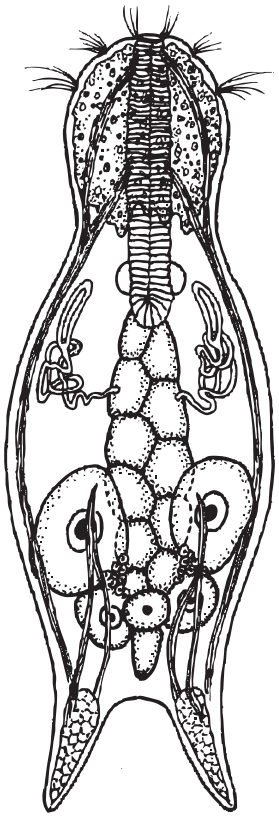
FILO GASTROTRICHA

Os gastrotríquios são pequenos animais que habitam ambientes de águas marinhas, salobras ou doces. Compreendem cerca de 450 espécies, a maioria com menos de 1 mm de comprimento. Muitos são componentes da meiofauna, vivendo nos espaços intersticiais de sedimentos.

O corpo é dividido em cabeça e tronco. Algumas espécies possuem, ainda, uma "cauda". Sobre a cutícula podem possuir espinhos, cerdas, escamas ou placas. Possuem glândulas que produzem uma substância adesiva e que desembocam em vários tubos adesivos. Essa secreção é utilizada para a ligação temporária ao substrato. Formas desprovidas de tubos adesivos apresentam hábitos plantônicos.

A parte externa das cutículas possui uma estrutura formada por camadas semelhantes a membranas. Os adultos são funcionalmente acelomados. Sua superfície ventral é ciliada, e os cílios auxiliam na locomoção, que ocorre principalmente por deslizamento.

Os gastrotríquios se alimentam de material orgânico de pequenas dimensões, a maioria deles através de sucção gerada por sua faringe muscular. O sistema digestivo é completo. A boca, terminal, é cercada por espinhos orais. A ela seguem-se a cavidade bucal, a faringe muscular recoberta por cutícula, o estômago, o intestino, o reto e o ânus dorsal. A digestão é extracelular.



Não há sistemas circulatório ou respiratório. A troca e o transporte de gases ocorre por difusão, permitida graças a seu tamanho reduzido.

Os órgãos excretores são protonefrídios, estando presentes um ou mais pares, em ambos os lados do intestino. Eles se ligam a nefridiodutos, que por sua vez desembocam em nefridióporos ventrais.

O gânglio cerebral é bilobado e localizado dorsalmente. Cordões nervosos longitudinais se estendem posteriormente. Receptores táteis, como espinhos e cerdas, são concentrados na cabeça. Algumas espécies possuem ainda depressões quimiossensoriais ou ocelos.

A reprodução assexuada ainda não foi observada no grupo, apesar de possuírem capacidades regenerativas.

A maioria das espécies é partenogenética ou hermafrodita, sendo que o surgimento desta última pode estar relacionado a estresse ambiental. O sistema reprodutor masculino possui um ou dois testículos, dutos espermáticos, e um gonóporo único. O sistema reprodutor das fêmeas inclui um ou dois ovários. Os óvulos são liberados no útero, que, por sua vez, é associado a um vitelário.

Ocorre fertilização cruzada e a parede corporal se rompe para a liberação dos zigotos. Os ovos podem ser grossos, mais resistentes e dormentes, ou finos, de desenvolvimento rápido. O desenvolvimento é direto.

FILO NEMATODA

O Filo Nematoda (Grego, *nema*, fio) é constituído por aproximadamente 12.000 espécies de animais vermiformes, a maioria de vida livre, sendo algumas delas parasitas de importância econômica e médica. Seu tamanho é variável: 0,1 mm até 9 m de comprimento. Os nematódeos de vida livre são tipicamente pequenos, raramente ultrapassando 1 cm. Os parasitas são consideravelmente maiores, e seu tamanho costuma ser um reflexo do tamanho do seu hospedeiro, tanto que o maior nematódeo conhecido é o que habita o intestino de cachalotes.

Os membros deste filo são divididos em duas classes: Adenophorea ou Aphasmida e Secernentea ou Phasmida. Os Adenophorea possuem quimiorreceptores cefálicos denominados anfídios, mas são desprovidos de fasmídios na região caudal; sistema excretor comparativamente simples, não cuticularizado, sem túbulos coletores; maioria de vida livre. Os Secernentea possuem anfídios na região cefálica e fasmídios na região caudal; sistema excretor comparativamente complexo em alguns, com ducto cuticularizado e túbulos coletores bastante desenvolvidos; maioria parasita.

A parede corporal dos nematódeos é coberta externamente por uma cutícula bem desenvolvida e complexa de natureza colágena

secretada pela epiderme. Cinco ou seis camadas de colágeno podem estar presentes, variando de uma consistência fibrosa para hialina. Constitui uma defesa tanto para resistência à dessecação como para a ação de sucos digestivos no intestino do hospedeiro, o que reduz consideravelmente a permeabilidade da parede corporal. A cutícula pode ser lisa ou ornamentada – placas, espinhos, cerdas. A epiderme varia de celular a sincicial, e geralmente invagina para o pseudoceloma na forma de cordas laterais, dorsal e ventral. As cordas laterais envolvem os canais excretores (quando presentes) e neurônios. A corda dorsal e ventral envolve o cordão nervoso dorsal e ventral, respectivamente. Abaixo da epiderme existe, geralmente, uma fina camada obliquamente estriada de musculatura longitudinal, que se conecta com os cordões nervosos dorsal e ventral por prolongamentos afilados denominados braços musculares. Não existe musculatura circular.

O pseudoceloma, repleto de fluido, não é amplo. A cutícula e a pressão hidrostática do pseudoceloma são os elementos responsáveis pela sustentação corporal. Os movimentos são resultantes da ocorrência de ondas metacrônicas ao longo da musculatura longitudinal, que mobilizam a região dorsal e ventral de forma antagônica: quando uma contrai, a outra se distende. Assim, são produzidos os movimentos sinusoides característicos desse filo, que permitem seu deslocamento. É importante observar que o movimento é resultante da combinação de três fatores: rigidez da cutícula, pressão hidrostática do fluido celomático e contração de musculatura.

Nematódeos possuem tubo digestivo completo. Em função dos variados hábitos e habitats, existe grande diversidade de estratégias de alimentação e, consequentemente, reflexos na anatomia da região bucal. Expansões labiais, papilas, estiletes e outros ornamentos são geralmente arranjados em padrões radialmente simétricos. São detritívoros, comedores de fungos e bactérias, predadores carnívoros, herbívoros e parasitas de plantas e animais de importância médica, veterinária e econômica.

O trato digestivo varia em complexidade e especialização regional, de acordo com a espécie. Após uma curta cavidade bucal, existe um esôfago com paredes musculares espessas (geralmente chamado de faringe), que pode se subdividir em regiões muscular e glandular, de grande significado taxonômico. O esôfago atua como uma bomba hidráulica, impelindo o alimento, sempre com presença de alguma quantidade de fluido, para o interior de um intestino tubular, com revestimento desprovido de cílios. Segue-se um curto reto e o ânus (nas fêmeas) ou uma cloaca (nos machos), que é subterminal. A porção glandular do esôfago é responsável pela secreção de enzimas digestivas, o que pode ocorrer também no intestino médio. A digestão é predominantemente extracelular, completada intracelularmente.

Não existem estruturas responsáveis pela circulação e pelas trocas gasosas. Essas funções são desempenhadas por difusão e movimento dos fluidos presentes no pseudoceloma, que otimizam os processos de natureza difusiva.

Quanto ao sistema excretor, este pode possuir uma natureza celular e/ou tubular. Aqueles de natureza celular são compostos por um ou dois renetes, que se conectam diretamente a um poro excretor geralmente localizado no terço anterior e ventral do corpo. Em algumas espécies, os renetes podem estar associados com canais excretores. Outras possuem um sistema excretor essencialmente tubular, em forma de H (sistema H). A maioria dos nematódeos é amoniotélica, mas alguns podem ser ureotélicos, principalmente se estiverem em ambiente hipertônico.

O sistema nervoso compreende um anel nervoso perientérico – anel circum-esofágico – e vários gânglios associados, que se comunicam com os cordões nervosos ventral, dorsal e comissuras laterais, contidas nas cordas epidérmicas. Os órgãos sensoriais mais abundantes são as papilas e ceras, que servem como receptores táteis. Anfídios e fasmídios, que são estruturas glandulares cefálicas e caudais, respectivamente, têm provável função quimiorreceptora.

Os nematódeos são dioicos, com raras exceções, exibindo algum grau de dimorfismo sexual. Os machos tendem a ser menores que as fêmeas e, geralmente, possuem a extremidade posterior recurvada. O sistema reprodutor masculino é composto de um ou dois testículos tubulares, que se dobram quando muito compridos. Possuem especializações regionais, apresentando uma zona germinal (distal), de crescimento (média) e de maturação (proximal), próxima à junção com o ducto espermático. O ducto espermático se estende posteriormente, onde aumenta sua cavidade interna para formar uma vesícula seminal, se conectando a um ducto ejaculatório que desemboca na cloaca, próximo ao ânus. Alguns possuem glândulas prostáticas que secretam fluido seminal para o ducto ejaculatório. A maioria dos machos de nematódeos possui um ou dois espinhos cuticulares, denominados espículas copuladoras, que são inseridas no gonóporo feminino para otimizar a transmissão do esperma.

O sistema reprodutor feminino consiste usualmente de um par de ovários alongados que gradualmente se transformam em ovidutos e, posteriormente, por aumento da sua cavidade interna, em útero. Os úteros convergem para formar uma vagina curta, conectada a um gonóporo único, completamente separado do ânus, se abrindo na região ventral do terço médio do corpo.

A reprodução é sempre sexuada, com a fecundação ocorrendo internamente. Os machos são atraídos por ferormônios produzidos pelas fêmeas, e estas são abraçadas pela região posterior recurvada do

macho, próximo ao gonóporo. As espículas copuladoras do macho são inseridas na vagina da fêmea e o esperma é transferido pela contração do ducto ejaculatório. A fertilização ocorre usualmente no útero, e o ovo ganha uma casca relativamente fina composta de duas camadas: uma interna, que é derivada da membrana de fertilização, e outra externa, produzida pela parede uterina. Os ovos são eliminados para o meio externo através do gonóporo. Em nematódeos hermafroditas, autofecundação pode ocorrer. Alguns nematódeos são partenogenéticos.

Os nematódeos não possuem um estágio larval de vida livre. Eles eclodem dos ovos como adultos em miniatura. Dessa forma, o desenvolvimento é tipicamente direto. À medida que crescem, realizam quatro mudas da cutícula. Porém, mesmo quando atingem a fase adulta, continuam crescendo lentamente, soltando e secretando uma nova cutícula. Esse aspecto é mais claro nos nematódeos de vida livre. Nos nematódeos parasitas, os ciclos de vida podem envolver vários hospedeiros, e formas juvenis podem ficar retidas no corpo de hospedeiros intermediários durante muito tempo, até que sejam ingeridas por hospedeiros definitivos. Em tais circunstâncias, essas formas juvenis são denominadas de larvas.

FILO NEMATOMORPHA

O Filo Nematomorpha (grego, *nema*, fio; *morphe*, forma) é constituído por aproximadamente 240 espécies agrupadas em um pequeno número de gêneros. São conhecidos como "vermes-de-crina" porque se parecem com o fio de uma crina de cavalo. São observados em áreas de currais e cocheiras onde são formadas poças de água resultantes da limpeza desses recintos e dos animais, o que levava as pessoas no século XVI a pensarem que eram originados a partir da crina de cavalos (teoria da abiogênese).

Os nematomorfos têm, geralmente, de 1 a 3 mm de diâmetro e de 10 a 70 cm de comprimento. Os vermes adultos, que são de vida livre, se enrolam e se torcem uns com os outros, dando a aparência de vários nós ("vermes-de-górdio", fazendo alusão a Gordius, Rei de Phrygia, Ásia). Sua distribuição é ampla, estando mais relacionados ao habitat aquático dulcícola e marinho, com algumas espécies semiterrestres.

Todas as espécies de nematomorfos são endoparasitas no seu estágio larval, e os hospedeiros são variados – sanguessugas, baratas, besouros, grilos, gafanhotos, aranhas, caranguejos ermitões e caranguejos. Podem infectar o homem raramente e parecem não causar doenças.

O Filo Nematomorpha é dividido em duas classes: Nectonematoida, que são marinhos e monogenéricos (*Nectonema*), e Gordioida, dulcícolas e semiterrestres.

