

Zoologia dos Invertebrados II



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA

BIOLOGIA
licenciatura a distância

Zoologia dos Invertebrados II

Arno Blankensteyn



UNIVERSIDADE
ABERTA DO BRASIL

Ministério
da Educação



Florianópolis, 2010.

Governo Federal

Presidente da República Luiz Inácio Lula da Silva

Ministro de Educação Fernando Haddad

Secretário de Ensino a Distância Carlos Eduardo Bielschowky

Coordenador Nacional da Universidade Aberta do Brasil Celso Costa

Universidade Federal de Santa Catarina

Reitor Alvaro Toubes Prata

Vice-Reitor Carlos Alberto Justo da Silva

Secretário de Educação à Distância Cícero Barbosa

Pró-Reitora de Ensino de Graduação Yara Maria Rauh Muller

Pró-Reitora de Pesquisa e Extensão Débora Peres Menezes

Pró-Reitora de Pós-Graduação Maria Lúcia Camargo

Pró-Reitor de Desenvolvimento Humano e Social Luiz Henrique Vieira da Silva

Pró-Reitor de Infra-Estrutura João Batista Furtuoso

Pró-Reitor de Assuntos Estudantis Cláudio José Amante

Centro de Ciências da Educação Wilson Schmidt

Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas na Modalidade a Distância

Diretora Unidade de Ensino Sonia Gonçalves Carobrez

Coordenadora de Curso Maria Márcia Imenes Ishida

Coordenadora de Tutoria Zenilda Laurita Bouzon

Coordenação Pedagógica LANTEC/CED

Coordenação de Ambiente Virtual Alice Cybis Pereira

Comissão Editorial Viviane Mara Woehl, Alexandre Verzani Nogueira

Projeto Gráfico Material impresso e on-line

Coordenação Prof. Haenz Gutierrez Quintana

Equipe Henrique Eduardo Carneiro da Cunha, Juliana Chuan Lu, Laís Barbosa, Ricardo Goulart Tredezini Straioto

Equipe de Desenvolvimento de Materiais

Laboratório de Novas Tecnologias - LANTEC/CED

Coordenação Geral Andrea Lapa

Coordenação Pedagógica Roseli Zen Cerny

Material Impresso e Hipermídia

Coordenação Laura Martins Rodrigues, Thiago Rocha Oliveira

Adaptação do Projeto Gráfico Laura Martins Rodrigues, Thiago Rocha Oliveira

Diagramação Felipe Augusto Franke, Laura Martis Rodrigues

Ilustrações Amanda Cristina Woehl, Liane Lanzarin, Maiara Ornellas, Rafael Naravan Kienen, Cristiane Amaral, Grazielle S. Xavier, Jean H. de O. Menez, João Antônio Amante Machado, Talita Ávila Nunes, Alexandre dos Santos Oliveira, Kallani Maciel Bonelli, Karina Silveira

Revisão gramatical Tony Roberson de Mello Rodrigues

Design Instrucional

Coordenação Vanessa Gonzaga Nunes

Design Instrucional Marisa de Campos Santana
Cristiane Felisbino Silva

Copyright © 2010 Universidade Federal de Santa Catarina. Biologia/EaD/UFSC
Nenhuma parte deste material poderá ser reproduzida, transmitida e gravada sem a prévia autorização, por escrito, da Universidade Federal de Santa Catarina.

B642z Blankensteyn, Arno.
Zoologia dos invertebrados II / Arno Blankensteyn. – Florianópolis :
Biologia/EaD/UFSC, 2010.

178 p.: il., graf., tabs., plantas.
Inclui referências

ISBN:978-85-61485-29-0

1. Invertebrado. 2. Zoologia. 3. Evolução (Biologia). 4. Ecologia. I. Título.

CDU: 592

Catálogo na fonte elaborada na DECTI da Biblioteca Universitária da
Universidade Federal de Santa Catarina.

Sumário

Apresentação 9

Capítulo 1 - Introdução aos Invertebrados 13

1.1 A história evolutiva dos invertebrados 15

1.1.1 Origem e história evolutiva dos invertebrados 15

1.1.2 A diversidade de planos corporais dos invertebrados modernos 16

1.2 O papel funcional dos invertebrados 18

1.2.1 Questão da osmorregulação 18

1.2.2 Os ciclos de vida dos invertebrados 19

1.2.3 A Visão Ecológica 21

Resumo 24

Capítulo 2 - Filo Moluscos 27

2.1 Introdução 29

2.2 Molusco Generalizado 30

2.2.1 Revestimento e sustentação 31

2.2.2 Locomoção 31

2.2.3 Sistemas de transportes internos 32

2.2.4 Sistemas sensorial, nervoso e endócrino 32

2.2.5 Reprodução e desenvolvimento 33

2.3 Classe Aplacóforos 33

2.4 Classe Poliplacóforos 35

2.5 Classe Monoplacóforos 35

2.6 Classe Gastrópodos 35

2.7 Classe Cefalópodos 39

2.8 Classe Bivalves 43

2.9 Classe Escafópodos 43

Resumo 46

Capítulo 3 - Os Vermes Celomados - Filos Equiúros, Sipúnculos e Anelídeos Poliquetos 49

3.1 Introdução.....	51
3.1.1 Revestimento e sustentação.....	53
3.1.2 Locomoção.....	53
3.1.3 Sistemas de transportes internos.....	53
3.1.4 Sistemas sensorial, nervoso e endócrino.....	54
3.1.5 Reprodução e desenvolvimento.....	54
3.2 Filo Sipúnculos – Estrutura Geral.....	55
3.3 Filo Equiúros – Estrutura Geral.....	56
3.4 Classe Poliquetos (Filo Anelídeos) – Estrutura Geral.....	57
Resumo.....	59

Capítulo 4 - Os Clitelados - Os Anelídeos Oligoquetos e Hirudíneos..... 61

4.1 Introdução.....	63
4.2 Os Oligoquetos – Estrutura Geral.....	64
4.3 Os Hirudíneos – Estrutura Geral.....	66
Resumo.....	69

Capítulo 5 - Os Panartrópodos 71

5.1 Introdução.....	73
5.2 Artrópodo Generalizado.....	73
5.2.1 Revestimento e sustentação.....	75
5.2.2 Locomoção.....	75
5.2.3 Sistemas de transportes internos.....	78
5.2.4 Sistemas sensorial, nervoso e endócrino.....	79
5.2.5 Reprodução e desenvolvimento.....	79
Resumo.....	80

Capítulo 6 - Filo Artrópodos - Subfilo Crustáceos..... 83

6.1 Introdução.....	85
6.2 Características Gerais.....	85
6.3 Descrições dos Principais Grupos de Crustáceos.....	86
6.3.1 Classes Remipédios e Cefalocáridos.....	86
6.3.2 Classe Anostrácos.....	89
6.3.3 Classe Filópodos.....	89
6.3.4 Classe Malacostrácos – Ordem Leptostrácos.....	89

6.3.5 Classe Malacostrácos – Ordem Estomatópodos.....	89
6.3.6 Classe Malacostrácos – Ordem Decápodos.....	91
6.3.7 Classe Malacostrácos – Ordem Pericáridos.....	93
6.3.8 Maxilópodos – Classe Copépodos.....	96
6.3.9 Maxilópodos – Classe Cirripédios.....	98
6.3.10 Maxilópodos – Classe Ostracódas.....	99
6.3.11 Maxilópodos – Classe Branquiúros.....	99
6.3.12 Maxilópodos – Classe Pentastômidos.....	100
Resumo.....	103

Capítulo 7 - Filo Artrópodos - Subfilo Quelicerados..... 105

7.1 Introdução.....	107
7.2 Classe Merostomados.....	108
7.3 Classe Aracnídeos.....	109
7.3.1 Ordens representativas da Classe Aracnídeos.....	112
Resumo.....	114

Capítulo 8 - Filo Artrópodos - Subfilo Hexápodos 117

8.1 Introdução.....	119
8.2 Os Insetos.....	120
8.2.1 Inseto generalizado.....	121
8.2.2 Asas e Voo.....	126
8.2.3 Coevolução, parasitismo, fitoparasitismo, comunicação e comportamento social.....	127
Resumo.....	128

Capítulo 9 - Filo Artrópodos - Subfilo Miriápodos..... 131

9.1 Introdução.....	133
9.2 Os Quilópodos.....	133
9.3 Os Diplópodos.....	134
Resumo.....	135

Capítulo 10 - Os Lofoforados 137

10.1 Introdução.....	139
10.2 Os Foronídeos.....	140
10.3 Os Braquiópodos.....	142
10.4 Os Briozoários.....	142
Resumo.....	146

Capítulo 11 - Introdução aos Deuterostômios..... 149

11.1 Introdução	151
11.2 Evolução e Desenvolvimento	151
Resumo.....	152

Capítulo 12 - Os Quetognatos..... 155

12.1 Introdução.....	157
12.2 Estrutura Geral.....	157
Resumo.....	159

Capítulo 13 - Filo Equinodermados..... 161

13.1 Introdução.....	163
13.1.1 Revestimento e sustentação	165
13.1.2 Locomoção	166
13.1.3 Sistemas de transportes internos	166
13.1.4 Sistemas sensorial, nervoso e endócrino.....	167
13.1.5 Reprodução e desenvolvimento.....	169
13.2 Classe Crinoides.....	169
13.3 Classe Equinoides.....	171
13.4 Classe Asteroides.....	173
13.5 Classe Ofiuroides.....	174
13.6 Classe Holoturoides	176
Resumo.....	178

Apresentação

A zoologia dos invertebrados é um “mundo” de informações, desde a relevância da fauna pré-histórica até as diversas utilidades desses organismos.

As passagens mais importantes da história da Zoologia começam com Aristóteles, que propõe uma classificação com base na presença de “sangue vermelho”: o grupo dos animais com sangue, que corresponderiam aos vertebrados de hoje, e a dos animais sem sangue, correspondendo aos invertebrados. Posteriormente, muitos estudos feitos por naturalistas levaram a outros importantes episódios dessa história, como a proposta da nomenclatura binomial para a classificação dos seres vivos de Carlos Lineu em 1753. Depois, em 1859, Charles Darwin apresentou a Teoria da Evolução das Espécies baseada na Seleção Natural. Posteriormente, Mendel apresentou os resultados de pesquisas genéticas, postulando os fundamentos da hereditariedade, o que colaborou com o estabelecimento do Neodarwinismo. Desde então, a Zoologia ganhou impulsos de investigações, em todos os sentidos: a descrição da biodiversidade e filogenia, o estudo das pragas agrícolas, o estudo das espécies de animais úteis para a saúde e alimentação humana, o manejo de fauna e a manipulação de genomas, entre outros, nas áreas das ciências biológicas que têm animais como foco central.

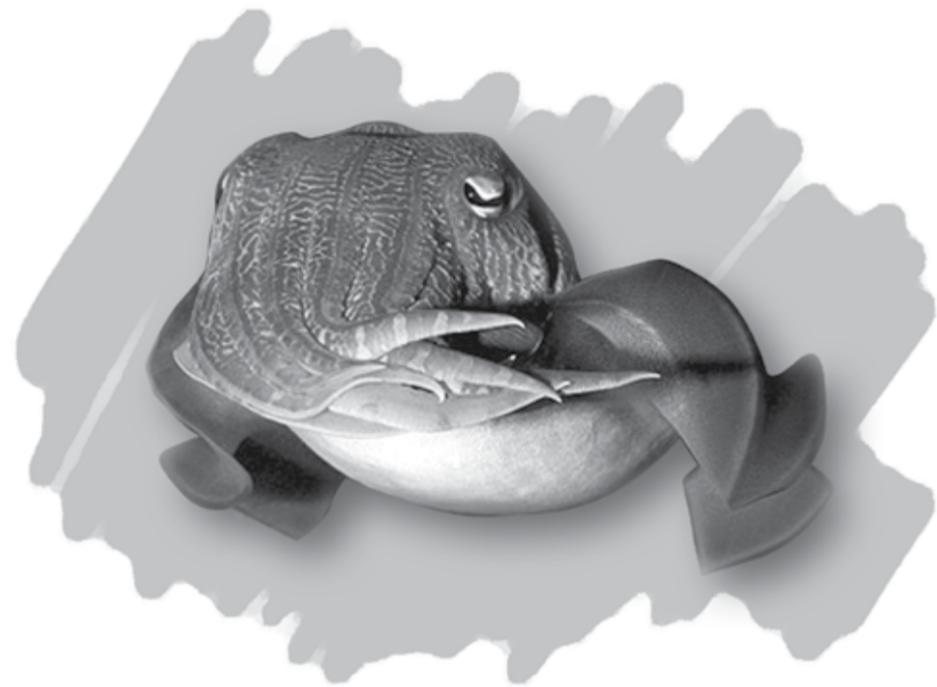
Este livro será apresentado lembrando a história dos fósseis que reflete a história do atual Reino Animal. Os grandes grupos de invertebrados surgiram nos oceanos há mais de 550 milhões de anos e desde então vêm co-evoluindo em comunidades biológicas aquáticas e terrestres, e hoje mostram uma elevada complexidade de modos de vida e variedade de formas. Os invertebrados como moluscos, anelídeos, artrópodos, equinodermados, entre outros, já estavam presentes nos tempos dos dinossauros, compondo os ecossistemas. Nesse contexto, a importância do estudo dos diferentes grupos de animais é justificada pois contribui para o conhecimento das comunidades biológicas e dos ecossistemas da Terra.

As linhas pedagógicas da presente Disciplina tratarão da zoologia baseadas na história evolutiva e no papel funcional que as espécies da fauna assumem nas comunidades biológicas atuais e nas nossas vidas. Neste segundo enfoque, com conceitos de ecossistemas, pretende-se mostrar que durante o estudo da fauna, também podemos falar de educação ambiental.

O Objetivo deste livro é auxiliar na compreensão da biologia dos grupos de invertebrados. Algumas inovações como, por exemplo, os capítulos II “Os vermes celomados” e III “Os Clitelados”, que reúnem animais com comportamentos, morfologia, ciclos de vida e que compartilham habitats similares, serão propostas para facilitar o estudo de alguns grupos de invertebrados. No entanto, o estudo da zoologia não permite fugir das descrições individualizadas das características de cada filo animal, com apoio de desenhos esquemáticos de espécies e estruturas representativas para cada grupo. Mais uma vez, com o objetivo de colaborar para o aprendizado, foram preparados Quadros com análises comparativas para reunir um grande volume de informações, oriundo das variações que as diversas classes de invertebrados apresentam, com as comparações das estruturas mais importantes.

Para aprofundar o conhecimento sobre os invertebrados, o aluno deverá buscar os livros-texto de Zoologia ou outras fontes que serão propostas ao longo de cada capítulo.

Arno Blankensteyn



Introdução aos Invertebrados

Ao final deste capítulo você deverá ser capaz de mostrar conhecimentos sobre a biologia dos invertebrados. Também deverá mostrar conhecimentos sobre as duas formas concorrentes de classificação de todos os animais: a morfológica e a molecular.

Através do estudo dos invertebrados, você aprenderá sobre os diversos modelos morfológicos, sobre as interações desses organismos com o meio físico e químico e a respeito das adaptações ligadas ao contexto evolucionário. Com esse conhecimento você entenderá as questões ecológicas da fauna relacionadas com a funcionalidade e utilidade dos invertebrados.

1.1 A história evolutiva dos invertebrados

1.1.1 Origem e história evolutiva dos invertebrados

A explosão cambriana que ocorreu há mais de 500 milhões de anos, produziu aproximadamente 50 táxons em nível de filos e classes de invertebrados marinhos de mares rasos tropicais. A sequência da evolução levou ao surgimento dos organismos fotossintetizantes e da invasão do ambiente terrestre. Ocorre que, ao longo dessa história evolutiva, foram registrados eventos catastróficos na Terra que levaram a processos de extinção em massa nas comunidades biológicas. Um exemplo clássico é a extinção súbita dos **trilobitos**. Muitos outros grupos e espécies, com números absolutamente imprevisíveis, já desapareceram. A cada episódio de extinção em massa um pequeno estoque genético, na forma de seres vivos, que sobreviviam a esses episódios cataclísmicos, seguiram sua evolução, tornando-se ancestrais de novas linhagens que se desenvolveram compondo as novas comunidades biológicas. Nos últimos 500 milhões de anos, nenhum novo grupo de animal ou vegetal foi criado (Filo, Divisão e Classes). O que de fato vem ocorrendo é a especialização de órgãos dos sentidos, adequação dos ritmos biológicos (alimentação e reprodução) aos ciclos e variações climáticas, os comportamentos de comunicação, de mimetismo e funções endócrinas, de modo a ampliar o sucesso ecológico das populações.

As especializações que os invertebrados desenvolveram foram necessárias para a diversificação e o aumento da riqueza de

Trilobitos

Artrópodes ancestrais. Os trilobitos foram um grupo com elevada diversidade, suas espécies são usadas como indicadores de extratos sedimentares. Foram descritas mais de 1000 espécies com registro fóssil muito rico, e o seu desaparecimento ao final do período permiano (290 milhões de anos atrás), na extinção em massa permo-triássica, levou ao final da era paleozoica.

espécies desses filos. No entanto, a questão da especialização significa aumento da complexidade e não deve ser entendida como uma medida de superioridade ou inferioridade quando comparamos os diversos grupos de animais.

A abordagem evolucionária darwinista será usada para falar da origem, da biologia e preservação da fauna. Existe uma pergunta complicada para ser respondida: “Mas afinal de contas, de onde veio essa bicharada toda? As hipóteses que tentam explicar a origem da vida na Terra já foram expostas anteriormente. Os fósseis são evidências que nos auxiliam a esclarecer a história da evolução dos animais. O desafio é nós conseguirmos transmitir às pessoas o significado do tempo geológico e da evolução por seleção natural, pois, assim, quem sabe consigamos mais avanços para preservação dos atuais ecossistemas terrestres, devido à provável mudança de **paradigma**. Com o conhecimento acumulado sobre a história dos fósseis e dos estudos sobre o desenvolvimento embrionário, foi possível estabelecer hipóteses sobre as relações filogenéticas dos grandes agrupamentos de animais (Figura 1.1). Atualmente, são aceitos dois modelos de classificação dos filos animais, um com base em características morfológicas e outro com base em evidências moleculares (Figura 1.2).

Mas para nossa vida prática, do dia-a-dia, é bom ter claro o cenário da diversidade dos grupos animais e ensiná-lo para as pessoas, com o objetivo de colaborar para o entendimento da vida no ambiente que nos cerca. Outro desafio posto é esclarecer as complexas redes de interações que ocorrem nas comunidades biológicas, entre os organismos e desses com os meios físico e químico.

1.1.2 A diversidade de planos corporais dos invertebrados modernos

Naturalmente ligada à visão evolucionária está a descrição dos diferentes tipos morfológicos que são os filos de animais invertebrados, os quais serão abordados em capítulos próprios (ver Sumário). O conteúdo inicia-se pelos Moluscos, passando pelos grupos de invertebrados protostômios, mais os grupos de afinidades incertas, como os lofoforados e, por último, os deuterostômios, do filo dos equinodermados (Quadro 1).