São invertebrados assegmentados, com superfície coriácea, geralmente de cor marrom, preta, cinza ou amarelada. A região cefálica se distingue do corpo por possuir uma cor mais clara. A extremidade posterior pode apresentar após a abertura anal dois ou, mais raramente, três lobos caudais, dependendo da espécie. A organização geral da parede corporal lembra aquela dos nematódeos em muitos aspectos. A cutícula é acelular e muito fina, composta de duas lâminas: homogênea, externa, e fibrosa, interna. A lâmina homogênea forma aréolas (papilas), que podem portar espinhos ou poros (mecanorreceptoras e produtoras de lubrificantes, respectivamente). A epiderme reveste todo o corpo e forma as cordas epidérmicas dorsal e ventral, esta última contendo um cordão nervoso longitudinal.

Logo abaixo da epiderme, existe uma camada de células musculares longitudinais, não havendo uma lâmina de musculatura circular na parede corporal, a exemplo do que ocorre com os nematódeos.

A condição do pseudoceloma varia de amplo a preenchido por mesênquima, em ambos os casos envolvendo as estruturas internas. Como nos nematódeos, a qualidade hidrostática ou estrutural da cavidade corporal, associada à resistência da cutícula, fornece o suporte esquelético adequado. Atuando juntamente com a musculatura longitudinal, responsável pela produção de ondulações ou de enrolamento e desenrolamento do corpo, os nematomorfos são capazes de nadar ou de se deslocar no substrato.

Tanto as larvas como os adultos de nematomorfos possuem a região anterior do intestino degenerada, de modo que não ingerem alimento. Usualmente, não existe abertura bucal e a região da faringe é sólida. O intestino é tubular e sua parede é fina, e parece servir mais para uma função excretora que digestiva. Na região posterior observa-se uma cloaca, onde também desembocam os ductos reprodutivos. Eles se nutrem e armazenam energia apenas na fase larval, onde são necessariamente endoparasitas, absorvendo os nutrientes através da parede corporal a partir dos fluidos tissulares dos seus hospedeiros. A larva abandona o hospedeiro ativamente, perfurando a parede corporal, passa por um rápido estágio juvenil e aumenta várias vezes o seu tamanho tornando-se adulto. Apesar do senso geral de que os adultos de nematomorfos não se alimentam, existe a desconfiança que a energia armazenada durante a fase larval não seria suficiente para permitir um incremento de tamanho tão acentuado, e que os juvenis e adultos podem, de fato, se alimentar, mas por um mecanismo até agora desconhecido.

Circulação, trocas gasosas e excreção são realizadas por difusão, facilitada pelo próprio *design* corporal, apesar de alguns trabalhos sugerirem a participação de células do intestino médio atuando no processo excretor, podendo ter uma estrutura similar aos túbulos de Malpighi.

O sistema nervoso, como em nematódeos, está intimamente associado à epiderme. Existe um anel nervoso perientérico ao nível da faringe, que origina dois cordões nervosos longitudinais, um dorsal e outro ventral, ambos envolvidos por epiderme, formando as cordas epidérmicas dorsal e ventral. Aparentemente, nematomorfos são sensíveis ao toque e a substâncias químicas, embora estruturas associadas com a percepção desses tipos de estímulos não sejam evidentes.

Nematomorfos são dioicos, e o dimorfismo sexual revela-se pelo maior tamanho das fêmeas e a diferente conformação da extremidade posterior. Os machos possuem um ou dois testículos que se abrem na cloaca através de curtos ductos espermáticos. As fêmeas da Classe Gordioida possuem um par de ovários alongados, que se abrem na cloaca através de receptáculos seminais. Durante a reprodução, a fêmea cessa seus movimentos e o macho a envolve para depositar uma gota de esperma próximo ao poro cloacal. Os espermatozoides se movem para o receptáculo seminal. Ali permanecem até que um óvulo maduro passe do ovário através do receptáculo seminal, onde são fecundados, para a cloaca. Da cloaca, os ovos são depositados em cordões gelatinosos em torno de plantas aquáticas e a eclosão ocorre de 15 a 80 dias mais tarde, originando a larva nematomorfa, que é móvel. O modo como as larvas penetram nas cavidades corporais dos seus hospedeiros é desconhecido. Presume-se que elas podem ser acidentalmente ingeridas, chegar ao intestino e perfurar a sua parede, se alojando no celoma. As larvas sofrem metamorfose no interior do hospedeiro, e os juvenis os abandonam ativamente quando estão próximos à água ou dentro dela, durante o período chuvoso, e o mecanismo utilizado para induzir o hospedeiro terrestre a procurar a água é desconhecido. O hospedeiro morre durante esse processo, pois não resiste aos danos provocados no interior do corpo e na parede corporal. As larvas podem utilizar um ou mais hospedeiros durante o seu ciclo de vida e podem formar cistos caso as condições não estejam favorecendo seu alojamento em um hospedeiro.

Os nematomorfos parecem não ter nenhuma importância médica ou veterinária, uma vez que vertebrados se infectam acidentalmente e não desenvolvem qualquer sintomatologia.

FILO PRIAPULA

Os priapulídeos são conhecidos por 16 espécies viventes e 14 fósseis. Possuem o corpo cilíndrico, composto por uma probóscide, pescoço, tronco e, em alguns casos, apêndice caudal. A probóscide, retrátil, possui espinhos grandes e em forma de gancho. A maior parte das espécies é predadora de invertebrados de corpo mole, como poliquetos. Para a captura, a probóscide é evertida e a presa é capturada pelos espinhos; a probóscide é, então, retraída, levando o alimento.

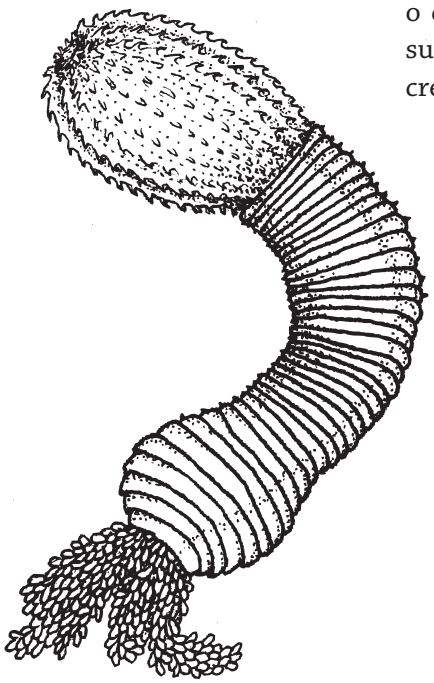
Medem entre 0,55 mm e 20 cm de comprimento. Espécies maiores vivem enterradas em sedimentos marinhos finos, podendo construir tubos. Espécies menores podem viver enterradas ou nos espaços intersticiais.

Não se sabe ao certo se os priapulídeos possuem um celoma verdadeiro, mas possuem uma cavidade corporal limitada. O corpo é suportado pelo esqueleto hidrostático, que também permite que se enterrem por meio de movimentos peristáticos.

O corpo é recoberto por uma cutícula delgada e flexível, contendo espinhos e tubérculos, que sofre ecdise durante o crescimento. A epiderme é composta por células não ciliadas e, sob a mesma, há camadas de músculos circulares e longitudinais. Outros músculos são relacionados à probóscide.

O sistema digestivo é completo. O tubo bucal, a faringe e o esôfago possuem uma camada de cutícula. Não há sistema circulatório, e o transporte de gases ocorre por difusão. Há, entretanto, a presença de um pigmento respiratório, denominado hemeritrina. Os protonefrídios encontram-se dispostos na região posterior do corpo, associados ao sistema reprodutor, formando um sistema urogenital. Seus nefrídios possivelmente agem tanto na excreção como na osmorregulação. O sistema nervoso é composto em um plano radial, com um anel nervoso circum-entérico e vários cordões nervosos longitudinais. O apêndice caudal possui receptores táteis.

Os priapulídeos são dioicos, com um par de gônadas ligadas a dutos genitais, que se unem ao sistema excretor por meio de dutos urogenitais, desembocando, por fim, em poros urogenitais. Há liberação de gametas e a fertilização é externa. Com exceção de uma espécie, o desenvolvimento é indireto. A larva, denominada loricada, possui alimentação provavelmente detritívora e sofre ecdise durante o crescimento.



AUTOAVALIAÇÃO

1) Cite os atributos básicos que distinguem os Gastrotricha.

2) Cite os atributos básicos que distinguem os Nematoda.

3) Cite os atributos básicos que distinguem os Nematomorpha.

4) Cite os atributos básicos que distinguem os Priapula.

AULA 10

Loricifera, Kinorhyncha, Gnathostomulida e Rotifera

Taíssa Rodrigues da Silva

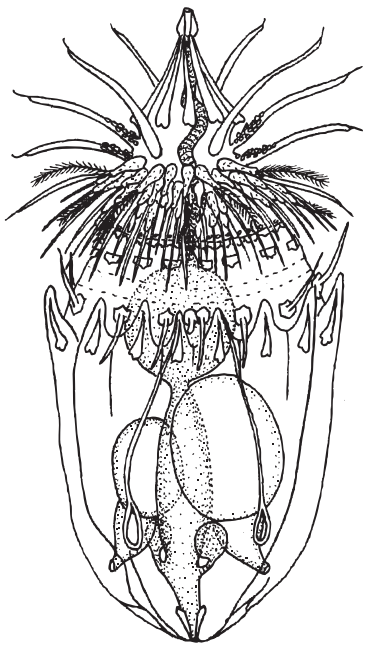
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Conhecer os atributos básicos que distinguem os Loricifera, Kinorhyncha, Gnathostomulida e Rotifera.

FILO LORICIFERA

Os loricíferos, animais pouco conhecidos, possuem vida livre e habitam a meiofauna intersticial de sedimentos marinhos, que podem estar localizados a grandes profundidades.

O corpo, diminuto (entre 115 e 383 mm de comprimento), é dividido em cabeça, pescoço, tórax e abdome. Este último é encapsulado em uma teca ou lorica, na qual os demais segmentos podem ser retraídos por ação de músculos. A cavidade corporal é um blastoceloma. Um cone oral projeta-se da cabeça e inclui, além da boca, estiletes orais protrusíveis em algumas espécies.



O sistema digestivo é completo e inclui a boca, um canal bucal alongado, um bulbo faringeano com músculos circulares e longitudinais, esôfago, intestino e reto, localizado em um cone anal. Há também um par de glândulas salivares. Algumas espécies alimentam-se de bactérias. A excreção se dá por meio de um par de protonefrídios, que se localizam nas gônadas. O sistema nervoso consiste em um gânglio circumfaringeano, gânglios menores e um cordão nervoso ventral.

São animais dioicos e com dimorfismo sexual. O sistema reprodutor masculino inclui dois testículos dorsais, e o feminino, dois ovários e um receptáculo seminal. Acredita-se que a fertilização seja interna. O desenvolvimento é indireto, com a existência de uma larva de Higgins,

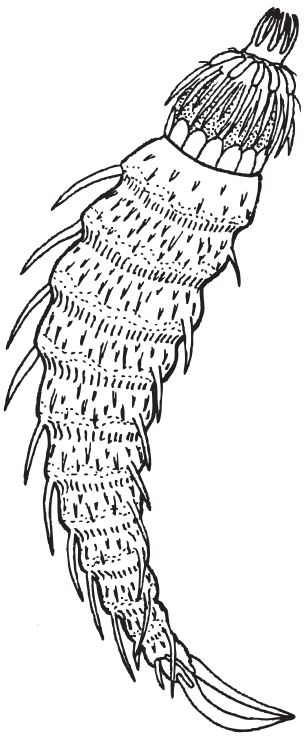
que sofre ecdise da cutícula durante seu crescimento. Algumas espécies apresentam, ainda, um estágio juvenil, semelhante ao adulto, mas sexualmente imaturo. Outras espécies, habitantes de grandes profundidades, produzem larvas neotênicas, que se reproduzem por partenogênese.

FILO KINORHYNCHA

Descobertos em 1841, hoje são conhecidas cerca de 150 espécies. São animais com, normalmente, menos de 1 mm de comprimento. Vivem em ambientes marinhos, na areia ou na lama, em praias arenosas, em tapetes de algas, em estuários de água salobra ou como simbiontes de outros invertebrados. Provavelmente se alimentam de matéria orgânica presente no substrato, como diatomáceas.

Sua posição filogenética é incerta. Não se sabe se são seres acelomados ou blastocelomados, ou se há metameria. Apresentam características que aparentemente são comuns aos artrópodos, como a presença de uma epiderme celular e não ciliada e a ocorrência de ecdise da cutícula, nas formas juvenis.

O corpo dos quinorrincos possui uma cabeça ou probóscide eversível e um tronco. O corpo pode ainda ser dividido em 13 partes, denominadas zonitos. A boca localiza-se em um cone oral e é cercada por espinhos, denominados estiletes orais. Seguem-se diversos outros espinhos, cuja quantidade e disposição constituem importantes caracteres taxonômicos.



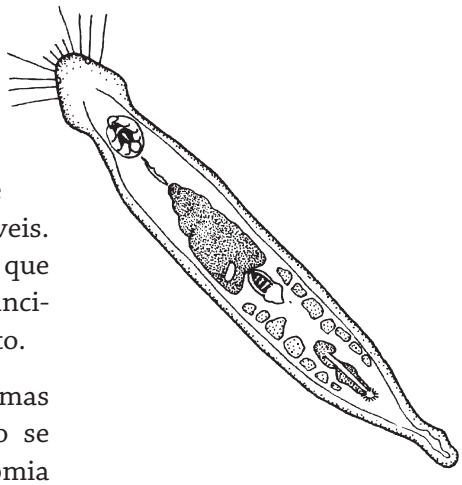
Sua cutícula é grossa e bem desenvolvida, mantendo o formato do corpo, com exceção das extremidades. Os músculos, dispostos de modo intersegmentar, são ligados à cutícula. A probóscide é evertida através de pressão hidrostática, modificada por músculos dorsoventrais, e retraída por intermédio de bandas de músculos anteriores longitudinais.

A cavidade bucal, a faringe muscular e o esôfago possuem uma camada de cutícula. Glândulas pares estão presentes em associação com o esôfago, mas são de função desconhecida. A circulação e a troca gasosa ocorrem por difusão, e a excreção ocorre por meio de um par de protonefrídios. O sistema nervoso central é simples e consiste em um anel com gânglios em torno da faringe, além de cordões nervosos longitudinais. Seus receptores sensoriais são cerdas e espinhos táteis.

São animais dioicos. As gônadas pares são associadas a gonodutos curtos. Nos machos, há duas ou três espículas junto ao gonóporo, que são possivelmente utilizadas na cópula. Os ovários produzem tanto óvulos como vitelo. As fêmeas possuem, ainda, receptáculos seminais próximos aos gonóporos. O desenvolvimento é direto.

FILO GNATHOSTOMULIDA

Os gnatostomulídeos são animais vermiformes, habitantes da meiofauna de sedimentos marinhos. Existem cerca de 80 espécies, várias delas presentes em ambientes anóxicos.

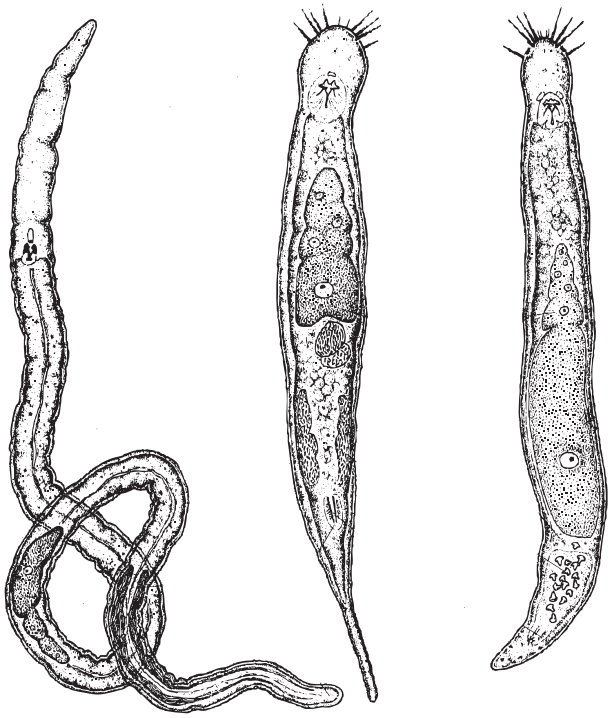


O corpo, com menos do que 2 mm de comprimento, pode ser dividido em cabeça, tronco e região caudal. São acelomados e se movimentam por deslizamento e contorções corporais.

Apresentam uma faringe com mandíbulas características e células epidérmicas monociliadas. A boca se localiza ventralmente, na junção entre cabeça e tronco. A faringe muscular é complexa, com um aparato mandibular composto por placas móveis. O intestino culmina em uma conexão de tecido com a epiderme, que pode ser um remanescente de um ânus perdido, ou mesmo um incipiente. Alimentam-se de bactérias e fungos, raspando o substrato.

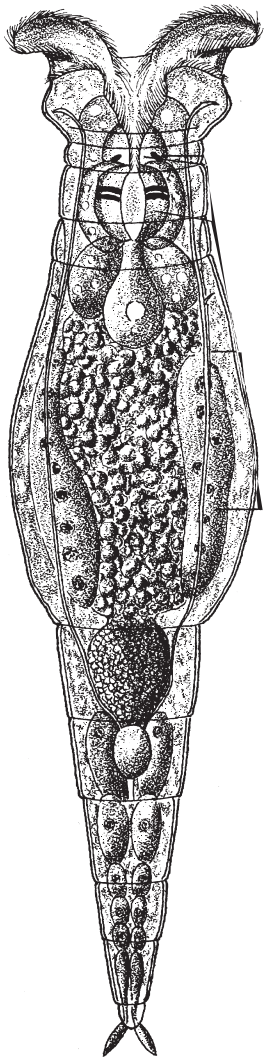
A circulação, excreção e respiração ocorrem por difusão. Algumas espécies possuem solenócitos espalhados. O sistema nervoso se refere a depressões e cílios sensoriais, de importância na taxonomia do grupo.

A reprodução é sexuada, e os indivíduos são hermafroditas simultâneos ou protândricos. Apresentam um ou dois testículos e um grande ovário. A fecundação é interna, e ocorre, aparentemente, através de impregnação hipodérmica cruzada. Seu desenvolvimento não é bem conhecido.



FILO ROTIFERA

Com mais de 1.800 espécies descritas, os rotíferos são animais pequenos, geralmente com menos de 1 mm de comprimento, que habitam ambientes principalmente dulcícolas, além de marinhos ou semiterrestres, como solo úmido ou filmes d'água. Possuem uma variedade de formas corporais e há tendência à eutelia. A maioria das espécies é solitária e algumas sésseis são coloniais.



O corpo pode ser dividido em cabeça, tronco e pé. A cabeça possui um órgão, a coroa, que possui cílios. A rotação destes confere um aspecto de rodas e cria uma corrente de água. São seres blastocelomados – ou seja, a cavidade corporal, denominada blastoceloma, é uma característica embrionária retida mesmo na idade adulta. Esse caráter possivelmente se originou diversas vezes no Reino Animalia. Os órgãos ou tecidos são sinciciais, ou seja, não apresentam células discretas, mas vários núcleos se encontram em um citoplasma comum.

O corpo é bastante flexível. Sua superfície pode ser esculturada ou possuir espinhos ou tubérculos, ou mesmo um tipo de teca. Podem existir também antenas sensoriais. O pé é alongado, com movimento telescópico. Possui duas glândulas pedais, cuja secreção prende o animal, temporariamente, ao substrato. A morfologia da coroa tem sido utilizada na taxonomia do grupo. Os cílios que cercam a boca são denominados campo bucal ou circum-oral. Dorsalmente, há um campo circum-apical. A parte mais anterior possui um campo apical. Pode haver uma cutícula gelatinosa externa. Uma lâmina esquelética encontra-se presente na epiderme, e é responsável pela produção da teca ou lorica, se presente, e outras estruturas.

O corpo é apoiado por bandas de músculos, a lâmina esquelética e pelo esqueleto hidrostático do blastoceloma. Mudanças na pressão hidrostática resultam na protrusão de algumas partes, como o pé. Quando não são sésseis, os rotíferos podem se locomover por rastejamento, com o auxílio do pé, ou por natação, através das correntes produzidas pela rotação dos cílios da coroa.

O aparelho digestivo inclui um intestino geralmente completo. A faringe é modificada, possuindo mandíbulas, e é denominada mástax.

Existem vários tipos de alimentação entre os rotíferos, refletidos na morfologia da coroa de cílios e do mástax. Espécies que se alimentam de matéria em suspensão possuem ciliatura bem desenvolvida, que produz uma corrente de água em torno da boca; alimentação predatória requer poucos cílios e um mástax protrusível. Alguns rotíferos são ainda simbiontes de diversos invertebrados ou mesmo de protistas coloniais.

O trato digestivo inclui a boca, o mástax, duas a sete glândulas salivares, que secretam enzimas digestivas e substâncias lubrificantes, o esôfago curto, o estômago, um par de glândulas gástricas, que secretam enzimas digestivas, o intestino curto e a cloaca, na qual desembocam também os nefridiodutos e o oviduto. A digestão é extracelular e ocorre no lúmen do mástax e do estômago.

Não existem sistemas circulatório ou respiratório. A circulação ocorre através do blastoceloma. O pequeno tamanho corporal permite o transporte, por difusão, de gases, metabólitos e nutrientes. Os órgãos de excreção consistem em um par de protonefrídios, na maioria das espécies. É principalmente osmorregulatório e, portanto, mais ativo em organismos dulcícolas. Excretas nitrogenadas são eliminadas tanto pelos protonefrídios como por difusão.

O gânglio cerebral localiza-se dorsalmente ao mástax. Há também dois nervos longitudinais. Receptores táteis ou quimiossensoriais, denominados flósculos, podem estar presentes. Algumas espécies possuem, ainda, ocelos.

Não são conhecidos meios de reprodução assexuada em rotíferos, visto que esses animais não possuem boa capacidade de regeneração, e o modo mais comum de reprodução é por partenogênese.

A maioria dos rotíferos é dioica, e os machos são raros, pequenos e de vida curta, ou mesmo desconhecidos em muitas espécies. O sistema reprodutor masculino possui um testículo único, um duto espermático e um gonóporo que pode agir como órgão copulatório. O sistema reprodutor feminino inclui um ou dois germovitelários sinciciais. O ovário produz os óvulos, que recebem vitelo no vitelário antes de passarem, através do oviduto, à cloaca.

A cópula pode ocorrer por inserção do órgão copulatório na cloaca da fêmea ou por impregnação hipodérmica, quando o macho insere o esperma diretamente no blastoceloma, em diversos pontos do corpo da fêmea. Os ovos fertilizados podem ser fixados no substrato ou ser carregados pela fêmea. A clivagem é do tipo espiral modificada. Formas errantes apresentam desenvolvimento direto, enquanto espécies sésseis possuem uma fase larval dispersora.

Em determinadas espécies, a partenogênese pode ser intercalada com um ciclo de reprodução sexuada, geralmente se relacionando com condições ambientais desfavoráveis, comuns em certos ambientes de água doce.

AUTOAVALIAÇÃO

1) Cite os atributos básicos que distinguem os Loricifera.

2) Cite os atributos básicos que distinguem os Kinorhyncha.

3) Cite os atributos básicos que distinguem os Gnathostomulida.

4) Cite os atributos básicos que distinguem os Rotifera.

AULA 11

Seisonida, Acantocephala, Kamptozoa e Cycliophora

Taíssa Rodrigues da Silva e Alfredo Hannemann Wieloch

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Conhecer os atributos básicos que distinguem os Seisonida, Acantocephala, Kamptozoa e Cycliophora.

FILO SEISONIDA

Brusca e Brusca (2003) consideram Seisonida uma ordem pertencente ao Filo Rotifera.

Com apenas um gênero conhecido, *Seison*, são animais simbiontes de crustáceos marinhos do gênero *Nebalia*. Alimentam-se de detritos presentes na carapaça ou de ovos de seu hospedeiro. Sua coroa de cílios é reduzida a cerdas.

Diferentemente dos rotíferos, seus machos são bem desenvolvidos e possuem um par de testículos. As fêmeas sexuais produzem somente óvulos haploides.