A sociedade atual precisa assimilar o novo paradigma das ciências naturais que diz que, na biosfera, tudo funciona como uma grande rede de interações e interdependências, de modo que a espécie humana faz parte dessa rede e precisa se adequar a ela quanto à exploração dos recursos naturais e ao respeito que se deve ter com a Biosfera. O modelo atual do uso dos recursos naturais que operamos não é sustentável ecologicamente.

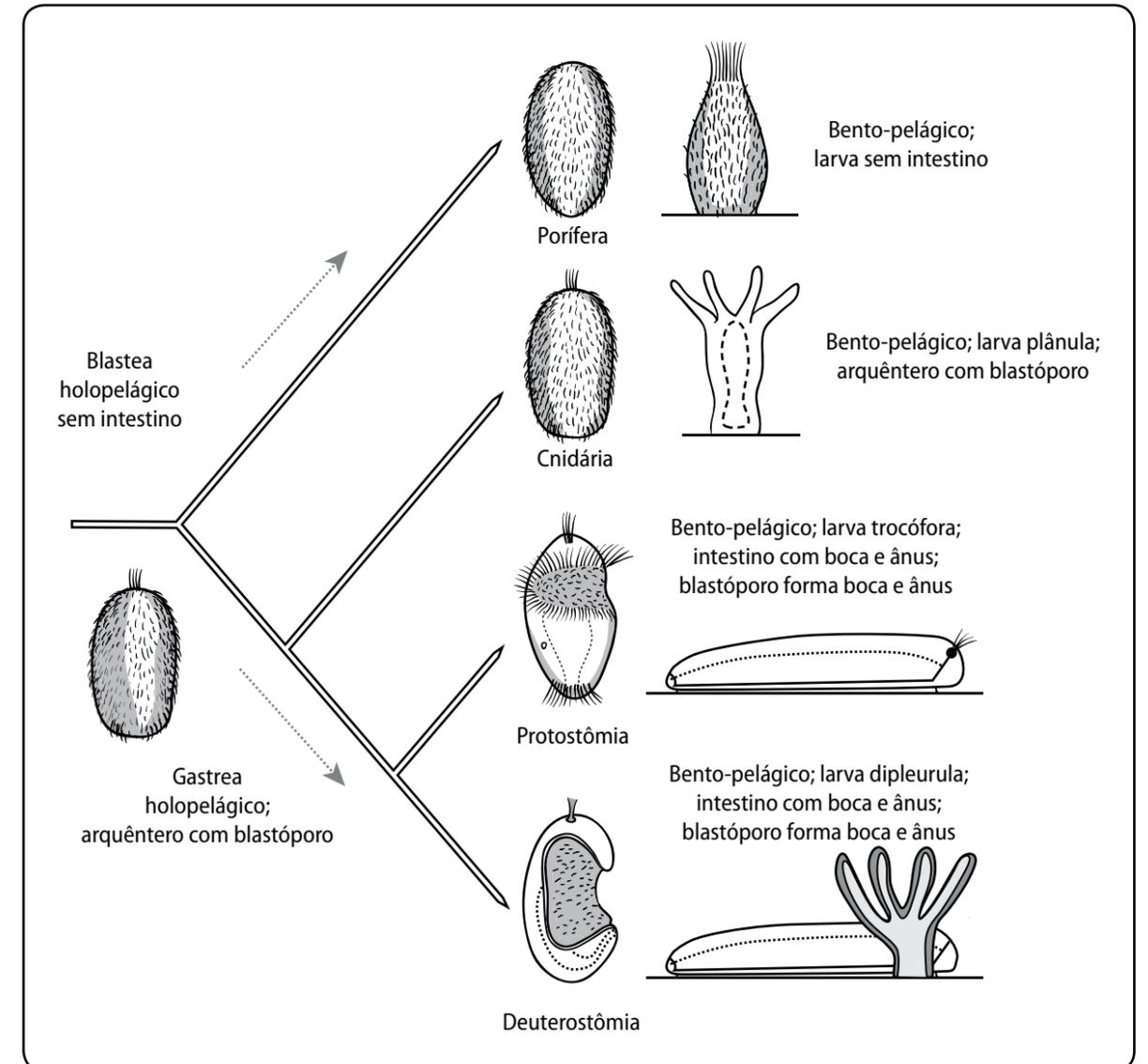


Figura 1.1 – Cladograma com as relações filogenéticas dos grandes grupos de animais multicelulares. (Adaptado de SOARES-GOMES et al.; 2009, p. 324).

Neste livro as descrições dos grupos de invertebrados estarão de acordo com o seguinte modelo:

1. revestimento e sustentação;
2. sistemas de transportes internos;
3. sistemas sensorial, nervoso e endócrino;
4. reprodução e desenvolvimento.

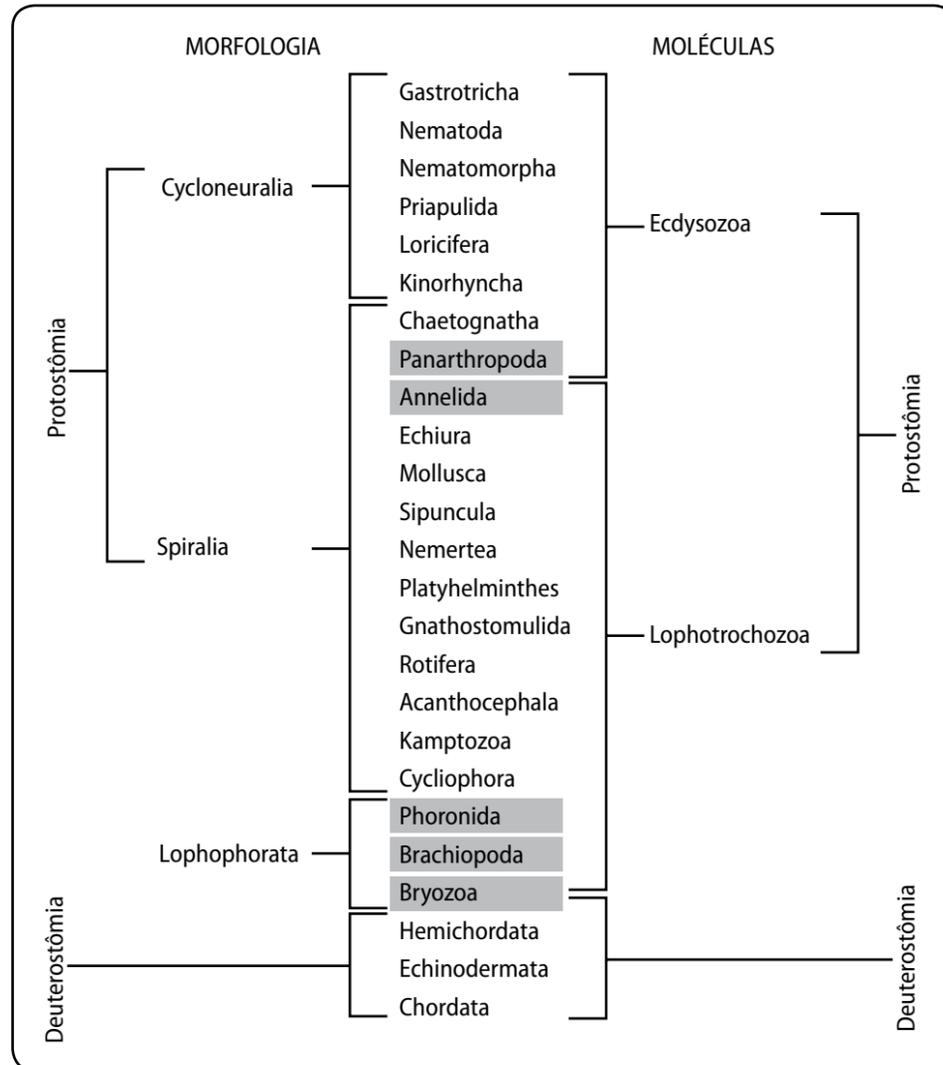


Figura 1.2 – Classificações concorrentes dos grupos bilaterais embasadas em dados morfológicos e moleculares. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 252).

1.2 O papel funcional dos invertebrados

1.2.1 Questão da osmorregulação

A osmorregulação, ou seja, a questão do balanço de sais nos líquidos corporais trata de um dos maiores problemas que os invertebrados enfrentam considerando sua fisiologia. A fauna moderna está adaptada para três condições dominantes: os ambientes aquáticos marinhos, os ambientes terrestres e os ambientes de

água doce (rios, lagos). Nos oceanos, os invertebrados são osmoconformistas, pois as concentrações de sais dos líquidos corporais são similares àquela do meio externo. Os invertebrados terrestres precisam se proteger das irradiações solares que causam evaporação dos líquidos corporais; isso justifica a dominância dos artrópodos nos ecossistemas terrestres, pois possuem um exoesqueleto que lembra uma armadura, a qual reduz a perda de água. Nos artrópodos terrestres e, é claro, também nos anelídeos, moluscos e crustáceos, o sistema excretor exerce papel importante na absorção de água antes de liberar a urina, fazendo a osmorregulação e minimizando a perda de água. Nos organismos de água doce, como a tendência é da água entrar no corpo dos animais, o processo de excreção tem função especial para que sais importantes não sejam perdidos, pois muita urina é produzida.

1.2.2 Os ciclos de vida dos invertebrados

Os ciclos de vida mostram muitos padrões comuns a vários filões, uma vez que a maioria das espécies marinhas apresenta estratégias de vida similares: a regra geral é a fecundação externa e formação de larva planctônica. Mas há exceções a essas regras, como no caso dos anfípodos, que possuem desenvolvimento direto. No caso de invertebrados terrestres os ciclos de vida apresentam mais estágios, com diferentes tipos morfológicos. Em geral invertebrados têm ciclo de vida curto, com duração de um ano ou mais. A visão sobre os ciclos de vida é importante para percebermos mais aspectos da ecologia das espécies.

Nas Figuras 1.3a, 1.3b e 1.3c a seguir, podemos observar diferentes modelos de ciclo de vida de invertebrados. A largura da faixa representa a quantidade de recursos utilizados durante o crescimento do animal: uma faixa com largura crescente mostra a aquisição de recursos; a utilização de recursos é indicada pelas faixas contínuas. Os períodos de ovipostura são indicados por setas: as setas pequenas significam múltiplas proles pequenas e as setas grandes significam uma única prole grande após armazenamento de gametas.

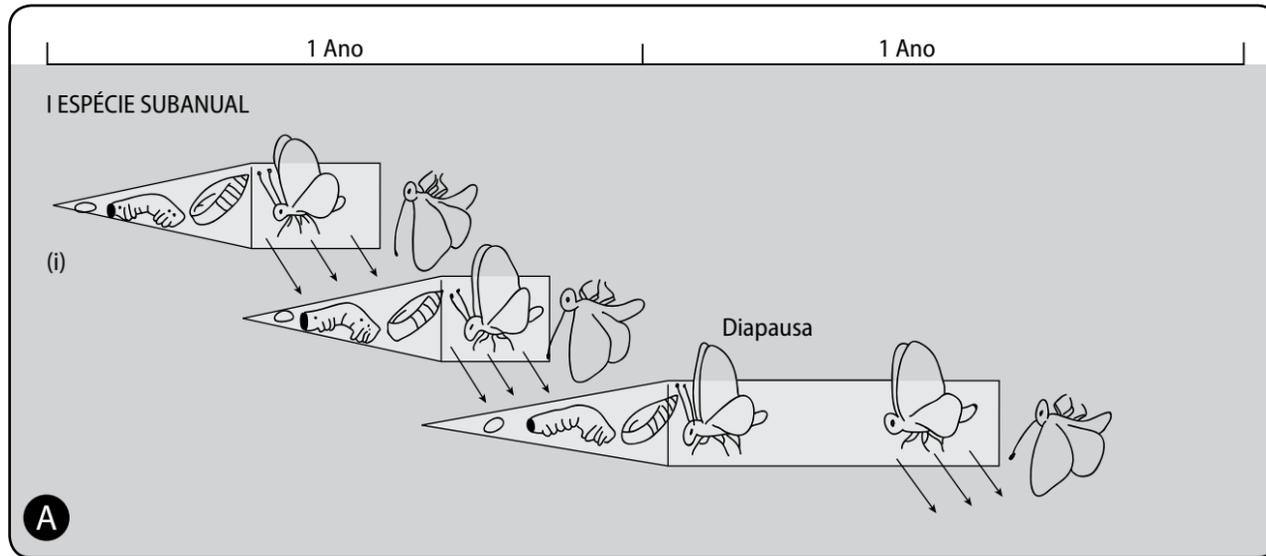


Figura 1.3B – Cladograma: (i) Espécies subanuais, com muitas gerações a cada ano; há uma diapausa reprodutiva, que é um período de manutenção em um estágio (frequentemente também se dá como ovo, larva ou pupa). (Adaptado de BARNES, et al.; 1995, p. 156).

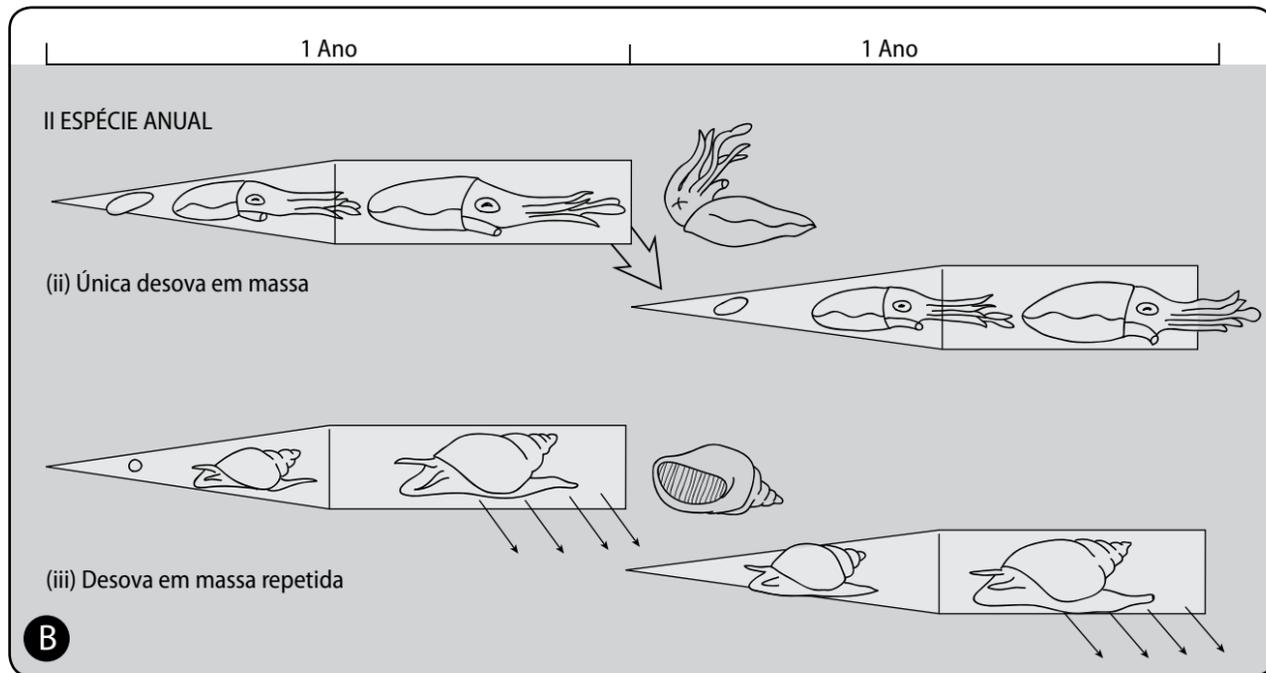


Figura 1.3B – Cladograma: (ii) Espécies anuais, com uma única liberação em massa dos gametas, ou como em (iii), onde a liberação dos gametas é progressiva, por um período de vários meses. (Adaptado de BARNES, et al.; 1995, p. 156).

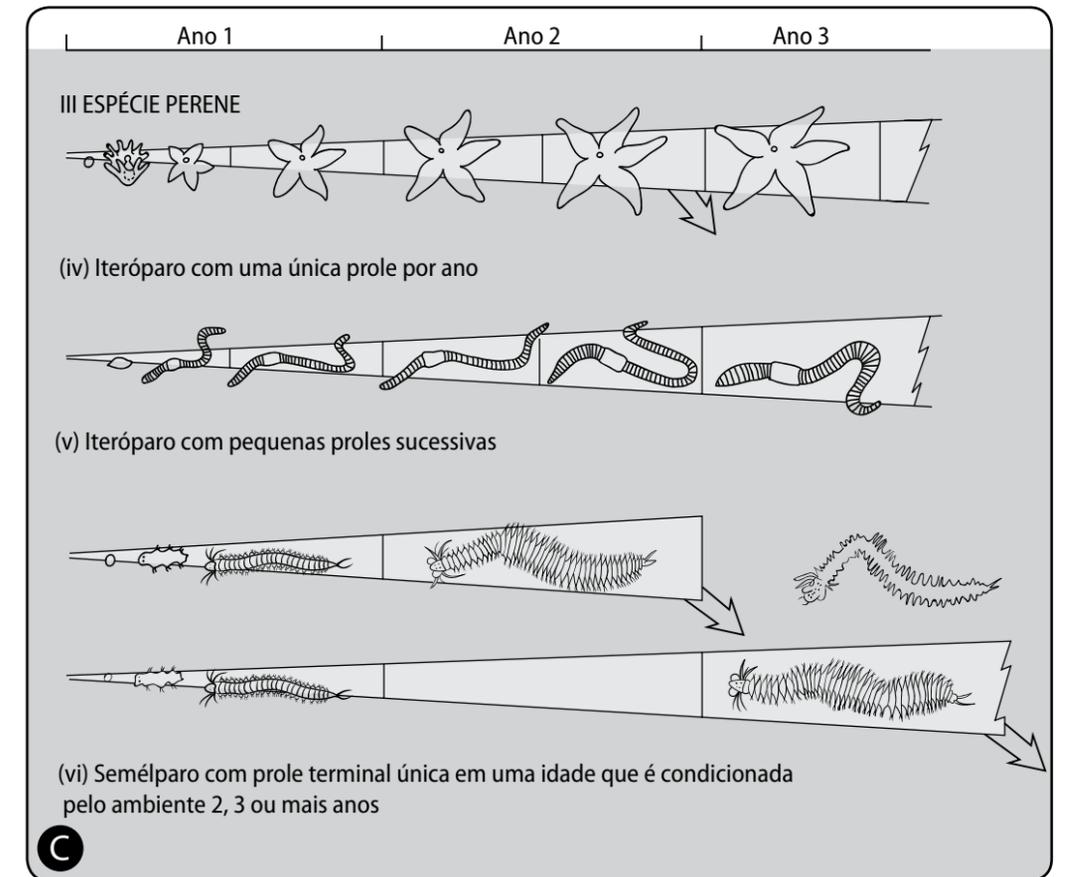


Figura 1.3C – Cladograma: (iii) Espécies perenes que podem viver por muitos anos e acumulam recursos nesses períodos, como nas estrelas (iv), que liberam os gametas em episódios anuais (por isso iteróparos), com sincronidade nas populações; (v) nas minhocas ocorrem várias pequenas desovas, e sem sincronidade, pois esta depende do contato entre os indivíduos; (vi) em algumas espécies perenes, a desova ocorre apenas uma vez na vida, podendo ser no primeiro ano ou não. (Adaptado de BARNES, et al.; 1995, p. 157).