FILO ACANTHOCEPHALA

O Filo Acanthocephala (grego, *akanthias*, espinho; *cephala*, cabeça) é constituído por aproximadamente 1.000 espécies de vermes parasitas obrigatórios do intestino de vertebrados, especialmente de peixes de água doce. Os hospedeiros intermediários para as formas larvais são os artrópodos. O nome deriva da presença de espinhos recurvados – ganchos – em uma probóscide eversível localizada na região anterior do corpo. O restante do corpo é cilíndrico ou achatado, geralmente contendo anéis de pequenos espinhos. Na grande maioria das espécies, as fêmeas, usualmente maiores que os machos,

têm em torno de 2 cm de comprimento, mas existem algumas menores que 1 mm e maiores que 1 m. A cor é variada: amarela, laranja, vermelha ou esbranquiçada. O filo é dividido em três classes em função do arranjo dos ganchos da probóscide, da natureza dos ganchos epidérmicos, do padrão dos espinhos do corpo e da natureza dos órgãos reprodutivos: Palaeacanthocephala, Archiacanthocephala e Eoacanthocephala.

A parede corporal é constituída de uma epiderme sincicial espessa, revestida por uma fina cutícula. A epiderme abriga um complexo sistema de canais circulatórios denominado sistema lacunar, que possui importante papel funcional. Na junção da probóscide com o corpo, a epiderme invagina para formar um par de sacos hidráulicos denominados lemniscos. Estes facilitam a protração da probóscide, ao passo que os músculos retratores a recolhem para o receptáculo (ou bainha) da probóscide. Abaixo da epiderme encontramos a musculatura longitudinal e, subsequentemente, a musculatura circular; quando se contraem em conjunto, exercem pressão hidrostática sobre os lemniscos, que por sua vez protraem a probóscide. O corpo é sustentado pela cutícula e pela pressão hidrostática dos fluidos do pseudoceloma e sistema lacunar. Uma ou duas estruturas saculares revestidas por tecido conjuntivo, os sacos ligamentares, originam-se da região posterior do receptáculo da probóscide, estendendo-se até a região posterior do corpo, onde os órgãos reprodutivos se associam.

Os acantocéfalos adultos se fixam na parede intestinal dos seus hospedeiros através dos ganchos da probóscide. Estruturas digestivas – boca, intestino e ânus – estão ausentes. Os acantocéfalos absorvem nutrientes de seus hospedeiros através da sua espessa epiderme, e o transporte de nutrientes é facilitado pela existência do sistema lacunar, que se comporta como canais circulatórios.

Circulação, trocas gasosas e excreção ocorrem por difusão através da parede corporal. Entretanto, algumas espécies de Archiacanthocephala possuem um par de protonefrídios. O transporte interno ocorre por difusão no pseudoceloma.

Como na maioria dos endoparasitas obrigatórios, o sistema nervoso e os órgãos dos sentidos nos acantocéfalos são muito reduzidos. Existe um gânglio cerebral ventral no receptáculo da probóscide, a partir do qual se originam cordões nervosos para os músculos da parede corporal, probóscide e região genital. Existe uma fossa sensorial na probóscide, um mecanorreceptor nos órgãos reprodutivos, e os machos possuem órgãos sensoriais especialmente no pênis.

Acantocéfalos são dioicos e o dimorfismo sexual se resume ao fato de serem as fêmeas maiores e não possuírem bursa copuladora. O sistema reprodutor, em ambos os sexos, está associado com os sacos ligamentares.

Nos machos, testículos pares se comunicam através de ductos espermáticos com uma vesícula seminal única. Associadas a apenas uma destas últimas estruturas, podem ser observadas glândulas de cemento. A vesícula seminal se conecta a um pênis eversível, que se situa em uma bursa copuladora conectada ao gonóporo, geralmente denominado de poro cloacal, uma vez que a bursa parece ser remanescente do intestino posterior.

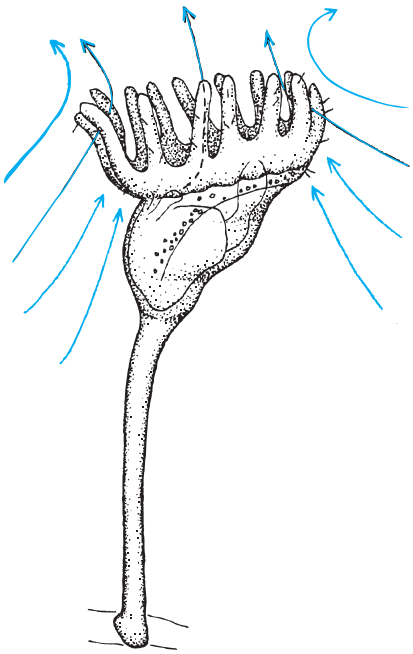
Nas fêmeas, uma massa única de tecido ovariano é formada entre o saco ligamentar. Grupos de óvulos imaturos são liberados desses ovários e permanecem no pseudoceloma, onde amadurecem e são eventualmente fertilizados. O sistema reprodutivo feminino compreende um gonóporo, vagina e um útero alongado que termina internamente em um funil complexo denominado de sino uterino.

Durante a cópula, o macho everte a bursa copuladora e se associa ao gonóporo feminino. O pênis é evertido para o interior da vagina, onde é depositado o líquido seminal juntamente com os espermatozoides. O cemento é liberado para vedar o gonóporo feminino e impedir a perda de esperma. Os espermatozoides viajam pelo sistema reprodutor feminino, passando pela vagina e atingindo o pseudoceloma após a passagem pelo sino uterino, fertilizando os óvulos presentes na pseudocele feminina. Após fertilização, inicia-se o desenvolvimento embrionário, e a fêmea libera as larvas acantorianas, envolvidas por uma concha. É o sino uterino quem seleciona as larvas que podem ser liberadas do organismo materno.

Uma vez fora do hospedeiro definitivo, que é um vertebrado, a larva acantoriana necessita ser ingerida por um hospedeiro intermediário, usualmente um inseto ou um crustáceo, para que se dê a continuidade do seu ciclo de vida. Após a ingestão, a larva acantoriana sofre metamorfose para um segundo estágio, a larva acantela, que só não possui os órgãos reprodutivos encontrados no adulto. Após ruptura da concha, a larva acantela perfura a parede intestinal do hospedeiro intermediário e alcança a pseudocele, onde ela recolhe a sua probóscide e se encista, passando a viver um terceiro estágio larval, o cistacanto. Essas larvas têm a capacidade de alterar o comportamento do hospedeiro intermediário, de modo a facilitar sua predação por parte do hospedeiro definitivo, onde o cistacanto adere à parede intestinal e desenvolve-se para a forma adulta.

Os hospedeiros vertebrados dos acantocéfalos incluem cachorros, hienas, focas, esquilos, musaranhos, toupeiras, porcos, ratos, golfinhos, insetívoros, aves, peixes, anfíbios, cobras e tartarugas. Raramente parasitam seres humanos, o que ocorre em função da ingestão de alimentos contaminados por baratas ou ratos. Os hospedeiros invertebrados são insetos e crustáceos.

FILO KAMPTOZOA (OU ENTOPROCTA)



São animais pequenos e sésseis, a grande maioria marinha, de hábitos solitários ou coloniais. As espécies solitárias são comensais de invertebrados, como esponjas, ectoprotos, poliquetas, sipúnculos e ascídias. Existem cerca de 150 espécies, cuja posição filogenética foi bastante debatida, tendo sido, durante muito tempo, considerados briozoários.

O corpo, funcionalmente radial, consiste em um cálice com tentáculos ciliados, sustentado por uma haste. A parte dorsal fica voltada para o substrato. A boca e o ânus são localizados no vestíbulo do cálice e são cercados pela coroa de tentáculos. O ânus encontra-se em uma elevação, denominada cone anal. Em formas coloniais, as hastes individuais prendem-se a estolões comuns.

O cálice e a haste são cobertos por cutícula, e a epiderme é celular. Bandas musculares sob a epiderme são responsáveis pela contração e extensão dos tentáculos e a contração da haste. São funcionalmente acelomados, e o corpo é preenchido por mesênquima, o que confere sustentação.

Os camptozoários se alimentam de partículas em suspensão, como fitoplâncton, através de correntes criadas pela ciliatura dos tentáculos. As partículas são então aprisionadas em muco e levadas à boca. O sistema digestivo, em forma de U, é composto por tubo bucal, esôfago, um estômago amplo, um intestino curto e reto. A digestão é extracelular.

A excreção ocorre através de um par de protonefrídios ou pelas células do estômago. Neste último caso, as células liberam metabólitos como ácido úrico e guanina na luz do estômago, de onde seguem para a eliminação pelo ânus.

Não há sistema circulatório, e o transporte ocorre através do grande estômago ou por difusão. Espécies coloniais possuem um órgão entre o cálice e a haste que bombeia fluido pelo corpo. A troca gasosa ocorre através da superfície corporal desprovida de cutícula, como os tentáculos e o vestíbulo do cálice.

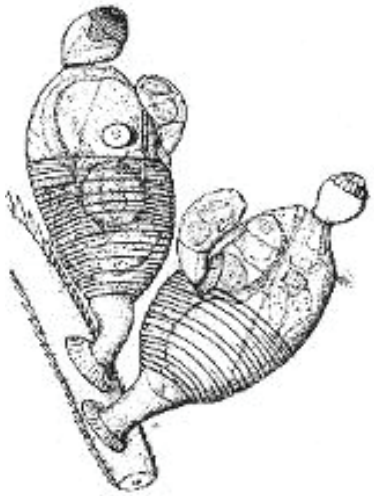
O sistema nervoso é bastante reduzido e consiste em um gânglio subentérico e em alguns pares de nervos. Há também receptores táteis, presentes especialmente nos tentáculos.

A reprodução assexuada ocorre por brotamento, tanto em formas coloniais como solitárias.

Em formas coloniais podem ocorrer zooides hermafroditas ou dioicos, com um ou dois pares de gônadas sob o vestíbulo. Os espermatozoides são liberados na água e a fertilização é interna. Os zigotos prendem-se a uma câmara (“chocadeira”). Por fim, desenvolve-se uma larva

semelhante a uma trocófora. Em uma família de espécies solitárias, os indivíduos são hermafroditas protândricos.

FILO CYCLIOPHORA



Este filo possui apenas uma espécie, *Symbion pandora*, descrita em 1995 e que é simbionte do aparelho bucal de crustáceos decápodes. Prende-se ao hospedeiro por ação de um disco adesivo posterior.

As formas adultas que se alimentam medem cerca de 350 mm de comprimento. O corpo, aparentemente acelomado, é dividido em um funil bucal, um tronco oval e um disco adesivo posterior. Uma cutícula cobre o tronco e compõe o disco.

Alimentam-se de partículas em suspensão, através da criação de correntes por cílios que circundam o funil bucal. O tubo digestivo, em forma de U, é ciliado em todo o seu lúmen e é composto por esôfago, estômago com grandes células glandulares, intestino e reto. O ânus é localizado dorsalmente.

Os machos, que medem em torno de 85 mm de comprimento, vivem ligados a adultos que se alimentam. Não possuem tubo digestivo ou funil bucal, e seu corpo é repleto de mesênquima e espermatozoides.

A circulação e a troca de gases ocorrem por difusão. Também está presente um par de protonefrídios em um dos estágios larvais e um gânglio nervoso dorsalmente ao esôfago.

Sua reprodução é pouco conhecida. A reprodução sexuada pode ser coincidente com a fase de muda do hospedeiro. Além disso, assexuadamente, podem formar brotos que irão se transformar em machos anões. O desenvolvimento é indireto e inclui uma larva cordoide, que é a fase dispersiva.

AUTOAVALIAÇÃO

1) Cite os atributos básicos que distinguem os Seisonida.

2) Cite os atributos básicos que distinguem os Acanthocephala.

3) Cite os atributos básicos que distinguem os Kamptozoa.

4) Cite os atributos básicos que distinguem os Cycliophora.

AULA 12

Phoronida, Brachiopoda e Bryozoa

Taíssa Rodrigues da Silva e Silvia Maria Gandolfi Chiarello

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Conhecer os atributos básicos que distinguem os Phoronida, Brachiopoda e Bryozoa.

Com cerca de 20 espécies, os foronídeos são animais bentônicos sésseis exclusivamente marinhos, de hábitos solitários ou gregários. Medem entre 5 e 25 cm de comprimento e apresentam um corpo vermiforme. Vivem em tubos de quitina, cementados ou enterrados no substrato, onde os animais podem se retrair, para se proteger de predadores.

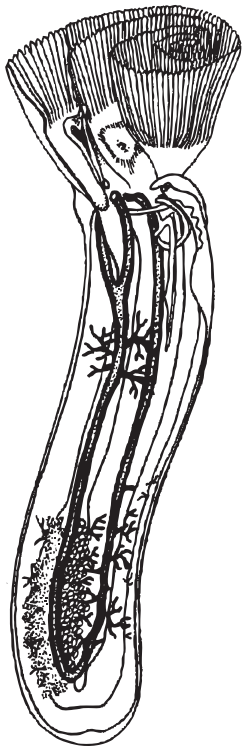
Possuem uma estrutura para alimentação denominada lofóforo. Este consiste em um órgão com tentáculos ciliados que cercam a boca, originando-se no mesossomo e possuindo extensões na mesocele. É uma estrutura especializada para a alimentação por matéria em suspensão. Os cílios formam uma corrente de água, e as partículas alimentares ficam presas em muco, para então serem transportadas para a boca.



Sua epiderme, coberta por uma cutícula fina, apresenta células glandulares que produzem muco e quitina. O suporte para seu corpo advém da pressão hidrostática do celoma e o próprio tubo onde o animal vive.

O trato digestivo é simples e em forma de U. Compõe-se de tubo bucal, esôfago, pré-estômago, estômago, intestino, reto e ânus. O estômago é bem vascularizado, o que indica que os nutrientes são aí capturados e transportados ao restante do corpo. O intestino volta-se para cima, e o ânus é localizado ao lado da boca, próximo a correntes de rejeição produzidas pelos cílios do lofóforo.

O sistema circulatório é extenso, com dois grandes vasos longitudinais: um aferente e um eferente, nomeados em relação ao lofóforo.



Vários vasos são responsáveis pelo transporte de sangue no lofóforo, e a troca gasosa ocorre, principalmente, nos tentáculos. Há um plexo hemal na extremidade estomática do corpo, no qual o sangue deixa os vasos e circula abertamente pelos tecidos. O sangue é bombeado através da ação muscular das paredes dos vasos. O pigmento respiratório é a hemoglobina.

O sistema excretor consiste em um par de metanefrídios, cada qual com dois nefróstomos, os quais se unem a nefridiodutos que desembocam em nefridióporos adjacentes ao ânus.

O sistema nervoso é difuso, sem um gânglio cerebral distinto. Essa redução da cefalização é associada ao hábito sedentário. Fibras nervosas intra ou subepidérmicas estão espalhadas por todo o corpo e um anel nervoso encontra-se sob o lofóforo, de onde saem nervos que inervam os tentáculos.

A reprodução assexuada ocorre em algumas espécies, por fissão transversal ou por brotamento. Possuem boa capacidade de regeneração e podem autotomizar partes do lofóforo.

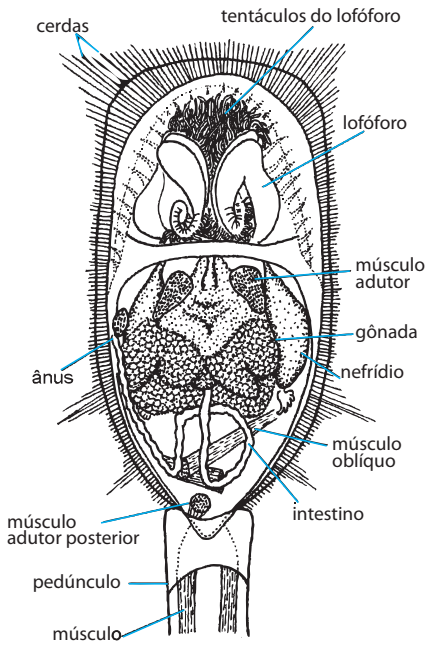
Existem espécies dioicas e hermafroditas. Os sistemas reprodutivos são simples. As gônadas são temporárias e se formam a partir do peritônio. Os gametas são liberados pelos nefrídios. A fertilização, geralmente, é externa. Nesse caso, o desenvolvimento inclui uma larva actinotroca, que se alimenta de plâncton. Durante a metamorfose, há um grande crescimento da parte ventral, que resulta na união das partes anterior e posterior do animal.

Segundo Brusca e Brusca (2003), os foronídeos são animais deuterostômios. Apesar de o blastóporo originar a boca, apresentam clivagem radial indeterminada e seu celoma surge por enterocelia.

FILO BRACHIOPODA

Os membros deste filo são animais de aparência e hábitos de vida semelhantes aos moluscos bivalves. Ambos os grupos são formados por filtradores sedentários ou sésseis, encontrados fixos ao substrato ou enterrados no sedimento, e o corpo está contido em uma carapaça externa formada por duas valvas, secretadas por um manto epidérmico e recobertas por perióstraco orgânico. Entretanto, os braquiópodes usam o lofóforo para filtrar o alimento (e não ctenídios) e suas valvas são dorsal e ventral, e não laterais como nos moluscos. Há atualmente menos de 350 espécies vivas, entretanto, as mais de 26.000 espécies fósseis conhecidas indicam sua importância nas comunidades marinhas do passado. Todos os braquiópodes atuais são pequenos (< 10 cm de comprimento ou diâmetro) e bentônicos, e o filo está dividido em duas classes principais, Inarticulata e Articulata, que divergem entre si em vários aspectos.

Classe Inarticulata



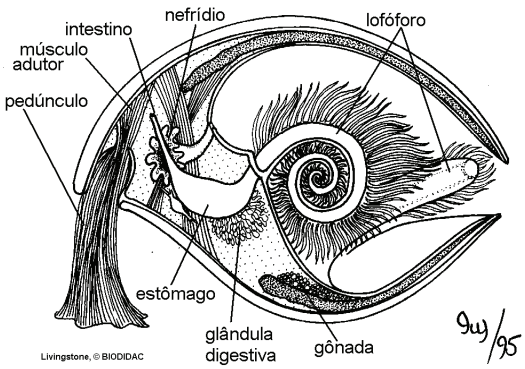
Esta classe é caracterizada pela presença de valvas compostas usualmente por fosfato de cálcio e quitina, unidas exclusivamente por ação muscular. O sistema muscular é complexo, contendo, entre outros, um par de músculos adutores anteriores e um par de adutores posteriores, além de vários feixes de músculos oblíquos, usados para abrir e fechar as valvas. Ao contrário do que ocorre com os outros braquiópodes, o tubo digestivo é completo, com boca, esôfago, estômago e um longo intestino em forma de U seguido pelo ânus. Há um tecido formando uma glândula digestiva ao redor da parte anterior do tubo digestivo. O lofóforo é relativamente simples e sem material calcário de suporte. A partir da valva ventral, posteriormente, surge em algumas espécies um pedúnculo carnoso revestido por cutícula e contendo uma extensão do celoma e músculos. O pedúnculo é parte integral do corpo, formado a partir do manto da larva.

Nos grupos em que ele está ausente, a valva ventral é cimentada no substrato. As gônadas estão, geralmente, localizadas no peritônio. Os gametas passam para o celoma e são liberados pelos nefridióporos. A larva é uma versão menor e de vida livre do adulto, contendo as valvas e o lofóforo (portanto, elas se alimentam) e recoberta por cílios usados para a locomoção. Não há metamorfose após o estabelecimento no substrato.

Classe Articulata

Esta classe compreende a maior parte dos braquiópodes atuais. As valvas, geralmente de tamanhos diferentes, são formadas por carbonato de cálcio e se articulam através de dentes na valva ventral, que se encaixam em soquetes na valva dorsal. Esse mecanismo reduz a amplitude da abertura das valvas que, geralmente, não excedem 10° na porção anterior. A quantidade de músculos é menor que nos inarticulados. Há músculos adutores usados para fechar as valvas, mas os feixes oblíquos estão ausentes. Um novo grupo de músculos, os didutores, são usados para abrir as valvas.

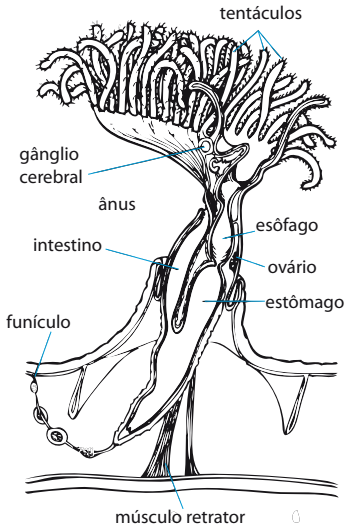
O lofóforo é grande e complexo, espiralado ou formando alças, e possui um sistema esquelético calcário. Devido ao tamanho do lofóforo a massa visceral é reduzida, e o tamanho dos indivíduos é maior, quando comparados aos inarticulados. O tubo digestivo difere dos inarticulados por não apresentar ânus. A valva ventral apresenta um sulco através do qual o pedúnculo, geralmente presente, emerge. Este não é derivado do manto da larva, como nos Inarticulata, e não apresenta músculos ou cavidade celomática. O manto apresenta canais onde estão localizadas as gônadas. A larva difere do adulto, com o corpo dividido em três regiões (uma delas dá origem ao pedúnculo), e há metamorfose na transformação em adulto.



FILO BRIOZOA

Briozoários são animais pequenos (geralmente menores que 0,5 cm), sésseis e, na maioria, formam colônias polimórficas que crescem sobre substrato duro (conchas, pedras, casco de navios etc.) ou sobre algas. O corpo fica acomodado dentro de um exoesqueleto, não há sistema circulatório, respiratório ou excretor. O transporte interno é feito por difusão no espaço celomático e as trocas gasosas e excreção ocorrem através da parede corporal.

Estrutura do zooide

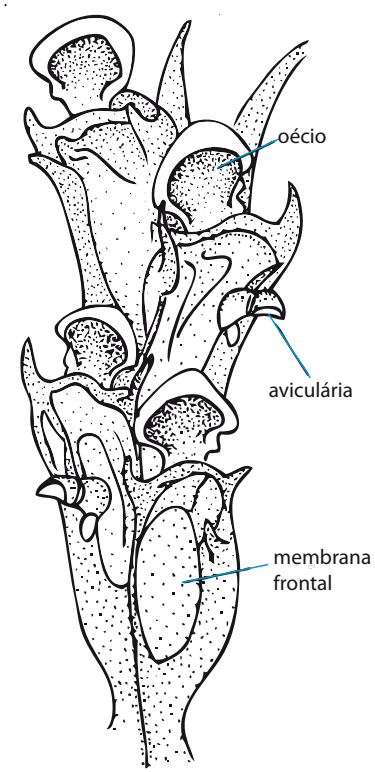


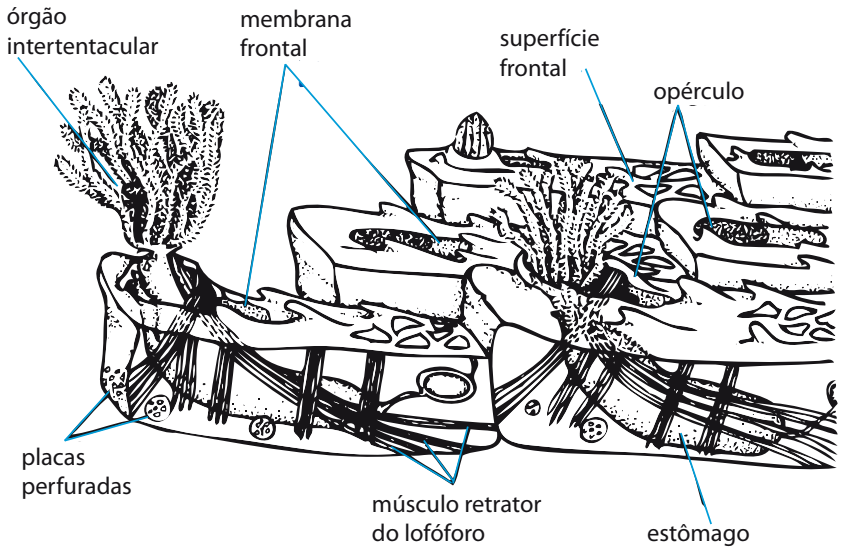
O termo zooide designa cada briozoário individual de uma colônia. Tem formato de uma caixa ou cilindro recoberto por um exoesqueleto formado por uma camada externa de quitina e uma interna de carbonato de cálcio, ambas secretadas pela epiderme delgada. Abaixo da epiderme está o peritônio que reveste o amplo celoma. O tubo digestivo tem formato em U e as duas extremidades, anterior e posterior, se projetam para fora do esqueleto por uma abertura circular na superfície frontal. Os briozoários são filtradores, com um lofóforo formado por tentáculos ocos contendo expansões do celoma. Os tentáculos do lofóforo, quando evertidos, formam um funil com a boca no centro. O ânus se localiza do lado de fora do funil, daí o nome Ectoprocta, também usado para o filo. A eversão do lofóforo se dá pelo aumento da pressão hidrostática no celoma, gerada pela retração da parede do corpo. Em muitas espécies há uma fina parede membranosa na superfície frontal, a membrana frontal, associada a músculos retratores, que a puxam para dentro, aumentando a pressão interna. Músculos retratores também são usados para retrair o lofóforo. Em algumas espécies um opérculo fecha o orifício após a retração do lofóforo. O sistema nervoso é formado por um gânglio e anel nervoso ao redor do esôfago, de onde saem nervos para os tentáculos do lofóforo e demais partes do corpo.