1.2.3 A Visão Ecosistêmica

O ambiente onde ocorrem os invertebrados são os ecossistemas, com as comunidades biológicas compostas de espécies de vermes, moluscos, artrópodos, vegetais e microorganismos. A visão ecossistêmica deve considerar o conceito de estrutura trófica pois os invertebrados estão inseridos nas cadeias alimentares. A análise da biologia de cada grupo de animais busca conhecer qual o papel funcional dessas espécies, ou seja, onde elas se alimentam, do que se alimentam, onde e como se reproduzem, se executam migrações, se ocupam mais de um *habitat* durante seu ciclo de vida, ou seja, a descrição do nicho ecológico delas. A abordagem em nível de ecossistema tem objetivo de colaborar com o entendimento da

Filos ou grupos de invertebrados	Ecosistema com mais espécies	Características gerais	Características principais	O que deve ser assimilado	Utilidade para o homem*
Moluscos	Mar terra rio e lago	Bilaterais esquizocelomados protostômios hiponeuros trocófora concha calcária	Tipos de conchas e mantos	Conchas e pés	1, 2, 3 e 6
Vermes celomados (equíuros, sipuncula e segmentados poliquetos)	Mar	Bilaterais esquizocelomados protostômios hiponeuros trocófora	Celoma amplo funciona para transporte interno e como esqueleto hidrostático	Dominantes na riqueza e abundância na macrofauna bentônica marinha	1 e 6
Clitelados	Terra rio e lago	Bilaterais esquizocelomados protostômios hiponeuros segmentados	Esqueleto hidrostático de minhocas e hematófagia de hirudíneos	Hermafroditismo	1, 2 e 6
Onicóforos e tardígrados	Terra e mar	Bilaterais esquizocelomados protostômios hiponeuros segmentados	Segmentação e "artropodização ancestral"	Modelo fóssil de onicóforos tardígrados	1 e 6
Artrópodos	Mar terra rio e lago	Bilaterais esquizocelomados protostômios hiponeuros segmentados exoesqueleto rígido	Tagmatização e apêndices articulados	Larga história evolutiva	1, 2, 3, 4, 5 e 6
Quelicerados	Terra	Bilaterais esquizocelomados protostômios hiponeuros segmentados exoesqueleto rígido	8 Pares de apêndices locomotores e produção de peçonhas	Antenas ausentes; quelíceras e pedipalpos	1, 2, 4, 5 e 6
Crustáceos	Mar	Bilaterais esquizocelomados protostômios hiponeuros segmentados exoesqueleto rígido	Grande variação de forma e função dos apêndices do cefalotórax	Dois pares de antenas	1, 2, 3 e 6
Miriápodos	Terra	Bilaterais esquizocelomados protostômios hiponeuros segmentados exoesqueleto rígido	Exoesqueleto rígido segmentado	Exoesqueleto rígido segmentado	1 e 6
Hexápodos	Terra	Bilaterais esquizocelomados protostômios hiponeuros segmentados exoesqueleto rígido	Ciclos de vida complexos	Grande diversidade no meio terrestre	1, 2, 4 e 6
Lofóforados	Mar	Bilaterais celoma tripartido deuterostômios	Concha em braquiópodos; tubo em foronídeos e exoesqueleto de briozoários	Dúvidas quanto às relações de parentesco	1 e 6
Equinodermado	Mar	Simetria pentâmera celoma tripartido deuterostômios	Endoesqueleto e tipos de relação com o substrato	Sistema hidrovascular	1, 2 e 6

Quadro 1 - Análise comparativa com síntese das características dos diferentes grupos de invertebrados e sobre as utilidades que podem assumir para o homem.
* Os itens da 6ª coluna são detalhados a seguir.

vida dos invertebrados na natureza e sintetizar os conteúdos sobre detalhes anatômicos e fisiológicos que fazem parte do estudo da zoologia. Dessa forma procuraremos aproximar os conteúdos básicos vistos em zoologia geral, relacionando estes com a temática voltada para a conservação da natureza e educação ambiental.

Utilidade para o homem

- Cadeia alimentar:** esse item é menos percebido comercialmente. As cadeias alimentares que ocorrem na natureza são estruturadoras das comunidades biológicas. Cada espécie faz parte de um nível trófico, desde os produtores primários até os consumidores, fornecendo um serviço ambiental no sentido de ciclagem de nutrientes;
- Preservação de ecossistemas:** são as espécies de invertebrados que, apenas com a sua presença, pode aumentar o valor paisagístico de unidades de conservação, como recifes de corais, alguns moluscos e crustáceos;
- Alimentação humana: coleta na natureza e cultivo:** Historicamente o homem faz uso de recursos florestais e elementos da fauna sempre foram importantes fontes de proteínas na nossa alimentação. O homem moderno também cultiva vários invertebrados para sua alimentação;
- Uso medicinal:** o homem tem pesquisado as propriedades medicinais de alguns compostos, por exemplo de Poríferos como anti-bacterianos. Também são feitas investigações com toxinas diversas e o uso de sanguessugas para drenagem linfáticas e de hematomas;
- Ecotoxicologia:** em laboratório, espécies usadas para testes de qualidade de agrotóxicos para o seu licenciamento antecedendo o lançamento no mercado. Na natureza, algumas espécies são indicadoras de qualidade ambiental, especialmente no caso de enriquecimento orgânico.
- Taxonomia e filogenia:** em alguns ecossistemas, os levantamentos faunísticos ainda fornecem espécies novas para a ciência. A análise filogenética busca explicar as relações entre os filos de animais, para entender a origem e a sua história evolutiva.

Resumo

A história evolutiva dos seres vivos é relativamente bem conhecida e os invertebrados são elementos importantes para o entendimento dessa história. Os eumetazoários reúnem-se em dois grandes agrupamentos de organismos, baseados no desenvolvimento embrionário: os protostômios e os deuterostômios. Os invertebrados apresentam elevada diversidade morfológica e são adaptadas as diferentes condições ambientais existentes como, os meios marinhos, terrestres e de água doce. Essas condições ambientais influenciam nas interações dos invertebrados nos ecossistemas e as interações ecológicas que ocorrem são fundamentais para a manutenção da Biosfera.

Referências

- BARNES, R. S. K.; CALOW, P.; OLIVE, P. J. W. **Os invertebrados**. Uma nova síntese. São Paulo: Atheneu, 1995. 526 p.
- RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados**. Uma abordagem funcional evolutiva. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005. 1145 p.
- SOARES-GOMES, A.; PITOMBO, F. B.; PAIVA, P. C. **Biologia Marinha**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2009.
- VENTURA, C. R. R.; PIRES, D. O. Ciclos de vida de invertebrados marinhos. In: PEREIRA, R.C.; SOARES-GOMES, A. (Orgs.). **Biologia Marinha**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Interciência, 2009. p. 71-92.



Filo Moluscos

Os moluscos são animais muito populares. Você já percebeu a ocorrência de caracóis em jardins. Da mesma forma, quem nunca viu uma imagem de um polvo com todo aquele movimento estranho e mudança de cores inacreditáveis? Para compreender a dinâmica e morfologia desses animais é essencial que você conheça a história evolutiva das conchas, e as características desses esqueletos nos grupos modernos de moluscos. Também é interessante conhecer a estrutura e função do pé e do manto nas diferentes classes.

2.1 Introdução

Os moluscos são animais que possuem uma diversidade morfológica fascinante, os caracóis, lesmas, mexilhões, polvos e lulas são exemplos familiares desse grupo. Apesar das diferenças óbvias entre esses animais, todos compartilham várias características básicas. Os moluscos têm uma longa história evolutiva e, graças às conchas calcárias que se preservam facilmente, podemos verificar um rico registro fóssil desde o Cambriano. Como diz o nome [molluscus no latim = mole], são animais de corpo mole, cujo revestimento principal é chamado manto. A maioria apresenta uma concha calcária externa com função protetora, constituída por uma placa plana ou globosa, duas valvas ou apenas espículas dérmicas, com grande variedade de cores, formas e tamanhos. As conchas das lulas são reduzidas e internas, ou seja, dentro da massa muscular e tem forma de uma pena. As conchas são secretadas por áreas específicas no manto. O corpo de um molusco generalizado não é segmentado e apresenta 3 partes: cabeça, pé e massa visceral. A partir desse modelo, existem muitas variações, modificações de forma no plano corporal básico. A partir da seção 2.3, estudaremos as características específicas de cada classe. O quadro 2 apresenta uma síntese das características das classes de moluscos. Os moluscos modernos somam cerca de 100 mil espécies. Todos os grupos de moluscos apresentam representantes marinhos, no entanto bivalves e gastrópodos também apresentam espécies de água doce e apenas esses últimos tem representantes terrestres.

2.2 Molusco Generalizado

O molusco generalizado é um animal marinho bentônico, bilateralmente simétrico, achatado dorso-ventralmente e de contorno geral ovoide (Figura 2.1). O corpo é dividido em cabeça anterior, pouco definida, uma grande massa visceral, dorsal, e num pé muscular ventral, amplo e achatado. O animal se fixa ao substrato com o pé, o qual ele também usa para se mover lentamente na região entremarés e em fundos rasos. Discute-se muito sobre a forma do molusco **ancestral** e se essa forma generalizada que descreveremos aqui poderia ou não ser esse **ancestral hipotético**.

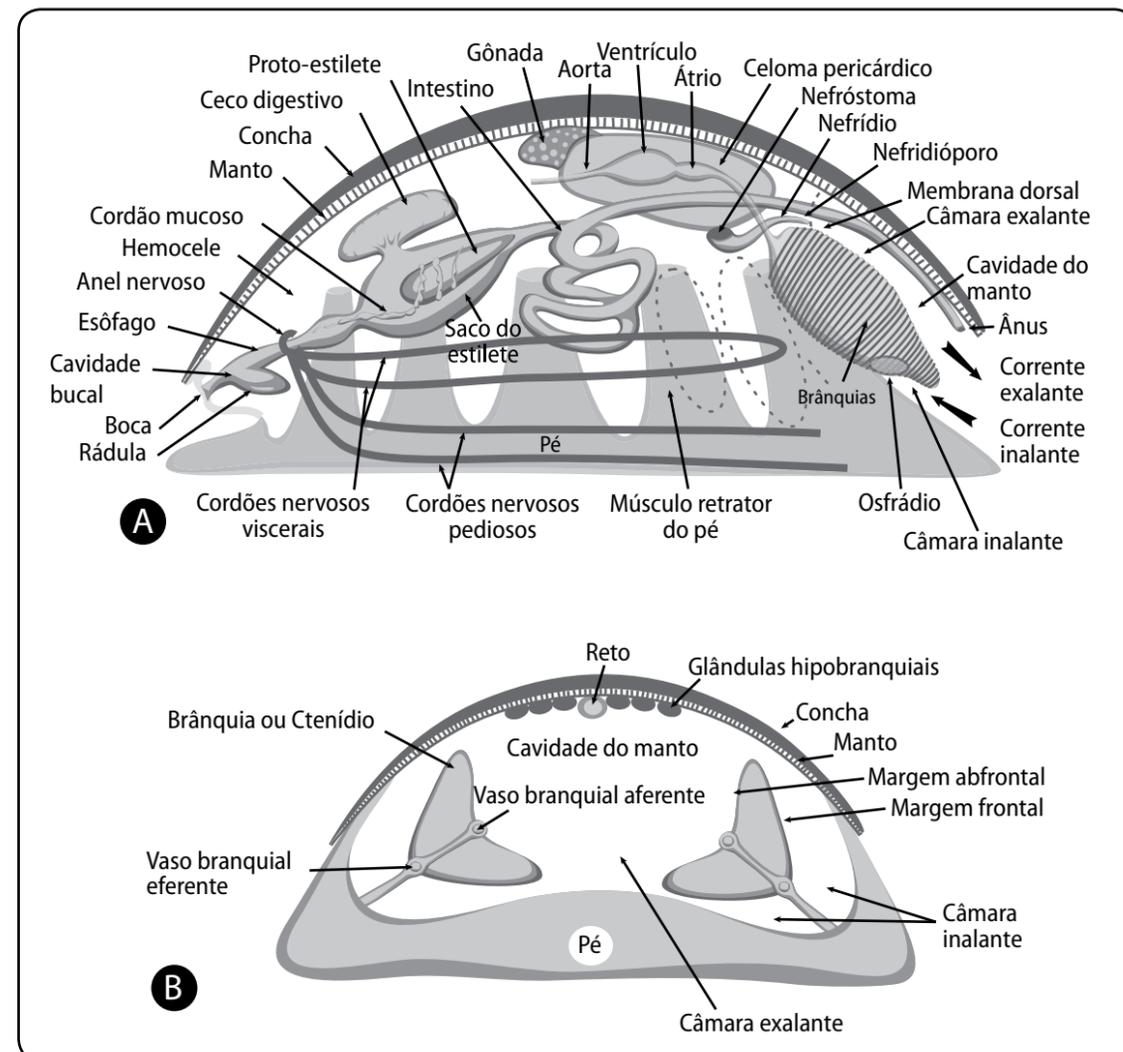


Figura 2.1 – Esquema de molusco generalizado: (A) vista lateral; (B) figura esquemática de um corte transversal na altura da cavidade branquial. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 325).

2.2.1 Revestimento e sustentação

Concha

É a parte principal do revestimento dos moluscos, como um exoesqueleto. A partir de uma concha plana dorsal, ainda presente nos arqueogastropodos, ocorreu a torção que levou à concha dos gastropodos. A concha bivalve é uma modificação a partir desse plano, assim como a redução desta nos cefalópodos.

Manto

Nome dado à parede do corpo dos moluscos, representa a epiderme dorsal e secreta espículas, escamas ou conchas calcárias. Pode expandir-se em dobras periféricas protegendo as áreas laterais do corpo.

A **concha** é uma estrutura secretada pelo organismo, sua principal função é de proteção e, juntamente com os músculos, a concha funciona como esqueleto, pois dá a sustentação ao corpo do molusco (Figuras 2.1, 2.2 e 2.14 a seguir). O **manto** situa-se dorsalmente, sobre a massa visceral, também chamado pálio, o qual é típico dos moluscos. A cavidade palial, situada na região posterior, é um espaço onde a água do mar circula livremente, trazendo oxigênio e expelindo os produtos de excreção. A epiderme do manto secreta proteína, sais de cálcio que são importantes para o crescimento da concha e secreção de muco. A epiderme também tem função sensorial. A concha dos moluscos consiste de 3 camadas, uma orgânica e duas calcárias. O perióstraco é a camada mais externa, composta da proteína conchiolina. As partes do corpo que estão sem contato com a concha e com o manto representam a epiderme, com fina cutícula, continuada que reveste o corpo do molusco. A musculatura principal está envolvida com os movimentos do molusco. Os músculos retratores de pé fixam-se à face interna da concha e, em conjunto, formam a massa muscular que é o próprio pé.

2.2.2 Locomoção

O pé (Figura 2.1 anterior) é a superfície ventral ampla, achatada e ciliada, e age como uma sola rastejadora, pois adere e move o molusco sobre superfícies duras. Os moluscos apresentam uma grande variedade de modos de locomoção, podendo ser animais de pouca mobilidade, como as lesmas terrestres, até animais com altíssimo potencial de natação, como é o caso das lulas.

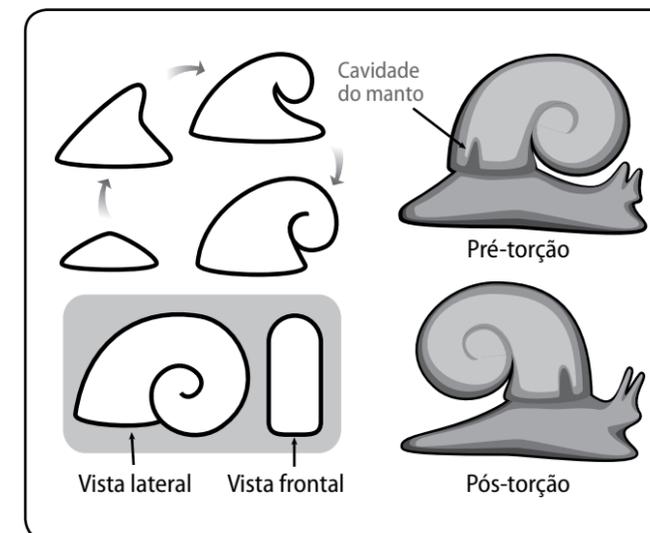


Figura 2.2 – Desenho esquemático das conchas dos gastropodos. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 346).

2.2.3 Sistemas de transportes internos

O celoma do molusco generalizado é reduzido em uma cavidade pericárdica e gonocele (Figura 2.1), pois contém o coração e as gônadas, respectivamente. Uma pequena parte do intestino também passa pela cavidade pericárdica. As trocas gasosas dos moluscos aquáticos são sempre branquiais. O molusco generalizado possui vários pares de brânquias (ou **ctenídios**). Nos gastrópodos terrestres a cavidade palial funciona como pulmões. O sistema circulatório é dotado de um coração dorsal, o qual recebe o sangue oxigenado que vem das brânquias. Os moluscos possuem uma placa dentária chamada **rádula** (Figura 2.10 adiante) para raspar e se alimentar de algas e outros pequenos organismos sésseis. A porção mais anterior do intestino seleciona as partículas nutritivas através do saco do estilete cristalino, que é secretor de enzimas digestivas e muco, e também faz a seleção do material que não é interessante para a alimentação. O tubo digestório dos moluscos pode apresentar glândulas salivares, cecos digestivos e **tiflossole** para ampliar a área de absorção. O ânus abre-se na porção mais posterior, na cavidade do manto. A excreção dos moluscos é feita por metanefrídios. Cada metanefrídio possui um ducto com duas aberturas: uma para a cavidade pericárdica, chamada nefróstoma, de onde o metanefrídio retira as excretas, e outras para o poro excretor, chamado nefridióporo, por onde saem as excretas.

Alguns moluscos terrestres possuem um órgão excretor chamado rim, o qual se abre na cavidade pericárdica através do canal renopericardial e secreta urina, após um complexo processo de transporte interno. Espécies de água doce e terrestres necessitam fazer a osmorregulação.

2.2.4 Sistemas sensorial, nervoso e endócrino

Um órgão sensorial exclusivo dos moluscos é o **osfrádio** (Figura 2.8 adiante), situado nas brânquias. É responsável por detectar condições químicas ou físicas indesejáveis da água. Quando percebe alguma irregularidade, comanda a paralização do batimento dos cílios das brânquias, por exemplo. O estatocisto é o órgão sensorial encontrado em todos os moluscos, e possui a função de equilíbrio.