Organização das colônias

As colônias de briozoários formam uma lâmina revestindo o substrato ou têm crescimento arbustivo, atingindo vários centímetros. Os zooides são gerados por reprodução assexuada. Primitivamente, estão unidos por estolões, mas na maioria das colônias estão unidos diretamente uns aos outros. Nas colônias laminares os zooides estão fixos ao substrato pela superfície dorsal. As superfícies laterais, anterior e posterior, se ligam aos zooides vizinhos e a superfície ventral, para onde o orifício migrou, fica exposta. As paredes do exoesqueleto entre os zooides possuem perfurações por onde ocorre difusão de substâncias. Em algumas espécies há um cordão de tecido peritonial unindo os indivíduos, chamado funículo, por onde ocorre passagem de nutrientes. Os zooides de alimentação constituem a maioria

da colônia, mas podem haver também zooides especializados para defesa em forma de pinça (aviculária) ou cerdas (vibrácula). Algumas espécies possuem ainda zooides especializados na fixação da colônia e zooides reprodutivos, contendo câmaras para incubação, os oécios. A maioria dos briozoários é hermafrodita, e os gametas são liberados no celoma. Os espermatozoides são liberados para o meio externo através de um poro na extremidade de um ou mais tentáculos e os óvulos, através de um poro entre os tentáculos, às vezes formando uma elevação chamada órgão intertentacular. Os espermatozoides são, geralmente, trazidos de outros indivíduos ou colônias pela corrente de alimentação e fertilizam os óvulos assim que estes são liberados. Muitas espécies incubam os ovos, geralmente em pequeno número, durante os primeiros estágios de desenvolvimento. As larvas são semelhantes às trocófora de anelídeos e moluscos. Após a fase planctônica, a larva se fixa ao substrato originando o primeiro indivíduo da nova colônia. A formação de novos indivíduos se dá por uma evaginação da parede corporal do zooide.





1) Cite os atributos básicos que distinguem os Phoronida.

2) Cite os atributos básicos que distinguem os Brachiopoda.

3) Cite as características que aproximam os braquiópodes dos moluscos bivalves.

4) Compare os braquiópodes articulados e inarticulados quanto à estrutura do lofóforo, tamanho das valvas e desenvolvimento.

5) Cite os atributos básicos que distinguem os Briozoa.

6) Descreva os tipos possíveis de zooides em uma colônia de briozoários.

7) Explique a forma de alimentação nos briozoários, descrevendo as estruturas relacionadas.

8) Como ocorre a formação das colônias de briozoários?

13

AULA

Chaetognatha, Hemichordata e Echinodermata

Taíssa Rodrigues da Silva e Silvia Maria Gandolfi Chiarello

FILO CHAETOGNATHA

Com cerca de 100 espécies, os quetognatos compõem um grupo de deuterostômios marinhos, a maioria planctônica e predadora pelágica. Medem entre 0,5 e 12 cm de comprimento. Seu corpo é bilateralmente simétrico e dividido em cabeça, tronco e cauda. Apresentam

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Conhecer os atributos básicos que distinguem os Chaetognatha, Hemichordata e Echinodermata.

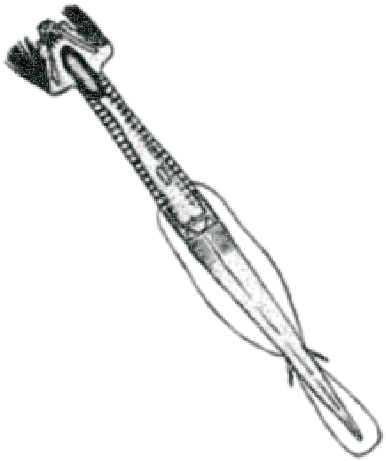
nadadeiras, dobras da epiderme com suporte de matriz extracelular, pareadas no tronco e uma única caudal. Possuem uma dobra do corpo, denominada capuz, que pode cobrir uma depressão ventral denominada vestíbulo.

Uma fina cutícula recobre a epiderme. A musculatura é composta, principalmente, por quatro quadrantes de bandas dorsolaterais e ventrolaterais. Na cabeça, a musculatura é complexa. O corpo é suportado principalmente pelo esqueleto hidrostático e pela musculatura, além da cutícula e da grossa membrana basal. Formas pelágicas nadam por movimentos de "dardos", contraindo os músculos laterais de forma alternada. As nadadeiras agem como estabilizadores.



São predadores, podendo se alimentar, por exemplo, de crustáceos, pequenos peixes ou outros quetognatos, que são capturados por seus espinhos laterais. Muitas espécies também possuem veneno, o qual contém tetrodotoxina, um forte bloqueador do transporte de sódio pela membrana celular.

O sistema digestivo é relativamente simples. A boca se localiza no vestíbulo. Há grandes espinhos em suas laterais e, na frente, espinhos menores chamados de dentes. A ela seguem-se uma faringe com células secretoras de muco, um intestino alongado, e o reto. O ânus localiza-se ventralmente, entre o tronco e a cauda. A digestão é extracelular e bastante rápida.



Há um sistema hemal, com *sinus* e canais. Fluido hemal também está presente em espaços nos mesentérios. A circulação deve-se à difusão e a movimentos musculares. A troca gasosa e a excreção ocorrem por difusão.

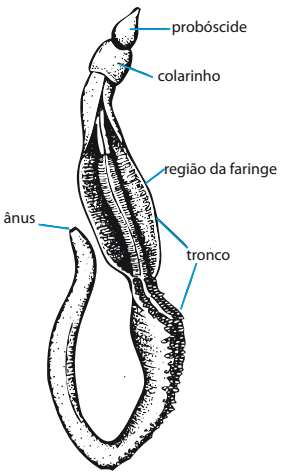
A cefalização é acentuada. O sistema nervoso central inclui um grande gânglio cerebral dorsal e vários outros gânglios menores. Os nervos formam um plexo nervoso subepidérmico denso. Leques ciliados captam movimentos na água de presas em potencial. Provavelmente, esses animais possuem também quimiorreceptores. Um par de olhos encontra-se presente sob a epiderme na parte dorsal da cabeça, captando a direção e intensidade luminosa. A coroa ciliada, um órgão localizado dorsalmente entre a cabeça e o tronco, possui dois anéis de células com cílios. Seu papel pode ser quimiossensorial.

Os quetognatos são animais hermafroditas. Seu sistema reprodutivo consiste em um par de ovários no tronco e um par de testículos na cauda. As espermatogônias amadurecem no celoma, de onde são capturadas e transportadas, por espermiodutos, a vesículas seminais. A troca de esperma pode ser recíproca ou não. Em uma espécie, pode ocorrer autofertilização.

A fertilização é interna, ocorrendo nos ovidutos. O desenvolvimento é direto. O desenvolvimento embrionário, de zigoto à eclosão, é bastante rápido.

FILO HEMICHORDATA

Os hemicordados são animais vermiformes, na maioria marinhos, com tamanho variando de 2 cm a 2 m. Vivem enterrados no substrato, sob rochas, em algas ou ainda em tubos. Alguns são coloniais. Este grupo é de grande interesse filogenético, pois apresentam afinidades tanto com os equinodermos quanto com os cordados. Estão divididos em duas classes principais, Enteropneusta e Pterobranchia. Uma terceira classe, Planctosphaeroidea, é reconhecida, entretanto apenas a larva já foi vista.

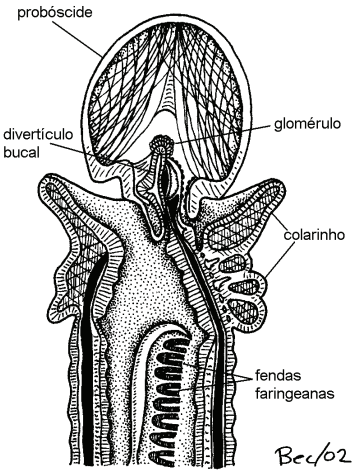


Classe Enteropneusta

Nesta classe, o corpo é formado por três regiões: uma probóscide anterior, uma faixa curta, o colarinho, e um tronco longo. Internamente, o celoma é dividido em três partes, acompanhando as regiões do corpo. Na probóscide e no colarinho o celoma é preenchido com água do mar que entra e sai por pequenos poros. Alterações na pressão hidrostática geram o peristaltismo usado na locomoção. A boca é ventral, localizada imediatamente na frente do colar. Uma coluna de células vacuolarizadas forma o divertículo bucal, que se estende ao longo da probóscide a partir da cavidade bucal e auxilia no enrijecimento da probóscide. Este divertículo foi erro-

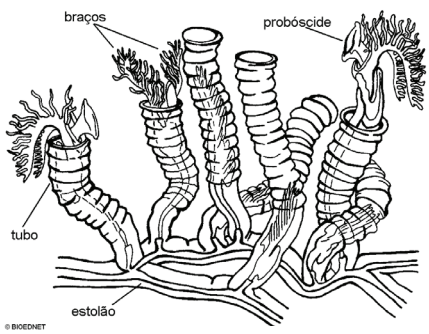
neamente considerado como sendo uma notocorda, gerando o termo hemicordados para o filo.

A probóscide é revestida por muco, e nela sedimento ou material em suspensão fica aderido, sendo então conduzido à boca por batimento ciliar. A maior parte da água ingerida juntamente com o alimento é eliminada através de fendas em forma de U formadas por evaginações na faringe e abertas para o exterior através de poros. O revestimento dessas fendas é vascularizado e provavelmente atua nas trocas gasosas, juntamente com a parede corporal. O tubo digestivo é completo, terminando no ânus na extremidade posterior do tronco. O sistema circulatório é aberto, com um vaso dorsal e um ventral contráteis, ligados por espaços abertos. O fluxo é anterior no vaso dorsal e posterior no ventral. Um conjunto de seios vasculares, chamado glomérulo, se projeta do divertículo bucal para dentro do celoma da probóscide, e parece estar relacionado à excreção, entretanto, a maior parte das excretas nitrogenadas é eliminada por difusão através da parede corporal. O sistema nervoso é semelhante ao dos equinodermos, com uma rede nervosa subepidérmica conectada a um cordão nervoso dorsal e um ventral. Em algumas espécies o cordão nervoso se estende para dentro do colar e tem uma ou duas cavidades. Essa característica é considerada uma relação com o cordão nervoso oco dos cordados. Os sexos são separados e há uma série de pares de gônadas laterais no tronco, cada uma com um gonóporo. A fecundação é externa e leva à formação de uma larva tornária, semelhante à bipinária dos equinodermos. Pode ocorrer também reprodução sexuada por fragmentação.



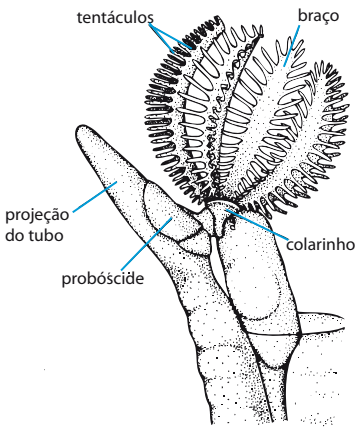
Classe Pterobranchia

Esta classe compreende um pequeno número de espécies, a maioria habitante de águas profundas, onde formam colônias, vivendo em tubos que secretam. São animais pequenos (1 a 2 mm de comprimento) e filtradores. A probóscide tem forma de escudo e o colarinho possui dois ou mais braços com tentáculos dorsais usados na captura de alimento que é direcionado até a boca na face ventral por batimento de cílios. O corpo é curto e o intestino faz uma alça, terminando em um ânus próximo à boca. Algumas espécies apresentam fendas na faringe que se abrem para o meio externo. A reprodução assexuada por brotamento é comum, mas pode haver também reprodução sexuada, com a formação de uma larva que não se parece com a dos Enteropneusta, mas sim com uma larva trocófora.