• Ctenídios

São as brânquias dos moluscos com forma semelhante a um pente.

• Rádula

Estrutura que se situa na base da cavidade bucal dos moluscos (exceto no caso dos bivalves) e com a qual estes raspam o seu alimento.

• Tiflossole

Dobra da parede do intestino.

• Osfrádio

Estrutura que controla a quantidade e a pressão interna da água circulante na cavidade palial.

Os cílios fazem a água circular para otimização das trocas gasosas e filtração de partículas em suspensão na água. O sistema nervoso é composto por um anel anterior que circunda o esôfago, e dois pares de cordões nervosos longitudinais: um par atende a massa visceral e o outro se estende pelo pé, como cordões nervosos ventrais.

2.2.5 Reprodução e desenvolvimento

No molusco generalizado a regra é o modelo dioico gonocórico, ou seja, sexos separados com liberação de gametas na água, fecundação externa e desenvolvimento indireto da trocófora planctônica, que é uma larva livre natante. Uma forma larval alternativa e exclusiva de moluscos é a véliger. Alguns grupos apresentam sistema reprodutor mais elaborado para fecundação interna. Os gastrópodos terrestres são hermafroditas.

2.3 Classe Aplacóforos

Os aplacóforos formam um grupo pequeno de animais vermiformes marinhos. Vivem principalmente em grandes profundidades, mas existem espécies de águas rasas. A maioria são formas diminutas, com menos de 5 mm. Não possuem concha, mas a epiderme apresenta espículas calcárias; o pé é reduzido (Figura 2.3). Considerando a evolução do grupo, estes não são ancestrais. Sua biologia ainda não é muito conhecida.

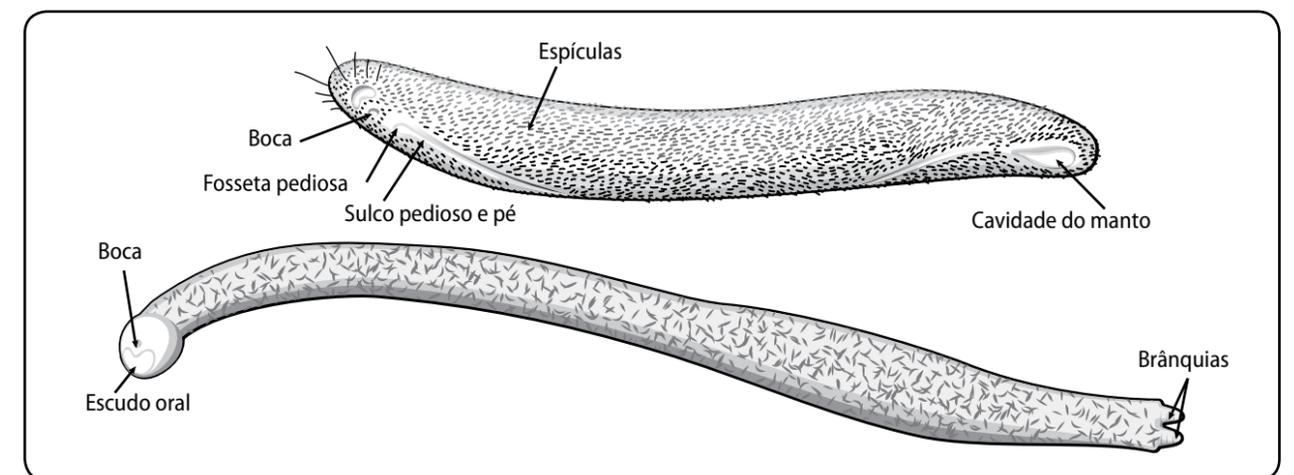


Figura 2.3 - Aplacóforos: morfologia externa dos principais representantes do grupo. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 334).

Classes	Características					
	Concha	Manto	Pé	Massa Visceral	Outras	Especiais
Aplacóforos	Concha ausente; Espículas e escamas calcárias epidérmicas.	Revestimento com cutícula; A cavidade é rudimentar.	No lado ventral pode ocorrer um sulco pedal.	Distribuída no corpo vermiforme.	Rádula presente; Possuem ctenídios ou brânquias.	Forma diferente do plano corporal do molusco generalizado.
Poliplacóforos	A concha é formada por oito placas calcárias dorsais.	Similar ao molusco generalizado.	Ventral e amplo.	Sobre o pé e sob as conchas.	Vários pares laterais de ctenídios; comum em costões rochosos.	Concha ou placas com muitas ornamentações.
Monoplacóforos	Uma concha dorsal plana.	Similar ao molusco generalizado.	Ventral e menor do que em poliplacóforos.	Sobre o pé e sob as conchas.	Forma ancestral e com evidências de segmentação; estilete cristalino.	Bentônicas abissais.
Gastrópodos	Uma concha dorsal plana ou espiral, ou reduzida.	Sofre rotação de 180°; cavidade funciona como pulmão nas espécies terrestres.	Ventral e amplo.	Sobre o pé e sob a concha plana; sofre rotação de 180° nos caracóis.	Lesmas terrestres não têm concha; rádula complexa.	Terrestres hermafroditas; alta diversidade nos oceanos.
Cefalópodos	Uma concha espiral plana ou reduzida.	Modificado com cavidade ampla.	Modificado em braços e tentáculos.	Envolta pelo manto nas lulas e na concha dos náutilos.	Olhos muito desenvolvidos; natação eficiente nas lulas.	Cromatóforos, mudanças de cores e mimetismo; importante para a pesca.
Escafópodos	Concha única cilíndrica.	Revestimento ocorre dentro da concha tubular.	Grande e cavador.	Dentro da concha tubular.	Abertura menor da concha fica voltada para cima, na água do mar.	Tentáculos de coleta chamados captáculos.

Quadro 2 – Análise comparativa da anatomia e características especiais de cada classe de moluscos.

2.4 Classe Poliplacóforos

Popularmente chamados de **quítons**, são moluscos marinhos que habitam principalmente substratos rochosos, e em alguns locais podem apresentar elevada densidade populacional. Sua estrutura geral é similar à do molusco generalizado. As diferenças mais importantes dizem respeito à concha, formada por 8 placas que cobrem a superfície dorsal, chamadas **valvas da concha**. A região cefálica é claramente separada do tronco (Figuras 2.4 e 2.5). As brânquias em pares se situam lateralmente, na cavidade do manto, sob a concha. Outra particularidade do grupo é a presença do órgão **sub-radular**, que é quimiossensorial, e de estetos, agrupamento de células epidérmicas que formam um órgão com função sensorial, situado no tegumento das valvas. As demais características são semelhantes àquelas do molusco generalizado.

2.5 Classe Monoplacóforos

Juntamente com as demais classes do filo, os moluscos desta classe formam um táxon chamado Conchifera. Assemelham-se muito com o molusco generalizado. São formas diminutas e que habitam profundidades abissais. Como o nome diz, apresentam uma concha única dorsal e fortemente achatada, a qual, na porção mais anterior, apresenta uma pequena curvatura. As demais características são semelhantes àquelas do molusco generalizado. *Neopilina* (Figura 2.6) foi descrito pela primeira vez em 1952, até então esse grupo era considerado extinto, conhecido apenas pelo registro fóssil.

2.6 Classe Gastrópodos

Nesta classe estão reunidos os caramujos da praia (Figura 2.7), os caracóis de jardim (Figura 2.9) e as lesmas (Figura 2.11). As lesmas terrestres e as lebres marinhas são gastrópodos sem concha. Alguns gastrópodos, considerados primitivos e ancestrais, têm uma concha cônica, na forma de chapéu-chinês (Figura 2.2 anterior) e habitam a região de entremarés de costões rochosos

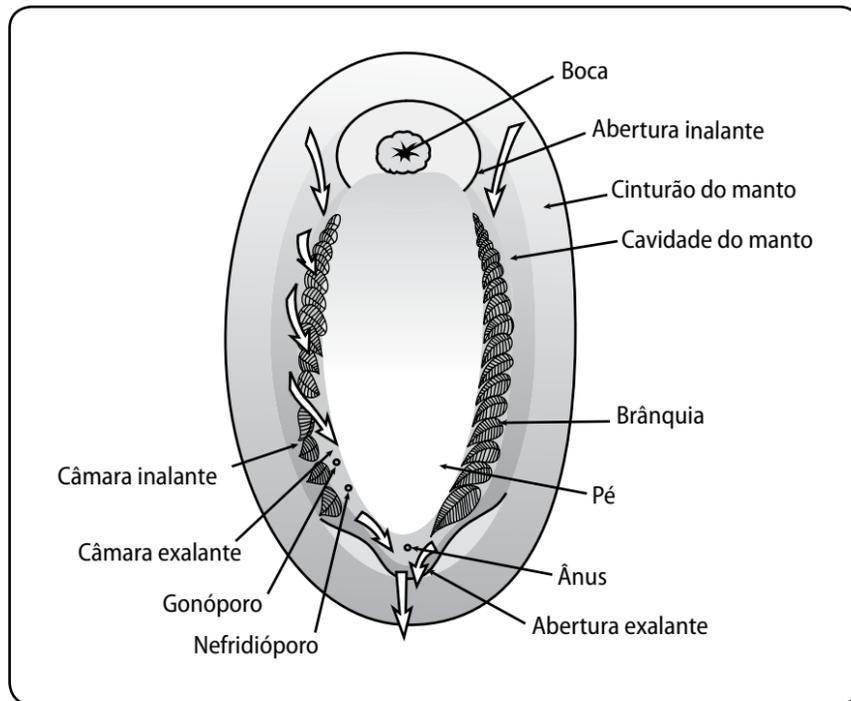


Figura 2.4 - Vista ventral de um poliplacóforo, um quíton. As setas indicam o caminho da água. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 336).

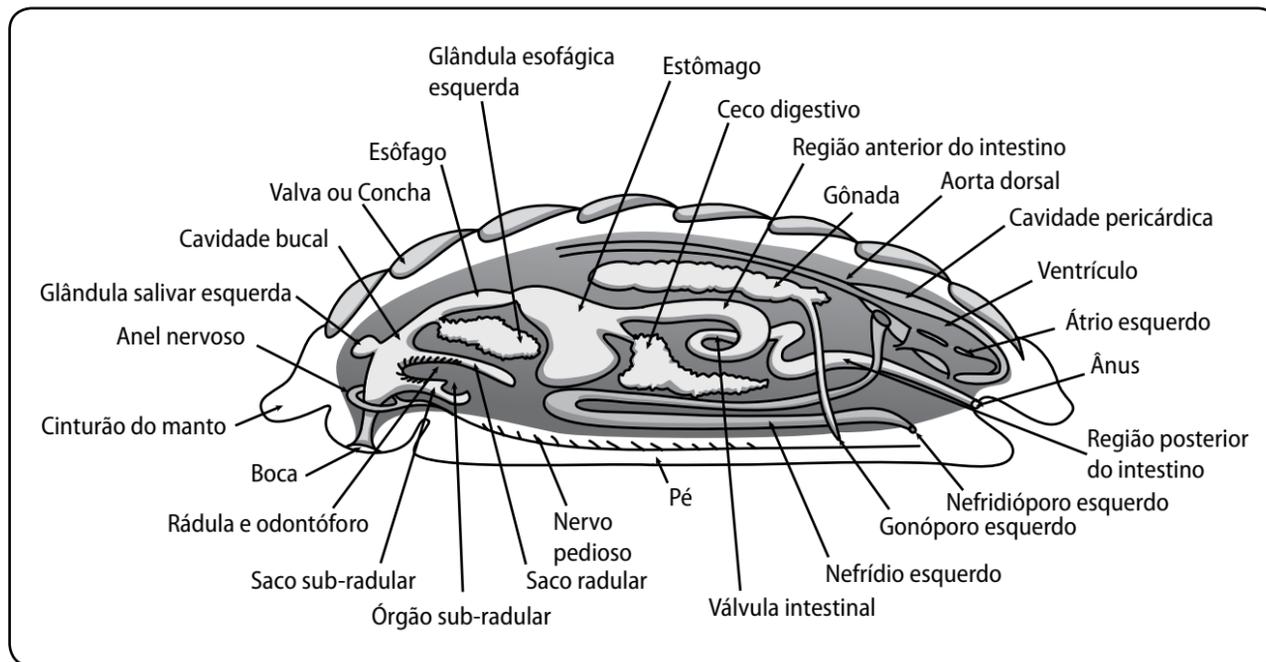


Figura 2.5 - Esquema da organização interna de um poliplacóforo. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 336).

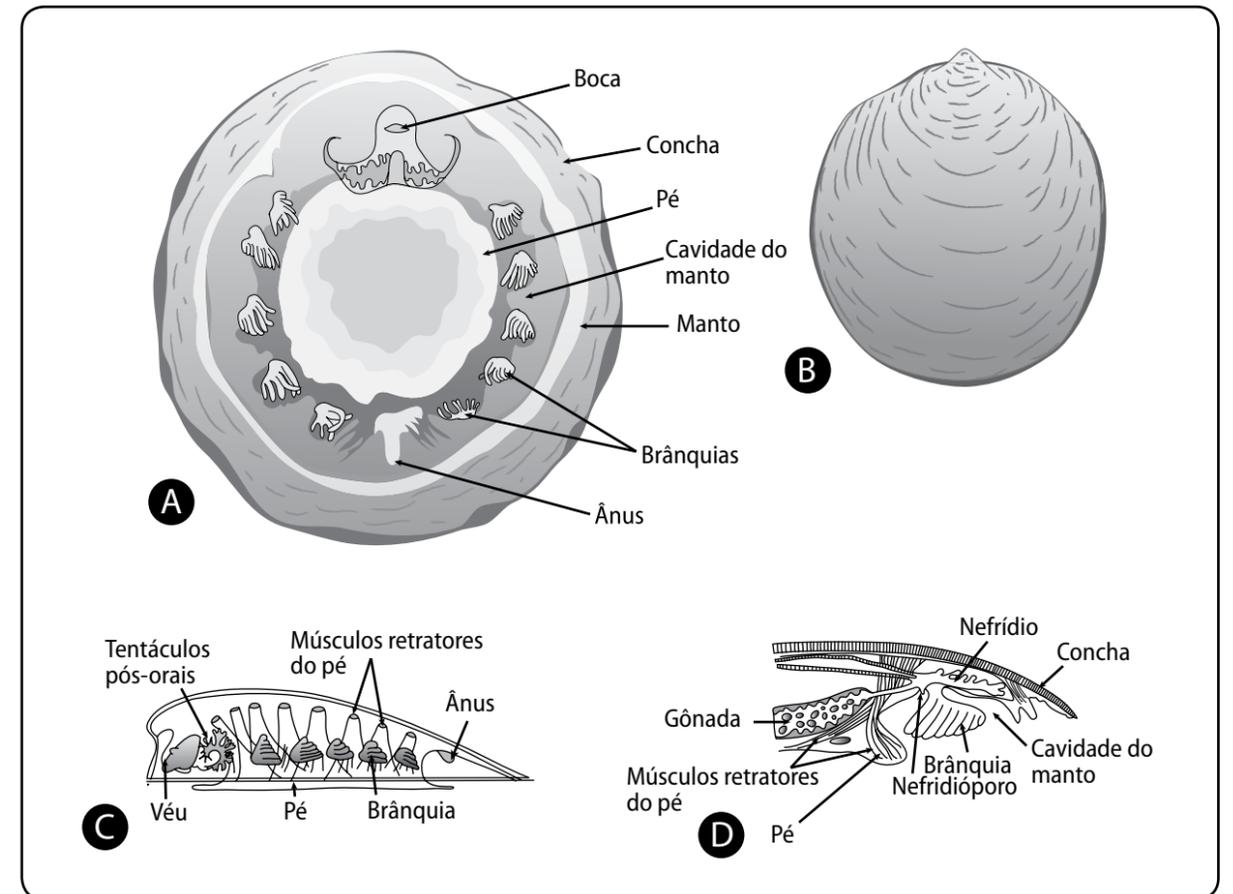


Figura 2.6 - O monoplacóforo *Neopilina*: (A) vista ventral; (B) vista dorsal da concha; (C) esquema da organização interna em vista lateral; (D) detalhe da cavidade do manto e organização interna. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 342).

(similares ao molusco generalizado, com aspecto ancestral e, por isso, classificam-se na Classe Arqueogastropodos). Os demais gastrópodos têm concha espiralada, de modo que o corpo do molusco se encaixa dentro da concha (ver exemplos conforme Figuras 2.2, 2.7, 2.8 e 2.14 adiante). Além da torção do corpo, para manterem-se dentro da concha apresentam uma forte musculatura. O animal pode recolher-se dentro da concha como forma de escapar do ataque de predadores ou para tolerar condições ambientais adversas, fechando-a com um **opérculo** (Figura 2.7). Nos trópicos, comunidades nativas utilizam diferentes espécies de gastrópodos nas suas dietas; entretanto, no Brasil aparentemente há poucas espécies com importância econômica.

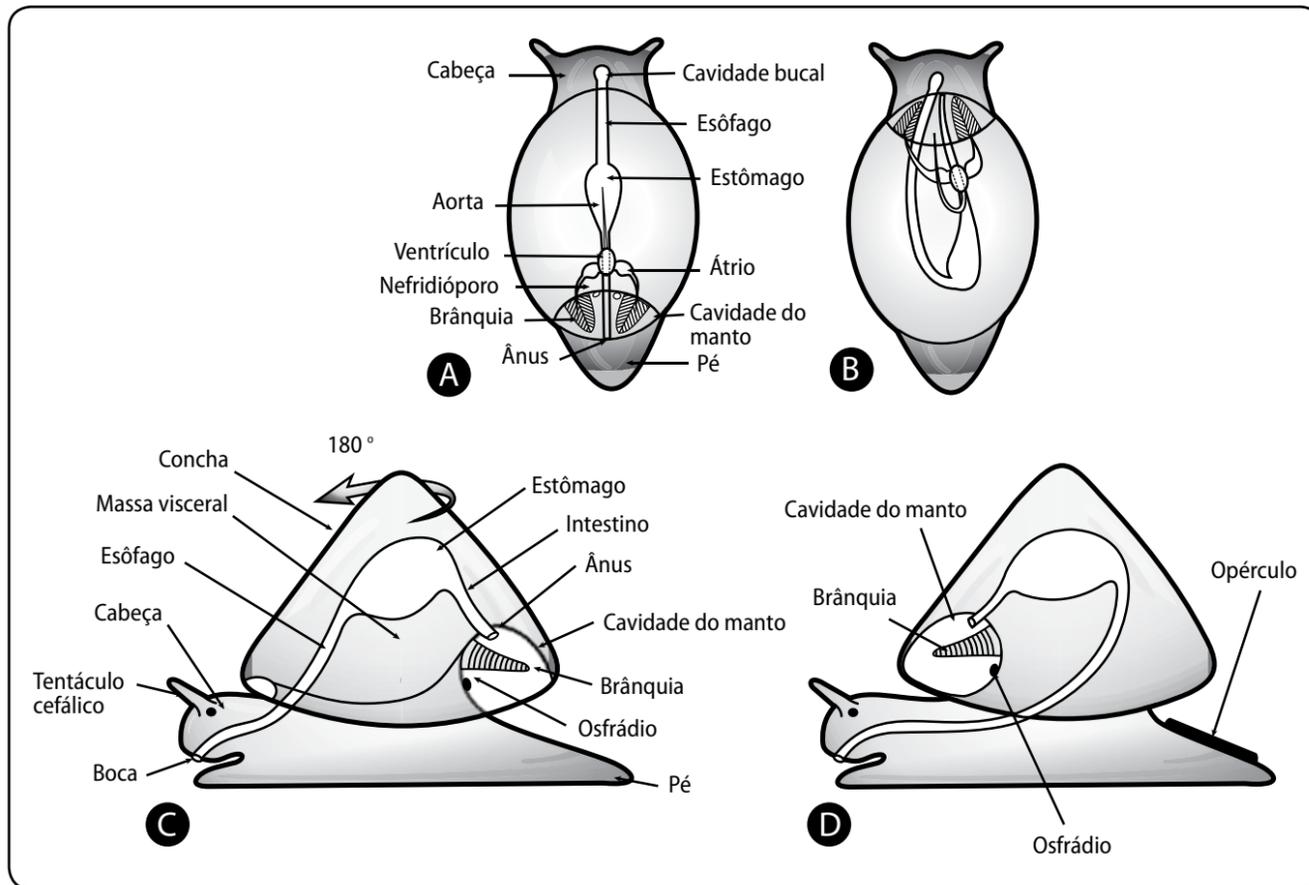


Figura 2.7 - Gastrópodo marinho mostrando a organização interna, posição da concha e processo da torção. (A) e (B) representam a vista dorsal, (C) e (D) a vista lateral. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 347).

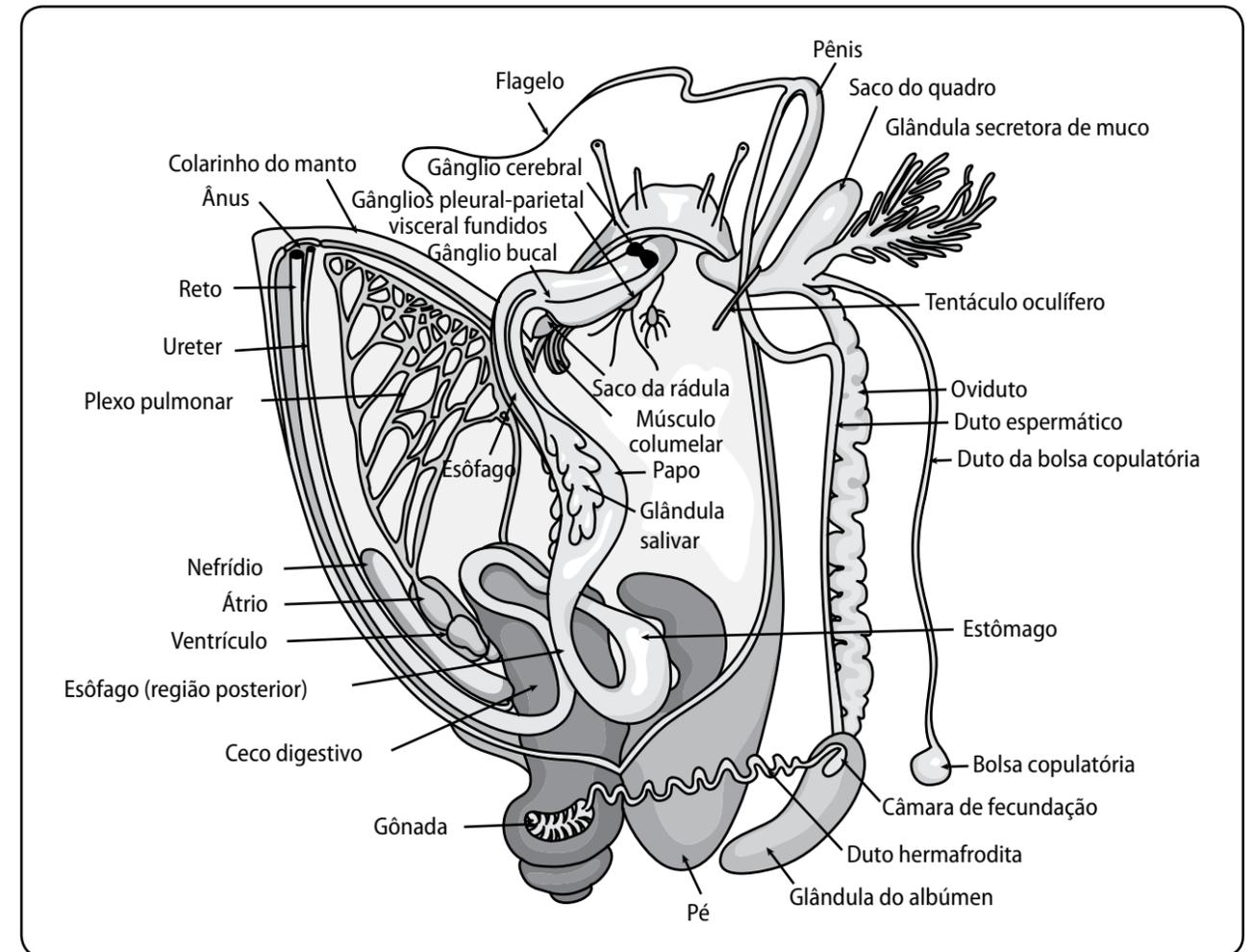


Figura 2.9 - Gastrópodo terrestre em dissecção dorsal (concha removida), com vista da organização interna. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 371).

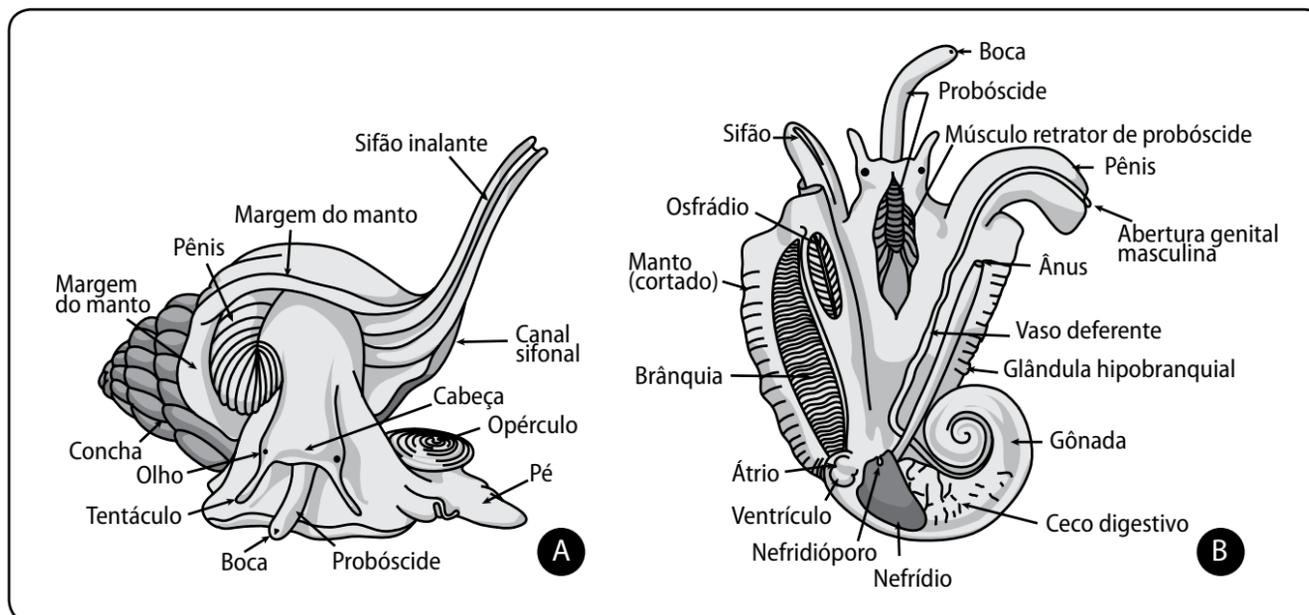


Figura 2.8 - Gastrópodo marinho: (A) vista do animal inteiro, com concha; (B) vista da organização interna após a dissecção. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 345).

2.7 Classe Cefalópodos

São exemplos desse grupo o polvo, a lula (Figura 2.12), o náutilo (Figura 2.13) e as sépias. É um grupo com poucas espécies existentes, entretanto seu registro fóssil é muito rico. A maioria dos cefalópodos são pelágicos e excelentes nadadores. A cavidade do manto é preenchida de água e por pressão muscular, a água é expelida pelo sifão ou funil que fica junto à cabeça (ver setas nas Figuras 2.12 e 2.14). O sistema funciona como hidrojato e o sifão é móvel, dando alta mobilidade e dirigibilidade para as lulas.

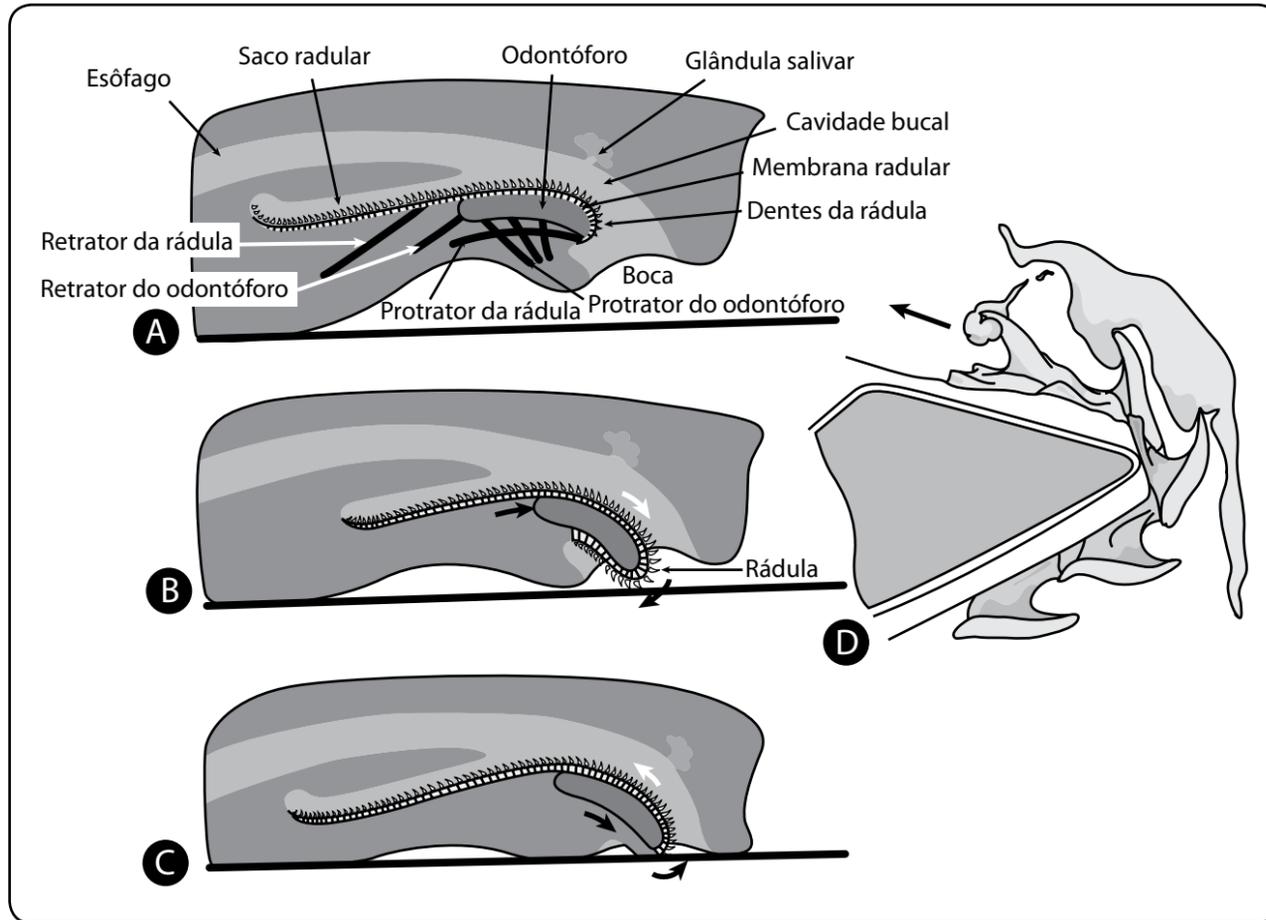


Figura 2.10 - Funcionamento da rádula: (A) esquema da abertura bucal com visão da rádula, saco radular e odontóforo; (B) esquema da rádula sendo protraída da cavidade bucal; (C) esquema dos dentes da rádula tocando o substrato; (D) detalhe mostrando o efeito de cada dente no ato de raspagem da superfície alimentar. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 328).

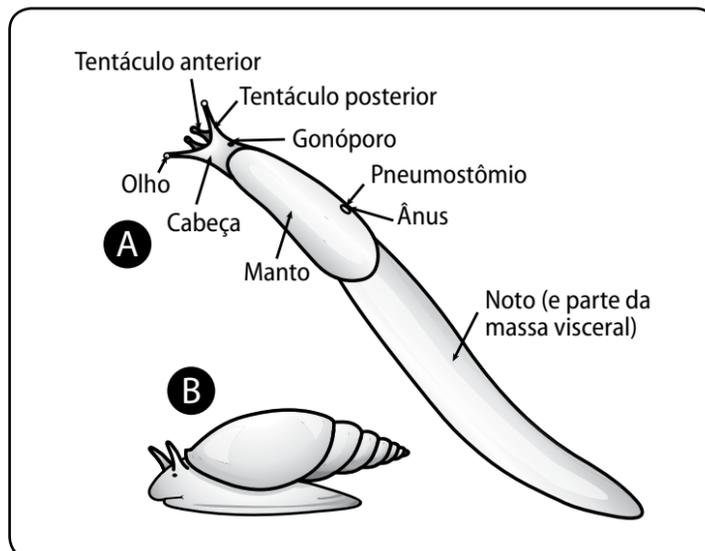


Figura 2.11 - (A) Desenho esquemático de uma lesma, dos gastrópodos sem concha; (B) Gastrópodo com concha. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 358).

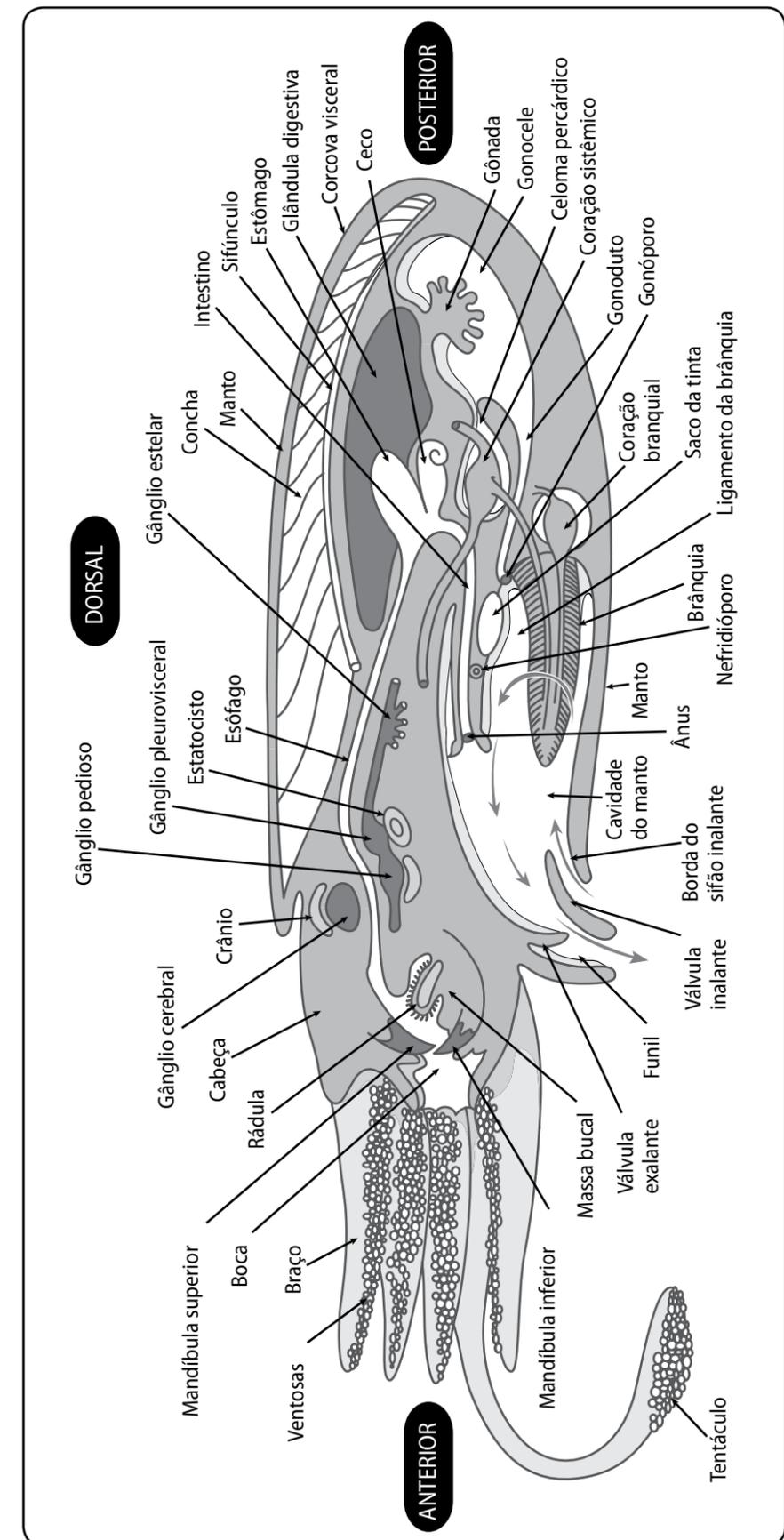


Figura 2.12 - Esquema da organização interna, em vista lateral, de uma lula. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 399).

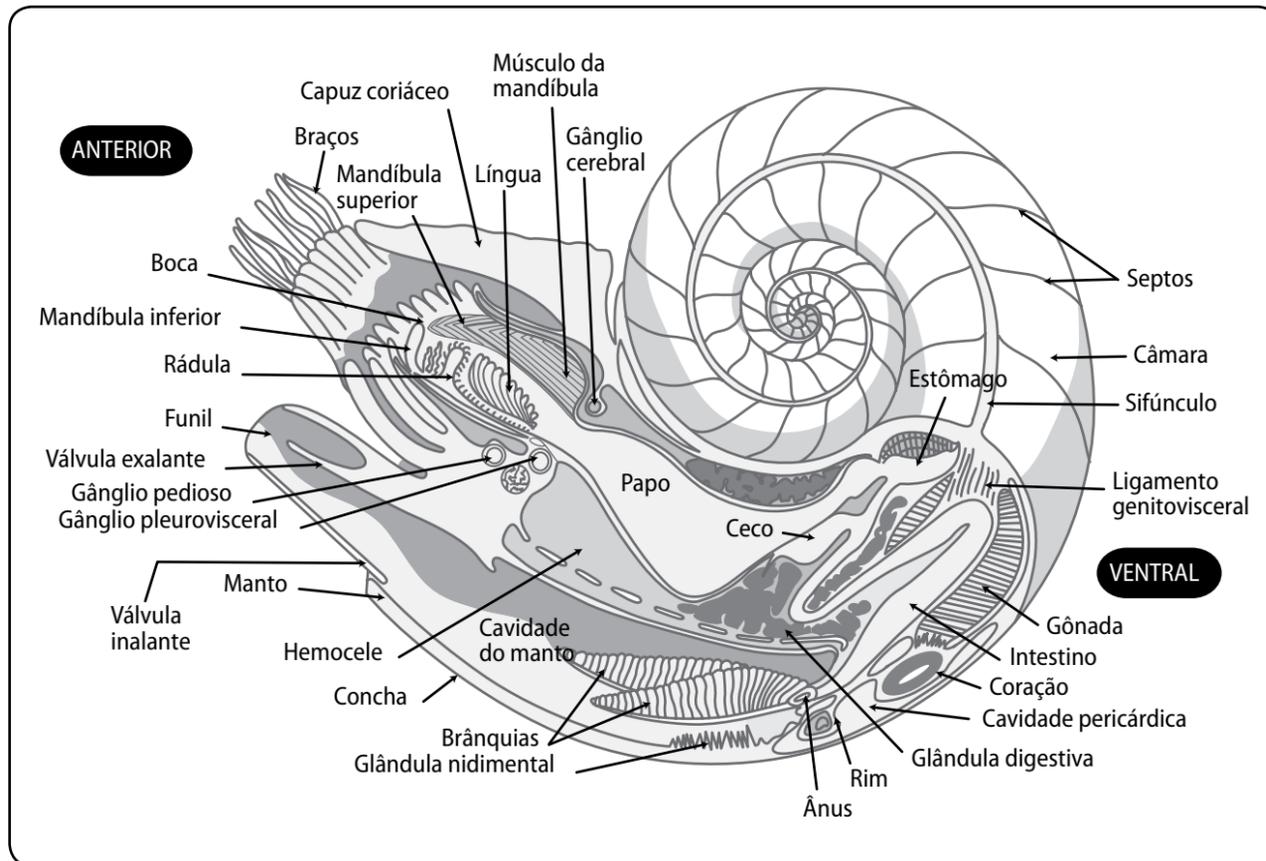


Figura 2.13 - Esquema da organização interna de um náutilo em vista lateral. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 400).

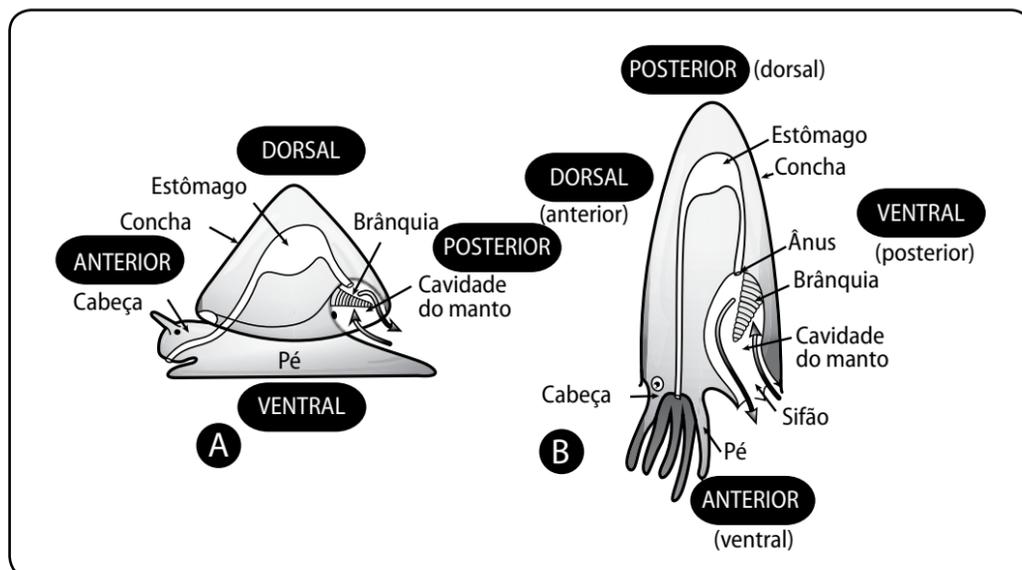


Figura 2.14 - Vista esquemática da anatomia de: (A) um gastrópodo; (B) um cefalópodo. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 398).

2.8 Classe Bivalves

Os berbigões que habitam os sedimentos marinhos, as ostras nas raízes dos mangues e os mexilhões nos costões são exemplos de bivalves de interesse econômico. Existem também muitas espécies com importância ecológica nas comunidades marinhas que coexistem, e poucas espécies são encontradas em rios e lagos. A concha é formada por duas valvas, posicionadas nos lados direito e esquerdo do corpo do molusco, conectadas por ligamentos e músculos adutores (Figura 2.15). As conchas não deslizam umas sobre as outras devido à presença de dentes na **charneira**.

Charneira
Área dorsal abaixo do umbo dos moluscos bivalves, na qual se localizam os dentes e as fossetas, permitindo a articulação das valvas entre si como uma dobradiça.

Os Teredinídeos são bivalves que possuem as conchas modificadas para a escavação mecânica da madeira (Figura 2.17). A digestão da celulose da madeira é realizada por bactérias simbióticas que, ao realizarem esse trabalho, doam nutrientes para o hospedeiro.

2.9 Classe Escafópodos

São moluscos com pouco mais de 900 espécies bentônicas marinhas. A concha desses organismos é tubular curvada e o animal fica com a região anterior voltada para o interior do sedimento, em um hábito sedentário. No sedimento, com o uso dos captáculos, coletam a matéria orgânica que serve como alimento. A extremidade posterior de menor diâmetro fica voltada para cima na coluna de água (Figura 2.18). São moluscos muito adaptados, com rádula e probóscide, mas sem ctenídios.

Encerrando o estudo dos moluscos, destacamos a história evolutiva do grupo, a qual é muito rica devido à presença das conchas que fornecem um importante registro fóssil. Também devemos sempre lembrar do potencial desses organismos para nossa alimentação, tanto a partir da maricultura como a partir da pesca.

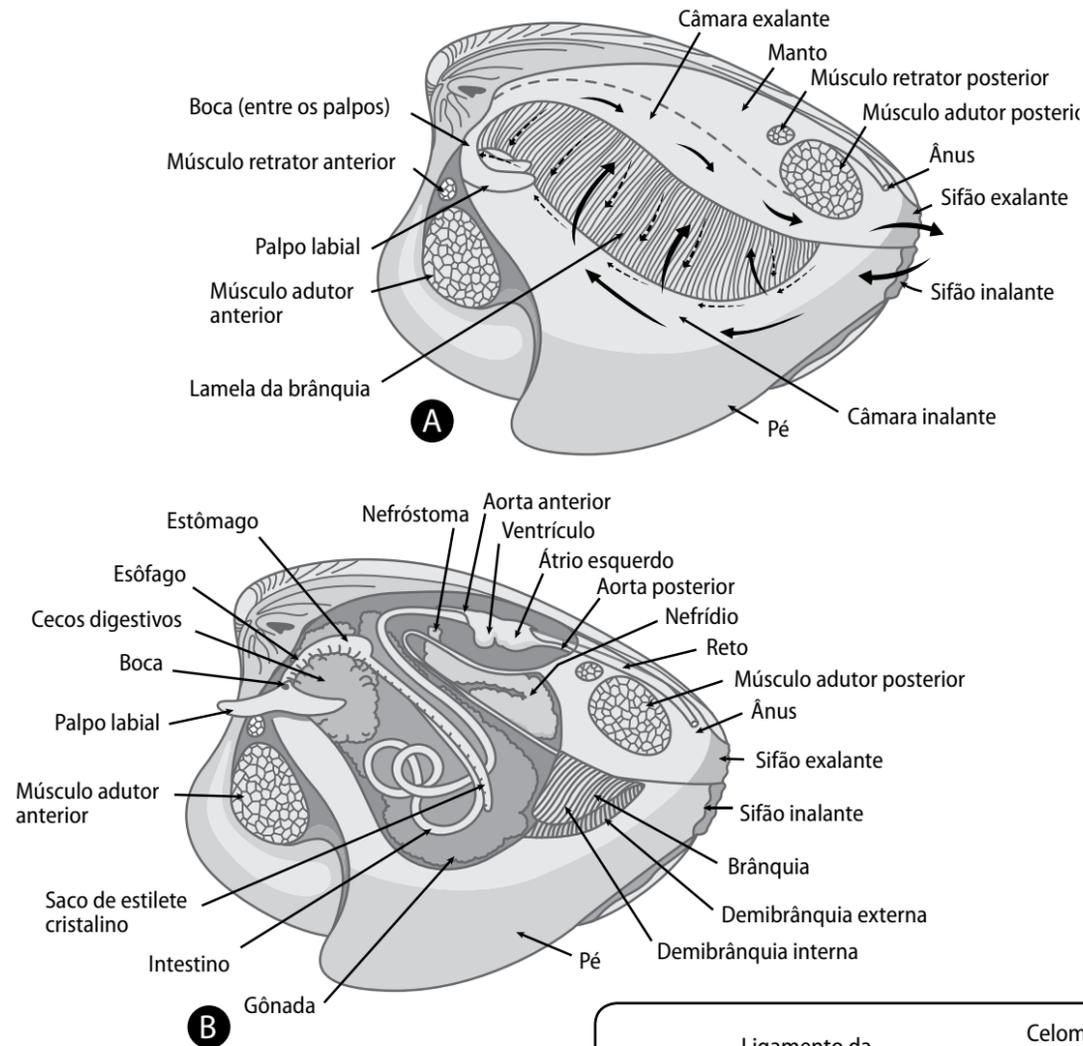


Figura 2.15 (acima) - Organização interna de bivalves: (A) concha direita com as brânquias cobrindo a massa visceral; (B) brânquias removidas, com o tubo digestório à vista. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 427).

Figura 2.16 (à direita) - Corte transversal de bivalve lamelibrânquio. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 428).

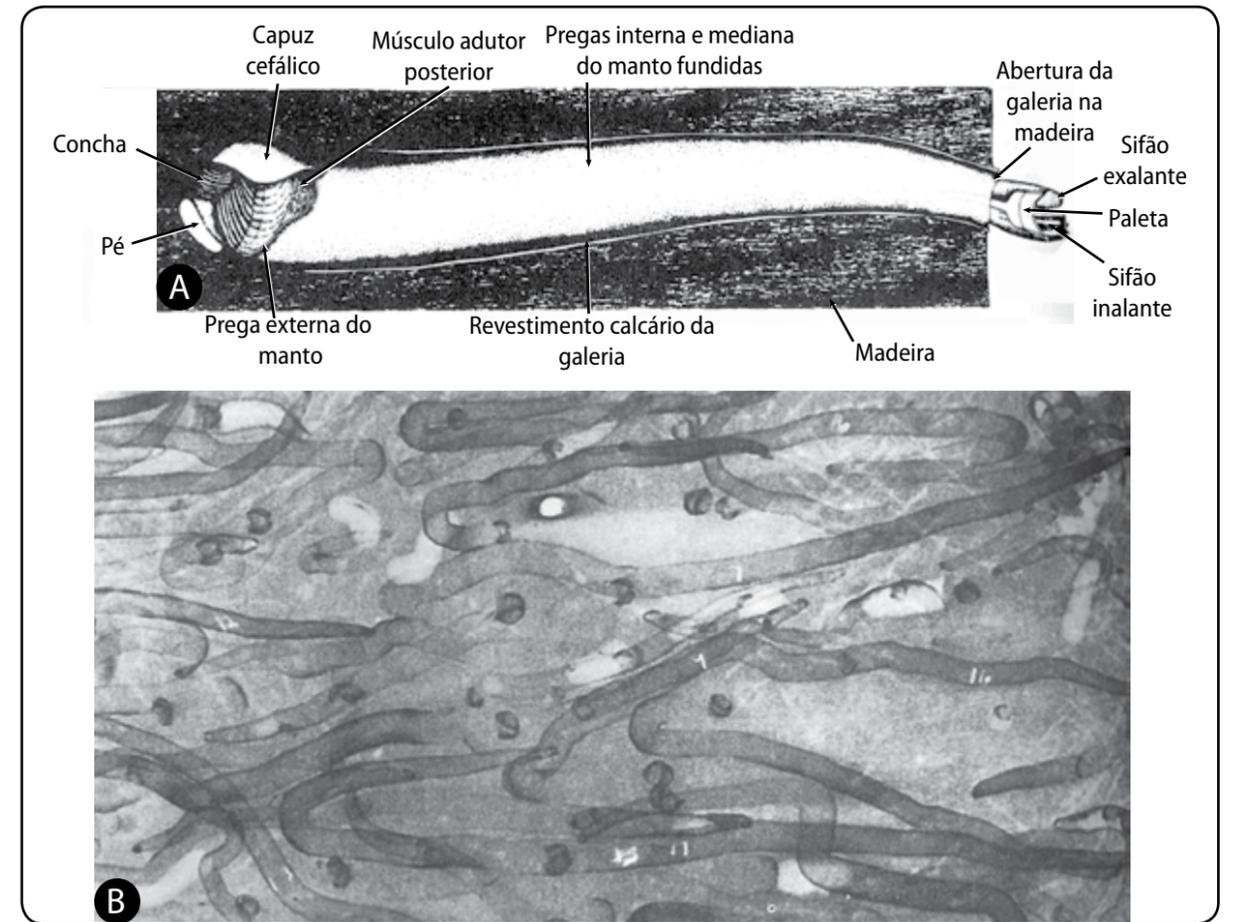
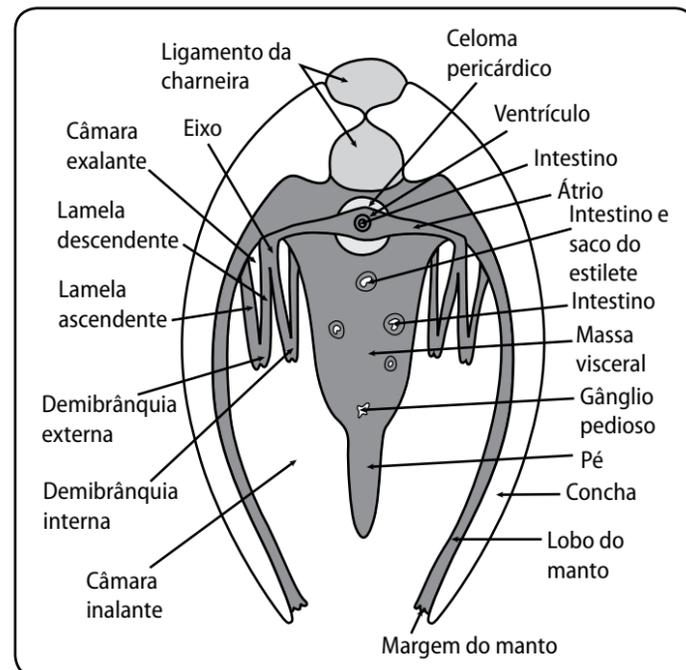


Figura 2.17 - (A) Esquema da morfologia de um bivalve teredinídeo; (B) radiografia com vários indivíduos perfuradores de madeira. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 460).

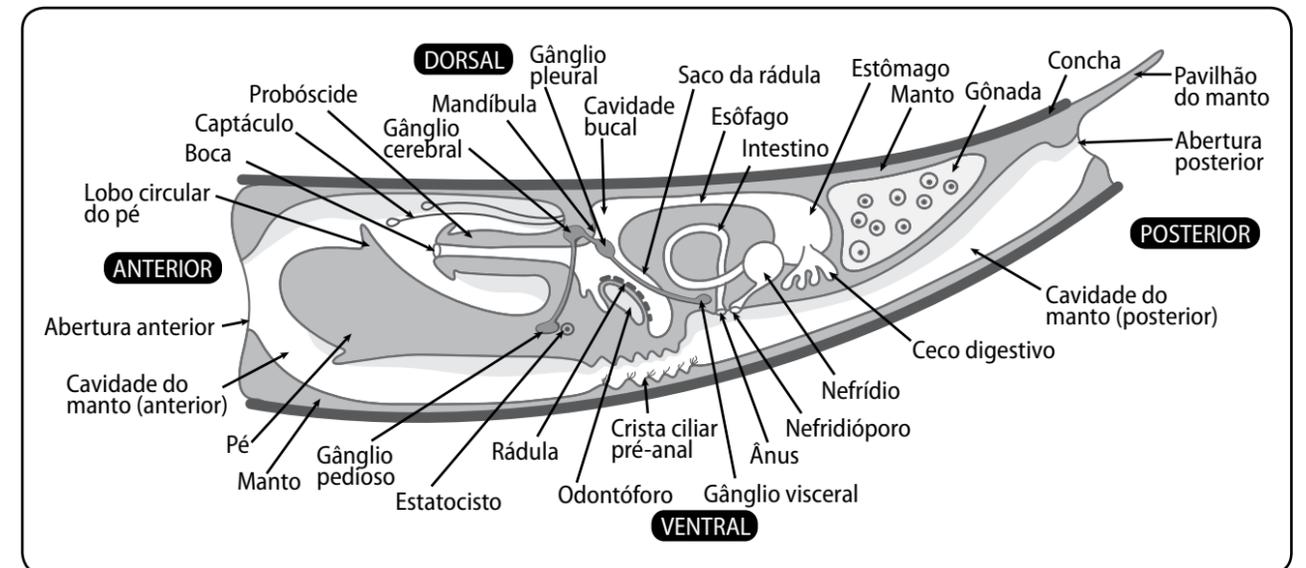


Figura 2.18 - Esquema da morfologia interna de um escafópodo. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 471).

Resumo

Os moluscos são invertebrados bilaterais, protostômios esquizocelomados e hiponeuros. Apresentam uma concha calcária. A maior diversidade morfológica do grupo é observada nos ecossistemas marinhos. Os moluscos apresentam um plano corporal uniforme com grande variação morfológica nos grupos modernos, dessa forma as características do pé, da concha e do manto são fundamentais para a identificação desses organismos. O estudo da história das Relações Filogenéticas é muito conhecido, pois os fósseis de conchas são muito abundantes. Devido à grande importância econômica os moluscos são cultivados no mar e representam uma fonte de alimento muito promissora.

Referências

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados**. Uma abordagem funcional evolutiva. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005. 1145 p.



Os Vermes Celomados - Filos Equiúros, Sipúnculos e Anelídeos Poliquetos

Esse capítulo tem como objetivo caracterizar o grupo dos vermes celomados (esquizocelomados protostômios), principalmente pelas suas afinidades anatômicas e por compartilhar o habitat de fundos moles marinhos. Serão abordados diferentes aspectos da biologia enfocando o papel ecológico desses organismos no ambiente bentônico e nas cadeias alimentares marinhas.

Esqueleto hidrostático

Estrutura corporal formada por músculos da parede do corpo e pressão dos líquidos das cavidades corporais.

Detritívoros

Organismos que se alimentam de detritos ou partículas residuais de origem orgânica.

Celoma

Cavidade do corpo dos animais triploblásticos, revestida pelo peritônio de origem mesodérmica.

3.1 Introdução

A palavra “**verme**” foi utilizada pela primeira vez por Haeckel em 1866, na proposta de “Árvore Filogenética” do Reino Animal. O grupo dos Vermes foi criado para reunir todos os animais invertebrados que eram muito mais longos do que largos. Constituíram um grupo artificial de animais sem relações filogenéticas claras, apenas as semelhanças da forma geral do corpo os reuniam.

Os filos pertencentes a esses invertebrados são pouco familiares, compartilham várias características anatômicas, como por exemplo, uma cavidade do corpo ou cavidade celomática verdadeira, todos são bentônicos e vivem nos substratos marinhos. Com o uso da musculatura da parede do corpo associada à pressão do líquido celomático, produzem um **esqueleto hidrostático** para escavação dos sedimentos marinhos. As ondas de contração muscular passam pelo corpo alongando e, contraindo alternadamente regiões de segmentos, ajudam o animal a deslocar-se, escavar galerias, realizar trocas gasosas e eliminação de excretas no caso das espécies tubícolas. Os vermes celomados possuem um importante papel nas cadeias alimentares marinhas: são **detritívoros** e transformam a matéria orgânica. Como habitantes do fundo do mar podem ser ingeridos por algum peixe predador, ou seja, sua energia e biomassa passam para níveis tróficos superiores.

A condição celomada de construção do corpo já foi tratada anteriormente na Disciplina de Zoologia I, no caso da rincelele de nemertinos. Um **celoma** espaçoso representa um ganho de funcionalidade, especialmente no que diz respeito à eficiência do

transporte interno. Entenda-se por transporte interno, as vias de circulação de materiais, sejam gases das trocas gasosas ou produtos e subprodutos do metabolismo. A cavidade do corpo verdadeira (ou euceloma) originada da mesoderme ocorre de duas formas: origem esquizocélica e origem enterocélica. Os vermes celomados de que trata o presente Capítulo apresentam o meio de formação do celoma como “fendas” (= esquizo) das massas de células mesodermiais que surgem durante o desenvolvimento embrionário (Figura 3.1). Esquizo e enterocelomados apresentam a cavidade celomática delimitada por membrana própria, também de origem mesodermal, chamada peritônio. Os enterocelomados serão tratados com mais detalhes no Capítulo XII.

Os vermes celomados sipúnculos (Figuras 3.2 e 3.3) e equiúros (Figuras 3.4 e 3.5) apresentam poucas espécies, entretanto os poliquetos, do Filo Anelídeos (Figuras 3.6, 3.7 e 3.8 adiante), são muito diversificados, com mais de 10 mil espécies descritas. Os sipúnculos e os equiúros não são segmentados. Por outro lado, os equiúros e os poliquetos se assemelham por apresentarem **cerdas** epidérmicas (Figura 3.4). Os poliquetos apresentam o tronco segmentado com maior ou menor grau de regionalização ou **tagmatização**, característica que diferencia esse grupo dos sipúnculos e equiúros. Mais características que os vermes celomados compartilham: são bilaterais, esquizocelomados, protostômios, hiponeuros com introverte, faringe **eversível** ou **probóscide** no início do tubo digestivo, clivagem espiral e larva trocófora. O grande destaque

Cerdas

Peças duras de origem epidérmica, feitas de escleroproteína e quitina. A principal função das cerdas é dar tração ao verme quando este se desloca pelo fundo do mar.

Tagmatização

Fusão de grupos de segmentos com o objetivo de desempenhar funções diferentes na vida dos animais, tais como: locomoção, captura da presa, filtragem do alimento, sensibilidade a vários tipos de estímulos, troca gasosa, copulação, entre outras.

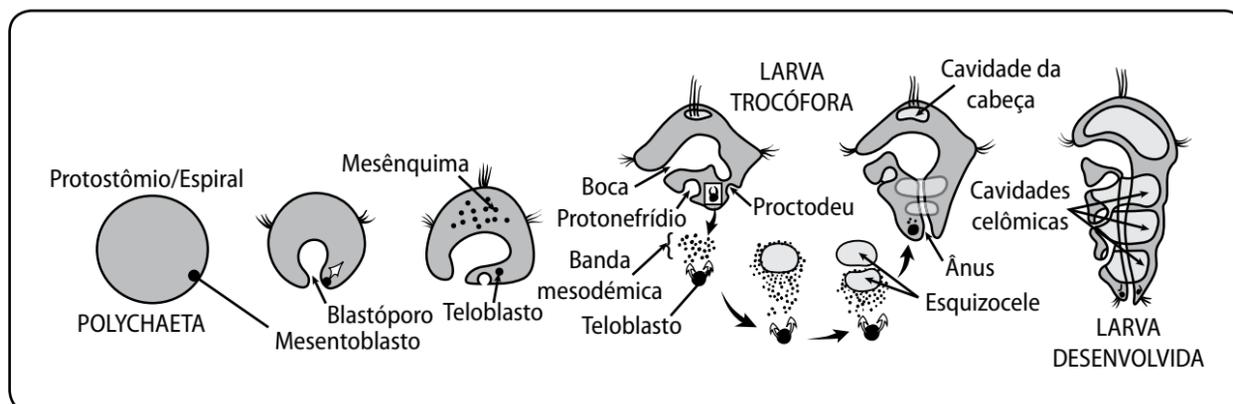


Figura 3.1 - Sequência de desenvolvimento embrionário e formação dos esquizocelomas de um poliqueto. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 251).

nos vermes celomados é o funcionamento do mecanismo de escavação dos fundos marinhos e o papel ecológico desses animais nas cadeias alimentares marinhas.

Probóscides versus Introvertes

Em alguns grupos de invertebrados, é comum ocorrer um órgão acessório ou um prolongamento eversível do tubo digestivo, que se torna funcional no ato da ingestão de alimentos. Em Nemérteos, a probóscide everte-se e pode ser retraída em cavidade própria, ou seja, não é associada ao tubo digestivo. Em Poli-

quetos, a faringe eversível torna-se uma introverte, pois a boca está contida nessa estrutura, a qual pode ser evertida de dentro do tronco. O alimento obtido é ingerido através da introverte, que contém a porção mais anterior do tubo digestivo. No caso de Equiúros, a porção mais anterior chama-se prostômio (Figuras 3.4 e 3.6), pois é uma parte do corpo situada à frente da boca.

3.1.1 Revestimento e sustentação

Todos os vermes celomados possuem o revestimento externo do corpo composto por uma cutícula de origem epidérmica. A estrutura da parede do corpo das diversas espécies desse grupo varia no arranjo da musculatura, como respostas adaptativas para os variados modos de vida. O esqueleto hidrostático é importante para a sustentação do corpo, tanto nas espécies escavadoras como nas espécies com hábitos sedentários tubícolas.

3.1.2 Locomoção

A maioria dos vermes celomados é sedentária, entretanto alguns possuem pouca mobilidade no fundo do mar. Entre os vermes celomados, os poliquetos se destacam por apresentarem movimentos muito rápidos no fundo do mar usando **parapódios**, e existem poucos nadadores do plâncton. As cerdas existentes ao longo do corpo dos vermes são estruturas duras que dão a tração para o deslocamento nos sedimentos marinhos.

3.1.3 Sistemas de transportes internos

O tubo digestivo é completo, se diferenciando nas diversas famílias, alguns são mais regionalizados que outros devido a diferentes dietas alimentares. A porção anterior do tubo digestivo, ou **faringe**, pode ser evertida como uma introverte. Os poliquetos podem

Parapódios

Apêndices segmentares carnosos de poliquetos, laterais, que levam as cerdas e que podem ter a forma de remos.

Faringe

Porção anterior do tubo digestório dos poliquetos, que pode ser evertida durante o ato da alimentação; apresenta formas variadas, dotada ou não de dentes e ornamentações.

apresentar vários graus de modificação da região cefálica adaptados para a alimentação, os detritívoros seletivos e filtradores possuem tentáculos; algumas espécies são predadoras e muitas são onívoras. As trocas gasosas são realizadas na maioria das vezes pelo tegumento, apesar de serem observadas brânquias na maioria das espécies de poliquetos. O sistema circulatório é fechado, com vasos ventrais e dorsais longitudinais nas formas macroscópicas, e está ausente em formas microscópicas. Os pigmentos respiratórios especializados podem estar dispersos no celoma. Metanefrídios são responsáveis pela excreção, removendo subprodutos do metabolismo, como amônia, que fica dissolvida no celoma (Figura 3.7 adiante).

3.1.4 Sistemas sensorial, nervoso e endócrino

O aparato sensorial externo é mais visível nos poliquetos, em grupos nos quais esse aparato é pobre toda a parede do corpo pode receber os estímulos ambientais. Algumas espécies de poliquetos apresentam manchas oclares. Um órgão quimiorreceptor chamado **órgão nucal**, pode estar presente. Na maioria, os estatocistos são responsáveis pelo equilíbrio. O modelo básico do sistema nervoso é um anel nervoso anterior com conectivos perifaringeanos e um cordão nervoso ventral longitudinal de onde partem terminações responsáveis pelas ações e reações desses animais. As neurosecreções são hormônios que controlam o crescimento e o processo reprodutor.

3.1.5 Reprodução e desenvolvimento

Os vermes celomados são organismos dioicos com ou sem gônadas permanentes. Os gametas ficam no celoma madurando e são liberados através dos **nefridióporos**. Na maioria dos casos, ocorre a fecundação externa, na água do mar, e há a formação de uma larva trocófora. Nas fases larvais, esses organismos dispersam-se em grandes distâncias juntamente com a comunidade planctônica. Algumas espécies de poliquetos fazem regeneração. Os poliquetos se reproduzem através de epitoquia, que é uma estratégia exclusiva pela qual formas assexuadas são geradas para posteriormente produzirem gametas.

• **Órgão nucal**
• Órgão quimiossensorial
• situado na borda posterior do
• prostômio dos poliquetos.

• **Nefridióporos**
• São poros excretórios.

3.2 Filo Sipúnculos – Estrutura Geral

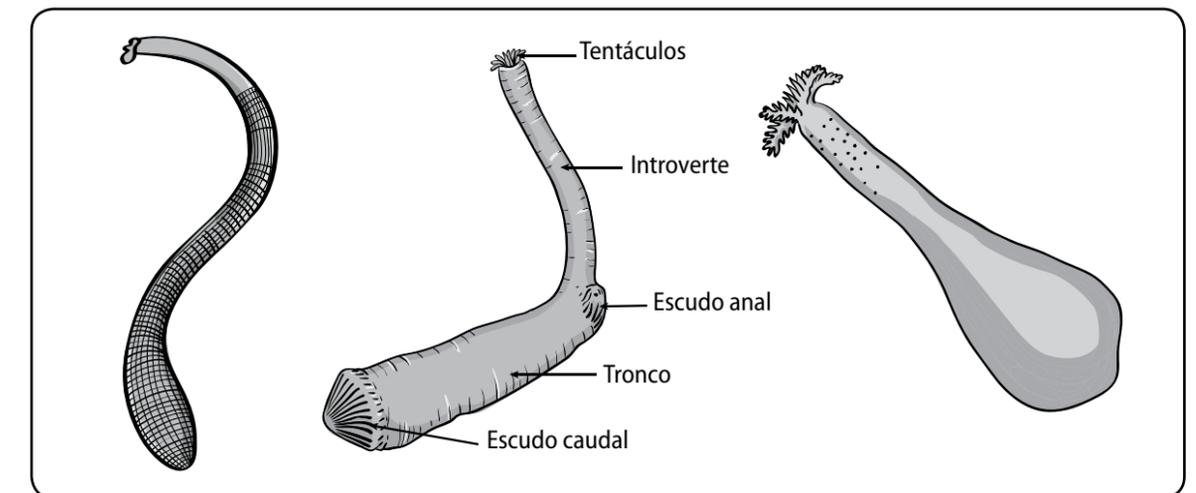


Figura 3.2 - Três tipos morfológicos de sipúnculos. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 574).

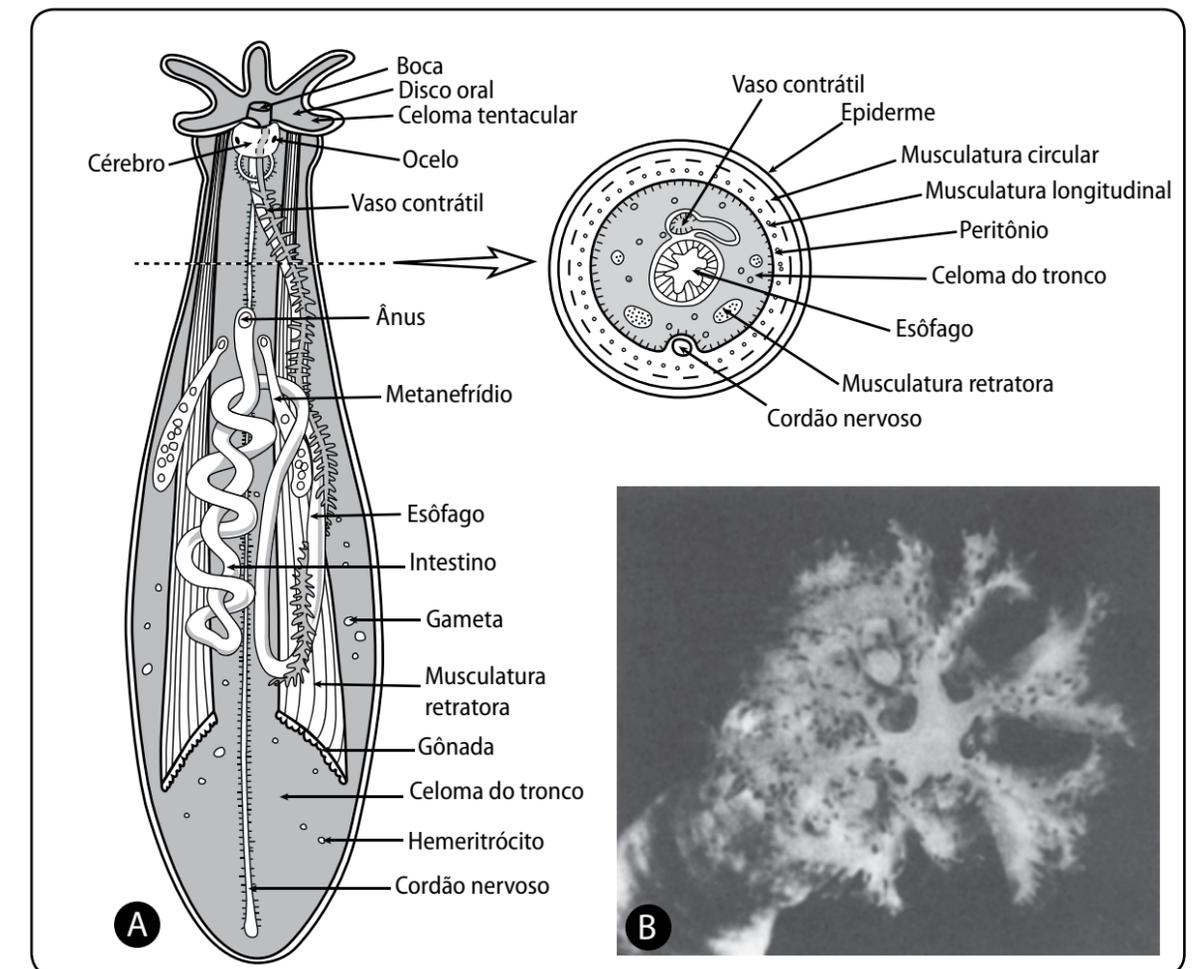


Figura 3.3 - (A) Esquema de morfologia interna de sipúnculo em corte transversal; (B) foto mostrando os tentáculos orais distendidos. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 575).

3.3 Filo Equiúros – Estrutura Geral

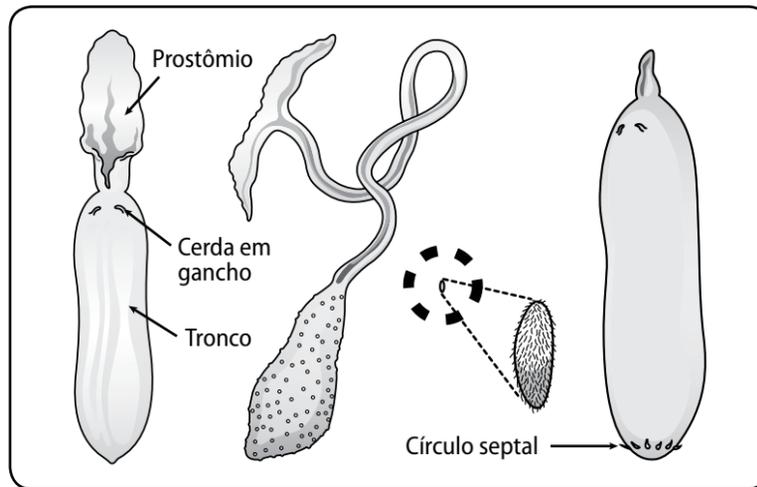


Figura 3.4 - Tipos morfológicos com indicação das principais regiões do corpo. O círculo pontilhado indica um macho (da mesma espécie da fêmea à esquerda, no centro da figura) de tamanho reduzido. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 567).

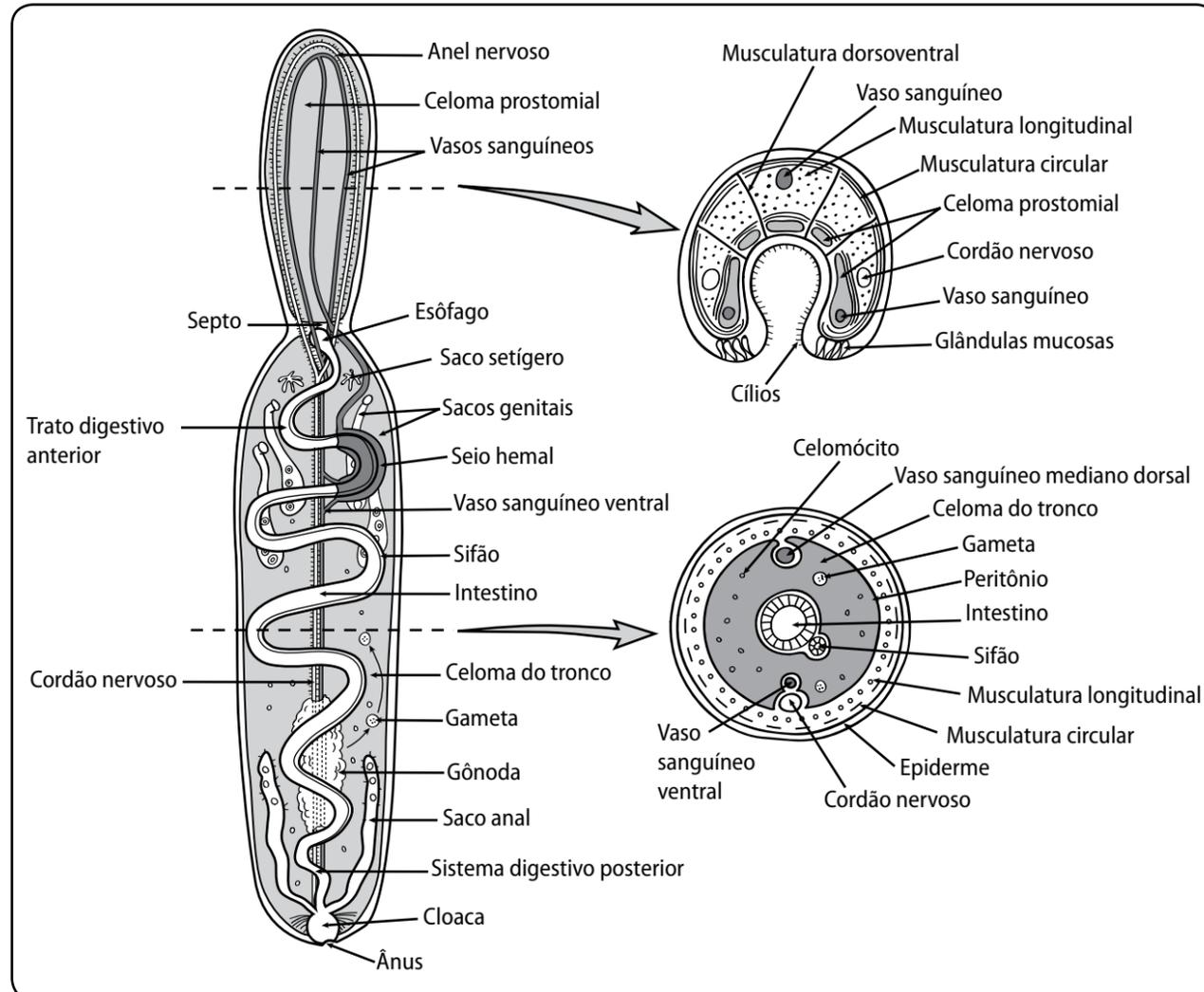


Figura 3.5 - Esquema de morfologia interna de equiúros em cortes transversais. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 570).

3.4 Classe Poliquetos (Filo Anelídeos) – Estrutura Geral

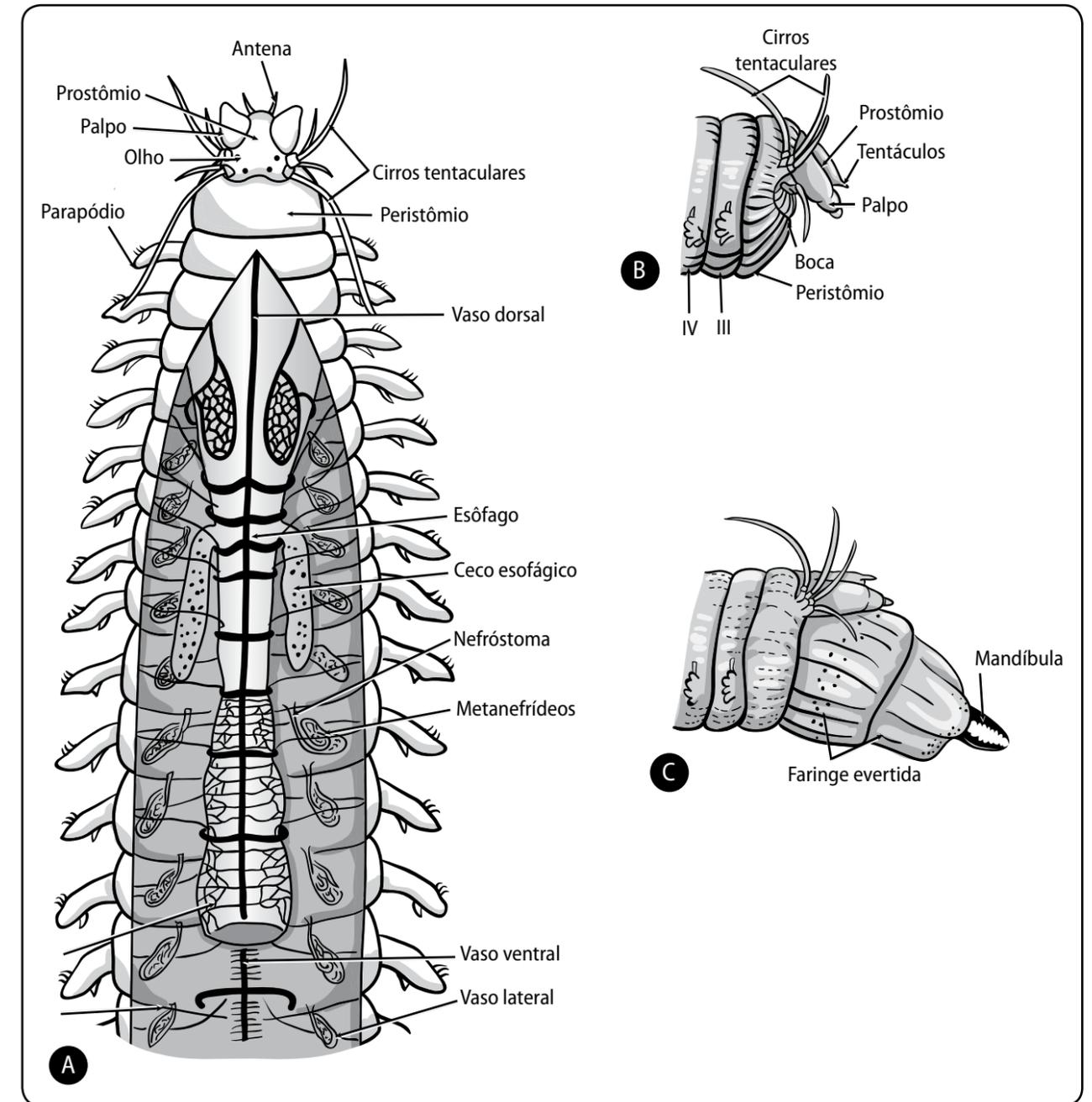


Figura 3.6 - (A) Anatomia de poliquetos neredídeos, em vista dorsal dissecada; (B) Cabeça em vista lateral; os números romanos referem-se aos segmentos. (C) Cabeça em vista lateral com faringe (probóscide) evertida. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 494).

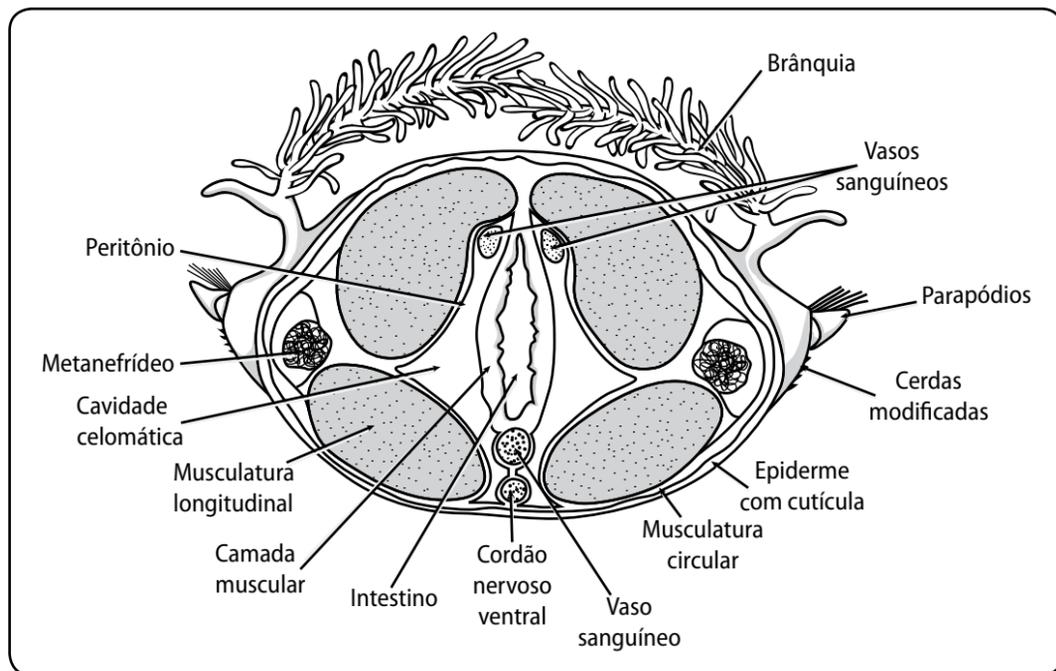


Figura 3.7 - Corte transversal de poliqueto mostrando as camadas da parede do corpo e a organização interna. (Adaptado de BLANKENSTEYN; 2006, p. 118).

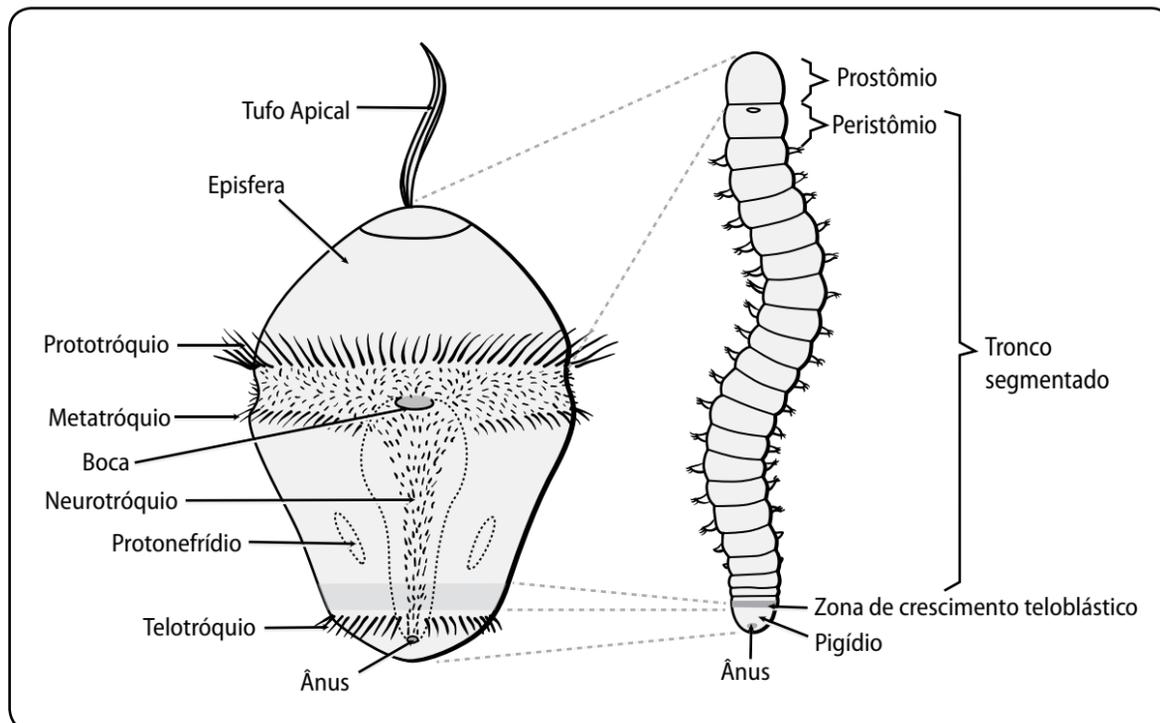


Figura 3.8 - Larva trocófora com projeção do desenvolvimento do tronco segmentado. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 483).

Resumo

Os vermes celomados são invertebrados bilaterais, protostômios esquizocelomados, hiponeuros, segmentados ou não e sem exoesqueleto duro. A maior diversidade morfológica do grupo é observada nos ecossistemas marinhos em que o grupo participa ativamente das cadeias alimentares. As principais características morfológicas e ecológicas desses vermes dizem respeito ao esqueleto hidrostático e à vida nos sedimentos marinhos. Também se destaca a importância filogenética dos anelídeos como prováveis ancestrais de artrópodos e moluscos.

Referências

BLANKENSTEYN, ARNO. Capítulo 9: Os Anelídeos.

In: RIBEIRO-COSTA, C. S.; ROCHA, R. M. da (Orgs.).

Invertebrados: Manual de aulas práticas. 2. ed. Ribeirão Preto, SP: Holos, 2006. p. 118.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados**. Uma abordagem funcional evolutiva. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005. 1145 p.



Os Clitelados - Os Anelídeos Oligoquetos e Hirudíneos

Nesse capítulo você entenderá o sistema hermafrodita dos clitelados, bem como as questões populacionais e evolutivas relacionadas com o modelo monoico de reprodução. Você também compreenderá os aspectos ecológicos envolvidos na dieta hematófaga das sanguessugas e no trabalho das minhocas na escavação dos solos.

Ventosas
Estrutura circular, muscular, que tem função de fixação e locomoção e representa fusão de segmentos anteriores e posteriores.

Cerdas
Estrutura quitinosa de origem epidérmica dos anelídeos, presentes apenas nos oligoquetos.

Clitelo
Segmentos mais espessos do corpo de certos anelídeos, cuja função é secretar um material viscoso para a cópula e que forma o casulo no qual são depositados os óvulos.

4.1 Introdução

Os clitelados compõem outro grande grupo de anelídeos e incluem as minhocas (oligoquetos) e as sanguessugas (hirudíneos). São organismos vermiformes de corpo mole, dotados de muita movimentação. A base morfológica externa dos clitelados é um tronco segmentado de anelídeos, sendo que nas sanguessugas há mais variações, principalmente devido à formação de **ventosas**. Para o processo de alimentação e digestão as sanguessugas dispõem de adaptações anatômicas e fisiológicas. A segmentação da maioria dos oligoquetos é completa, com septos intersegmentares; apenas nas sanguessugas a cavidade do corpo é única, ou seja, não ocorrem septos intersegmentares. Os clitelados não apresentam muitos apêndices sensoriais e nem locomotores; oligoquetos possuem poucas **cerdas**. As sanguessugas apresentam número fixo de segmentos e não possuem cerdas. Os clitelados são anelídeos que compartilham uma característica interessante: são hermafroditas, mas sem autofecundação.

O nome “clitelados” é originado da presença de um **clitelo**. Nos oligoquetos maduros sempre é possível visualizar o anel esbranquiçado, ou clitelo. Nos hirudíneos, esse só aparece na época da reprodução. O sucesso do hermafroditismo das minhocas terrestres é ligado às limitações impostas pelo ambiente, além do fato de haver necessidade do encontro de dois vermes para estes procederem à reprodução, esse encontro pode ser dificultado por questões de baixas densidades populacionais.

As trocas gasosas são tegumentares na maioria das espécies. A circulação é fechada em vasos e com “corações” nas grandes minhocas; nas sanguessugas o sistema é hemocelômico e a hemoglobina está presente em ambos os grupos. A excreção se dá por meio de muitos metanefrídeos. O sistema nervoso é um conjunto de gânglios cerebrais ligados a um cordão nervoso ventral sob o tubo digestivo, com muitas terminações para todas as partes do corpo, como papilas sensoriais dorsais.

4.2 Os Oligoquetos – Estrutura Geral

Nas minhocas terrestres o esqueleto hidrostático atinge a maior eficiência. A separação dos celomas segmentares (Figura 4.2) propicia a formação de ondas de peristaltismo que são responsáveis pela locomoção e escavação (Figura 4.1). A atividade de escavação dos solos proporciona a drenagem e aeração, além da fertilização devido à produção do **húmus**. A morfologia externa é simplificada e a questão mais importante do grupo é o hermafroditismo.

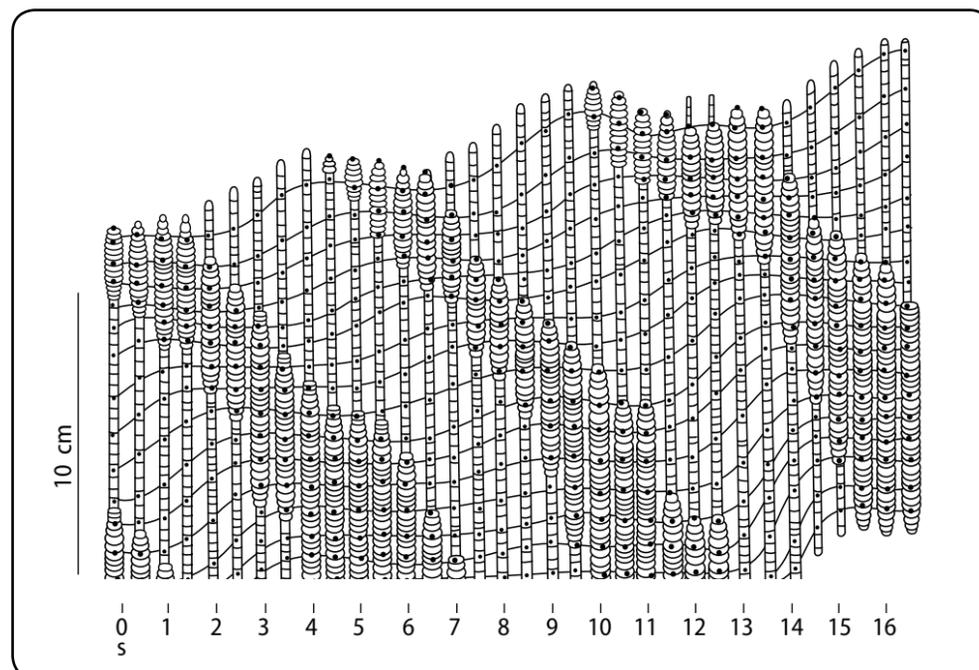


Figura 4.1 - Esquema do funcionamento do esqueleto hidrostático em oligoquetos. Os segmentos marcados com pontos maiores estão sofrendo contração da musculatura longitudinal, formando uma onda de peristaltismo. A consequência do processo é o avanço da minhoca. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 534).

• **Húmus**
 • Produto da defecação das minhocas, um material fertilizante com propriedades coloidais, que auxilia no uso e na conservação dos solos.

A reprodução das minhocas ocorre em várias etapas: a) cópula cruzada para transferência de espermatozoides (Figura 4.3a); b) individualização com cada indivíduo levando uma carga de espermatozoides em espermatecas; c) secreção do casulo no clitelo, através de glândulas mucosas da epiderme; d) liberação do óvulo para dentro do casulo; e) deslizamento do casulo com óvulos para cima das aberturas das espermatecas; f) liberação dos espermatozoides no casulo para fecundação dos óvulos; g) liberação do casulo no ambiente para desenvolvimento dos embriões; h) desenvolvimento direto, ou seja, juvenis saem do casulo (Figura 4.3b).