FILO ECHINODERMATA

Os equinodermos apresentam três características distintivas: (1) simetria radial pentâmera, (2) endoesqueleto de origem mesodérmica formado por ossículos de calcita e (3) um sistema de canais



derivado do celoma, o sistema hidrovascular ou ambulacral. O corpo é formado por cinco "conjuntos" de órgãos ou partes destes que se repetem em torno de um eixo oral-aboral. A superfície oral é definida, em geral, pela presença de pés e sulcos ambulacrais, estes últimos podem estar fechados em algumas classes. O corpo dos equinodermos é revestido por uma epiderme, sob a qual fica a derme onde estão imersos os ossículos do esqueleto. Abaixo delas fica a musculatura e o peritônio que envolve o celoma. Em alguns grupos, o esqueleto pode formar estruturas em forma de pinça, a pedicelária, envolvidas em diferentes funções (limpeza, defesa, alimentação, camuflagem). Acredita-se que essas estruturas possam absorver nutrientes diretamente da água do mar, ou capturar e digerir pequenas presas, nutrindo, assim, a si e aos tecidos dos espinhos, uma vez que estes ficam isolados do celoma e trato digestivo do animal.

O sistema hidrovascular é formado por um conjunto de canais que se distribuem pelo corpo dos equinodermos a partir de um canal circular ao redor da boca e terminam em evaginações tubulares da parede corporal, os pés ambulacrais. Este sistema se comunica com o exterior através do madreporito, uma placa perfurada em forma de botão, ligada ao canal circular pelo canal pétreo. Do lado interno do canal circular projetam-se pequenas bolsas, os corpos de Tiedemann, responsáveis pela produção de celomócitos (células ameboides que ficam no celoma), e as vesículas de Poli, envolvidas na regulação da pressão interna do sistema. Paralelamente ao sistema hidrovascular existe um sistema de canais, o sistema hidrovascular, responsável pela distribuição dos nutrientes. O sistema nervoso dos equinodermos é primitivo e está intimamente associado à epiderme. Há um anel nervoso circular ao redor da boca de onde saem fibras nervosas para o corpo e que se conectam com um plexo epidérmico geral.

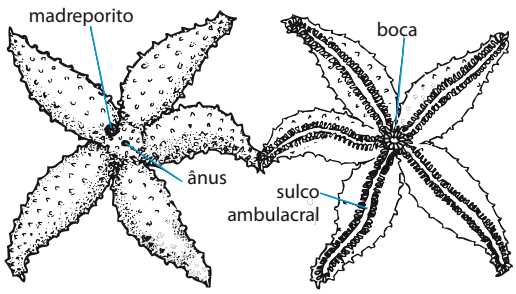
CLASSIFICAÇÃO

Existem, atualmente, seis classes conhecidas de equinodermos.

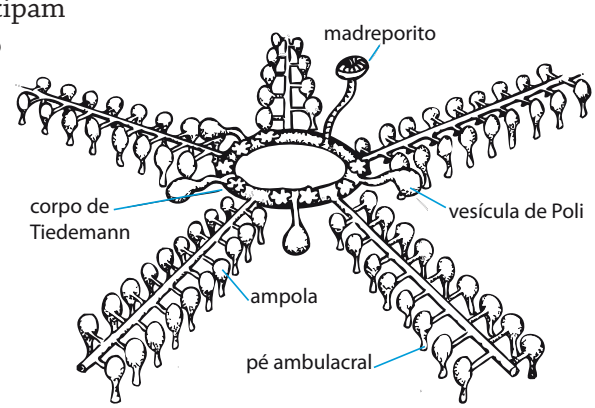
Classe Asteroidea

Os asteroides, conhecidos como estrelas-do-mar, são caracterizados por apresentarem o corpo dividido em cinco raios (ou braços) ao redor de um disco central. Não existe uma separação perceptível entre raios e disco, que parecem ser contínuos. A boca, voltada para baixo, fica no centro de um disco oral, de onde partem sulcos que percorrem os braços e contêm os pés ambulacrais. Os ossículos do esqueleto formam uma treliça flexível que juntamente com a camada muscular abaixo da derme confere grande mobilidade e flexibilidade aos braços. A superfície aboral é, geralmente, recoberta por grânulos e espinhos, em geral curtos e arredondados,

derivados do esqueleto.

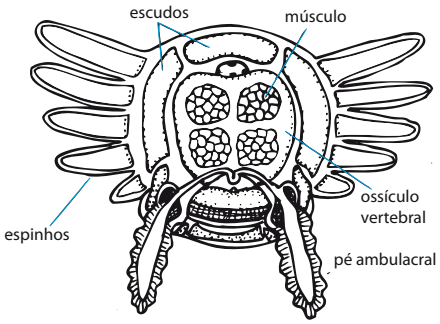


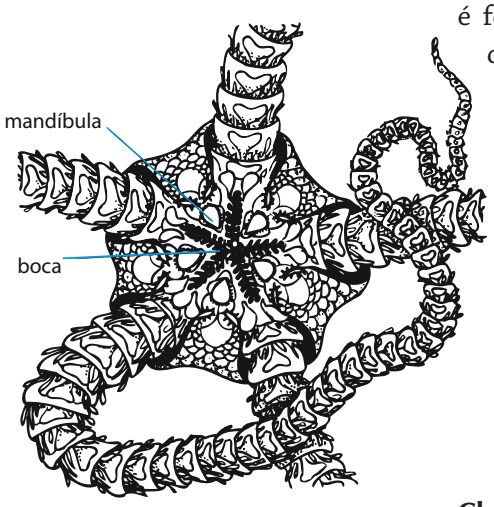
Entre os espinhos projetam-se as pápulas, pequenas evaginações da parede do corpo através das quais O_2, CO_2 e amônia fluem entre o líquido celomático e a água circundante. Em algumas estrelas, especialmente as que vivem em substrato arenoso, as pápulas se localizam sob paxilas, ossículos semelhantes a guarda-chuvas que se projetam da parede do corpo, sob as quais circula uma corrente de água. O sistema ambulacral dos asteroides é formado pelo canal circular oral de onde partem canais radiais que se estendem ao longo dos braços. A partir dos canais radiais saem, alternadamente para cada lado, canais laterais que terminam em uma ampola (no celoma) e um pé ambulacral (que se projeta no sulco ambulacral). Contrações na ampola provocam a expansão do pé ambulacral cuja extremidade pode apresentar ventosas ou ser afilada. Neste último caso, as ampolas são duplas. Os pés ambulacrais são usados para locomoção, para prender objetos e participam nas trocas gasosas. Sua movimentação é controlada pelo sistema nervoso composto por um anel circular oral de onde saem nervos radiais que percorrem os braços e fibras nervosas para o esôfago e partes internas do peritônio. Os nervos radiais fornecem fibras para os pés ambulacrais e ampolas. As fibras se conectam ao plexo epidérmico. Espalhadas na epiderme, especialmente nos pés e sulcos ambulacrais, ficam células sensoriais individuais. Algumas espécies apresentam manchas ocelares formadas por grupos de células fotorreceptoras pigmentadas. As estrelas podem ser carnívoras ou detritívoras. A boca está ligada, através de um curto esôfago, a um estômago cardíaco que ocupa a maior parte do disco central. Acima dele está o estômago pilórico, menor, e que recebe enzimas de glândulas digestivas localizadas nos braços. Um pequeno intestino, contendo secos retais que auxiliam na expulsão de dejetos, liga o estômago ao ânus aboral. As presas podem ser engolidas inteiras ou o estômago é evertido sobre elas para serem digeridas e os sucos digestivos absorvidos. Os nutrientes são distribuídos através do sistema hemal que corre paralelamente ao hidrovascular. A maioria dos asteroides é gonocórica, cada braço contendo, geralmente, duas gônadas, ligadas por gonodutos a gonóporos na base do braço. As larvas bilaterais passam por dois estágios (bipinária e braquiolária) antes da fixação e metamorfose. Os asteroides possuem grande capacidade de regeneração dos braços e partes do disco e, em algumas espécies, pedaços do disco podem dar origem a indivíduos completos.



Classe Ophiuroidea

Os ofiuroides ou serpentes-do-mar são, na maioria, pequenos e vivem em fendas, em rochas e corais ou enterrados na areia. Seu corpo é formado por um disco central achatado de onde saem cinco braços longos e finos que, ao contrário dos asteroides, são visivelmente separados do disco. Seu interior é praticamente todo tomado por ossículos articulados, chamados vertebrais, que juntamente com os feixes musculares conferem grande mobilidade aos braços. Não há um sulco ambulacral e os pés ambulacrais estão distribuídos em toda a superfície oral dos braços. Ossículos achatados chamados escudos recobrem os braços e regiões do disco. A locomoção se dá pela flexão e retração dos braços e não pelos pés ambulacrais. O sistema hidrovascular é semelhante ao dos asteroides, porém os pés ambulacrais não possuem ventosas ou ampolas e a pressão é fornecida por contrações do canal lateral. Um escudo oral com um poro funciona como madreporito. Os ofiuroides apresentam grande diversidade de hábitos alimentares. A boca fica no centro do disco, na superfície inferior, precedida por cinco mandíbulas com pequenos dentes. As espécies detritívoras usam os dentes nas mandíbulas para ingerir o alimento, enquanto os comedores de depósito recolhem as partículas alimentares com os pés ambulacrais. Nas espécies filtradoras os braços são levantados e partículas orgânicas e plâncton presentes na água são recolhidos pelos pés ambulacrais ou muco e levados até a boca. Um estômago ocupa quase todo o disco, não há intestino e ânus. As trocas gasosas são realizadas nas fendas bursais, invaginações da parede corporal na superfície oral, próximas à base de cada braço, que se abrem para o meio externo. Batimento de cílios e alterações na pressão interna dos discos geram uma corrente de água nas bolsas. O transporte interno é feito pelo fluido celomático. O sistema nervoso é formado por dois sistemas paralelos separados por uma fina camada de tecido conjuntivo, o sistema ectoneural externo (motor e sensorial) e o sistema hiponeural interno (motor). Células epiteliais sensoriais estão presentes, incluindo células quimiorreceptoras nos pés ambulacrais e células fotor-receptoras responsáveis pelo fototactismo negativo do grupo. Os braços se quebram e regeneram com facilidade. A maioria dos ofiúros é hermafrodita. As gônadas ficam adjacentes às fendas bursais por onde os gametas são liberados. O desenvolvimento é indireto e a larva ofioplúteo sofre metamorfose antes de se fixar no substrato.



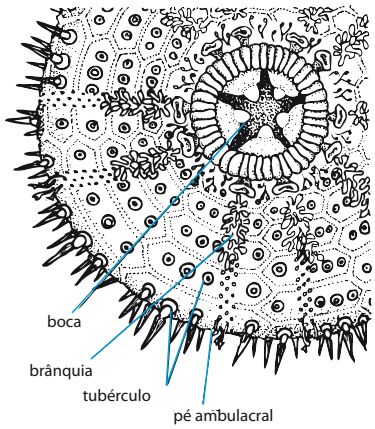


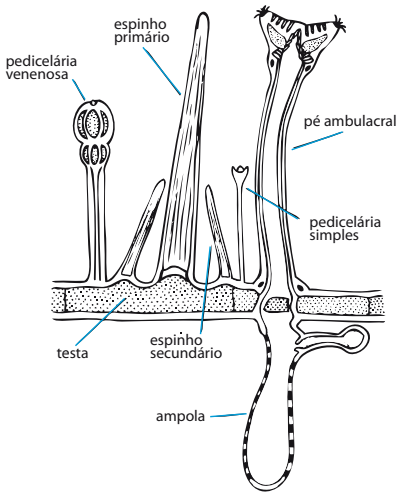
Classe Echinoidea

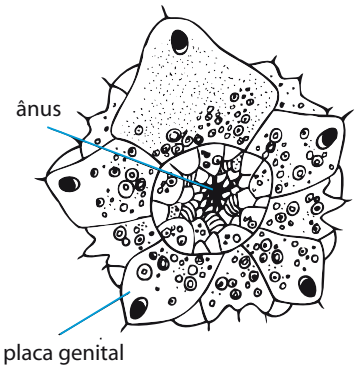
Esta classe compreende os ouriços e bolachas-do-mar. Possuem corpo esférico ou discoide, sem braços e recoberto por espinhos móveis. O esqueleto rígido, chamado de testa ou carapaça, é for-

mado por ossículos achatados e fundidos. Apesar de radialmente simétricos, muitos membros desta classe apresentam modificações que levam a uma simetria bilateral secundária, sendo chamados de equinoides irregulares.

Os *equinoides regulares* são os membros da classe que mantiveram a simetria radial, como os ouriços-do-mar. O corpo esférico é dividido verticalmente em faixas ambulacrais (onde estão os pés ambulacrais) e faixas interambulacrais alternadas. Espinhos longos (primários) e curtos (secundários) estão distribuídos em toda a carapaça, alojados sobre tubérculos do esqueleto. Os espinhos estão ligados ao esqueleto pelo tecido conectivo mutável que, ao enrijecer, mantém o espinho na posição vertical. Um anel muscular e o encaixe da base do espinho no tubérculo proporcionam a movimentação em todas as direções. Assim como as estrelas, os ouriços também apresentam pedicelária. A boca é inferior, circundada por uma membrana, o peristômio, onde estão cinco pares de pés ambulacrais bucais, além das cinco brânquias responsáveis pelas trocas gasosas. Na superfície aboral fica o periprocto, uma membrana com pequenas placas imersas, onde está o ânus. Ao redor dele estão cinco placas genitais, contendo os gonóporos. O sistema hidrovascular é formado pelo anel circular oral e canais radiais que correm adjacentes à parte inferior das áreas ambulacrais. Uma das placas genitais funciona como madreporito. Pequenas perfurações nos ossículos permitem a exteriorização dos pés ambulacrais que, além da locomoção e apreensão de objetos, estão envolvidos nas trocas gasosas. Os ouriços alimentam-se raspando o substrato. Para isso possuem uma estrutura chamada Lanterna de Aristóteles formada principalmente por cinco placas triangulares com as extremidades voltadas para baixo (as pirâmides) arranjadas em forma de círculo em torno da cavidade oral e unidas por fibras musculares transversais. A partir da ponta da pirâmide projeta-se a extremidade de uma faixa calcária, a faixa dental, como um dente pontiagudo. A faixa dental percorre verticalmente a pirâmide na sua face interna, terminando no saco dental, onde é formada. A lanterna pode ser protraída e retraída pela boca e, além de raspar, pode ser usada para rasgar e puxar alimento. A boca é seguida por um esôfago e um intestino longo, dividido em delgado e grosso, cada um formando uma alça que circunda todo o espaço interno da carapaça. Os *equinoides irregulares*, representados pelas bolachas-do-mar e ouriços cordiformes (em forma de coração), apresentam alterações na posição do ânus e da boca que levam a uma bilateralidade e divisão do corpo em um polo anterior e um posterior. Nas bolachas-do-mar o ânus está localizado posteriormente na superfície oral. Nos ouriços cordiformes, o ânus também migrou para a superfície oral e para o polo anterior. Pequenos e numerosos espinhos recobrem todo o corpo e são usados para escavar a areia. Na superfície oral, os pés ambulacrais são especializados na captura de partículas de alimento e estão distribuídos em faixas chamadas filodios. Na superfície aboral as

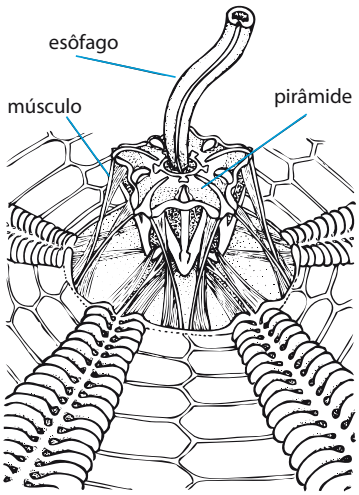




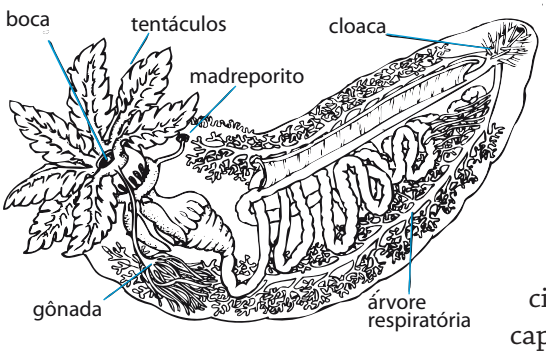


áreas ambulacrárias têm a forma de pétalas, chamadas petaloides, e os pés são modificados para trocas gasosas. Os ouriços cordiformes não possuem Lanterna de Aristóteles e nas bolachas ela tem uma estrutura mais simples e menor mobilidade que nos ouriços regulares. O sistema nervoso dos equinoides é semelhante ao dos asteroides. O anel circular passa dentro da Lanterna de Aristóteles ou acima do peristômio. Há células epiteliais sensoriais e fotorreceptoras. Todos os equinoides são gonocóricos, com quatro ou cinco gônadas suspensas na parte superior da testa e ligadas ao exterior pelos gonóporos nas placas genitais. A fertilização é externa e a larva é denominada equinoplúteo.

Classe Holothuroidea



Os holoturoides são equinodermos sem braços e com o eixo anteroposterior alongado e posicionado horizontalmente, conhecidos como pepinos-do-mar. A parede corporal é grossa, de textura coriácea, com tecido conectivo mutável como dos equinoides. O esqueleto é reduzido, formado por ossículos microscópicos. Abaixo da derme ficam duas camadas musculares, circular e longitudinal, esta última formada por cinco faixas nas áreas ambulacrais. Os pés ambulacrais, usados na locomoção, podem estar distribuídos por todo o corpo ou apenas nas faixas ambulacrais (duas dorsais e três ventrais) ou ainda estar ausentes. Nestes a locomoção é feita através da musculatura. Um anel de tentáculos, usados para coletar plâncton ou detritos, circunda a boca, localizada em uma membrana no polo oral. Após a boca fica a faringe, circundada por um anel calcário, e a seguir um intestino tubular que termina em uma cloaca muscular e o ânus. A partir da parede da cloaca formam-se duas evaginações que se estendem para o celoma, as árvores respiratórias. Contrações na cloaca provocam uma corrente de água que passa por estas árvores. O sistema hidrovascular é semelhante aos demais equinodermos, entretanto, o madreporito não se conecta com a parede corporal, ficando dentro do celoma, logo abaixo da faringe. O que circula, portanto, é líquido celomático.

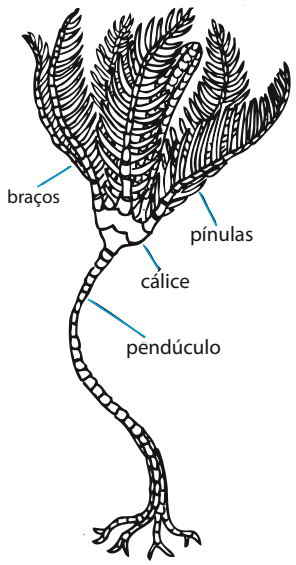


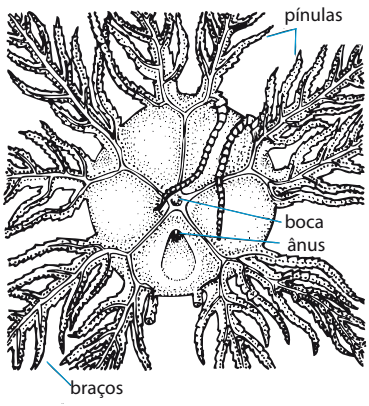
O sistema hemal dos holoturoides é o mais desenvolvido entre os equinodermos, com dois vasos que acompanham o intestino, possuem regiões de contração e uma rede de vasos que envolve a árvore respiratória esquerda. A excreçãoé feita por difusão através das paredes das árvores respiratórias ou por celomócitos que descarregam excretas no lúmen dos órgãos. O sistema nervoso é semelhante ao das demais classes, e as células sensoriais são mais numerosas nas extremidades oral e anal. Algumas espécies possuem estatocistos. Os pepinos-do-mar possuem capacidade variável de regeneração de partes do corpo,

entretanto, a maioria pode regenerar órgãos internos que são evisce-rados em situações de estresse. Algumas espécies apresentam túbu-los adesivos na base das árvores respiratórias, os túbulos de Curvier, que são expulsos pelo ânus como forma de defesa. A maior parte dos holoturoides é gonocórica, com uma gônada anterior que se liga a um gonóporo entre dois tentáculos orais. As larvas passam por dois estágios, auriculária e doliolária. Algumas espécies possuem uma larva vitelária.

Classe Crinoidea

Os crinoides, ou lírios-do-mar, são os únicos equinodermos que mantiveram a posição primitiva na qual a boca fica voltada para cima. O corpo tem a forma de um cálice, de cujas bordas saem cinco braços articulados formados por ossículos unidos por ligamentos. A boca fica no centro do tégmen, uma membrana que fecha as bor-das do cálice. Os braços, que podem se bifurcar uma ou mais vezes, possuem pequenas ramificações, as pínulas, e um sulco ciliado onde ficam os pés ambulacrais. A região aboral se fixa ao substrato atra-vés de um pedúnculo maleável (nas espécies sésseis) ou por cirros (nos vágeis). Os crinoides são filtradores, as partículas alimenta-res ficam aderidas em muco secretado pelos pés ambulacrais e são direcionadas até a boca pelas pínulas. O ânus fica na superfície oral, deslocado do centro, sobre uma elevação chamada cone anal. Os pés ambulacrais não apresentam ampolas ou ventosas, e a pressão para sua extensão é gerada pela contração dos canais radiais que se enten-dem pelos ramos dos braços e pínulas. Não há um madreporito, mas vários canais pétreos que surgem a partir do canal circular e se abrem para o celoma. Centenas de canais diminutos no tégmen conectam o meio externo ao celoma e devem agir regulando a sua pressão interna e, indiretamente, a do sistema hidrovascular. O sistema hemal é formado por um conjunto de espaços entremeados por tecido conjuntivo e um seio hemal que se estende pelos braços. As trocas gasosas ocorrem nos pés ambulacrais e em qualquer super-fície delgada. O sistema nervoso é formado por três conjuntos inter-ligados: (1) aboral ou entoneural, localizado no ápice do cálice de onde partem ramos para os braços, pínulas, pedúnculo ou cirros, tem função motora e atua na regeneração; (2) oral ou ectoneural, é senso-rial, com um anel ao redor da boca e um nervo radial em cada braço, e (3) hiponeural, sensorial, fica abaixo do sistema oral, formado por um anel central e dois nervos braquiais laterais em cada braço, que se entendem até as pínulas e pés ambulacrais. Braços e pínulas são facilmente regenerados e algumas espécies podem regenerar tam-bém partes do disco. Os gametas são formados por um epitélio celo-mático na metade proximal dos braços e libertados por ruptura da parede. Os indivíduos são gonocóricos, e o desenvolvimento ocorre através de uma larva vitelária.





Classe Concentricycloidea

Os representantes desta classe, conhecidos como margaridas-do-mar, habitam pedaços de madeira ricos em bactérias em águas profundas. O corpo é redondo, achatado e sem braços, com menos de 1 cm de diâmetro. Está coberto por ossículos na forma de placas em um arranjo concêntrico e por um anel marginal de espinhos curtos. O sistema hidrovascular é formado por um hidroporo, com função de madreporito, que se conecta a dois canais circulares concêntricos. O canal externo dá origem a pés ambulacrais sem ventosas e com uma ampola. Apenas duas espécies são conhecidas, *Xyloplax turnerae* e *X. medusiformis*. Na primeira o sistema digestivo é formado pela boca na superfície inferior que leva a um pequeno estômago em forma de saco, sem intestino e ânus. *X. medusiformis* não apresenta sistema digestivo, e a superfície oral é coberta por uma membrana que deve absorver os nutrientes.

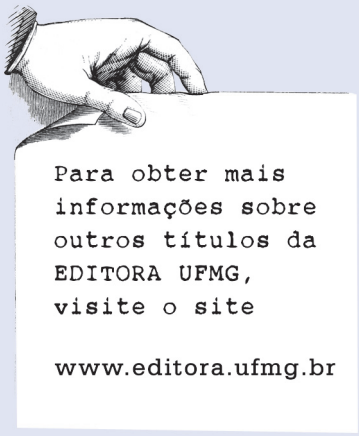
AUTOAVALIAÇÃO

1) Cite os atributos básicos que distinguem os Chaetognatha.

2) Cite os atributos básicos que distinguem os Hemichordata.

3) Construa uma tabela comparando o hábito de vida, a alimentação e a reprodução nas duas classes de hemicordados.

4) Cite os atributos básicos que distinguem os grupos de equinodermos.



A presente edição foi composta pela Editora UFMG, em caracteres Chaparral Pro e Optma Std, e impressa pela Imprensa Universitaria da UFMG, em sistema offset, papel offset 90g (miolo) e cartão supremo 250g (capa), em maio de 2010.

ISBN 978-85-7041-819-7



CENTRO DE APOIO
À EDUCAÇÃO A
DISTÂNCIA UFMG

Secretaria de Educação a Distância
Ministério da Educação

BRASIL
UM PAÍS DE TODOS
GOVERNO FEDERAL

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS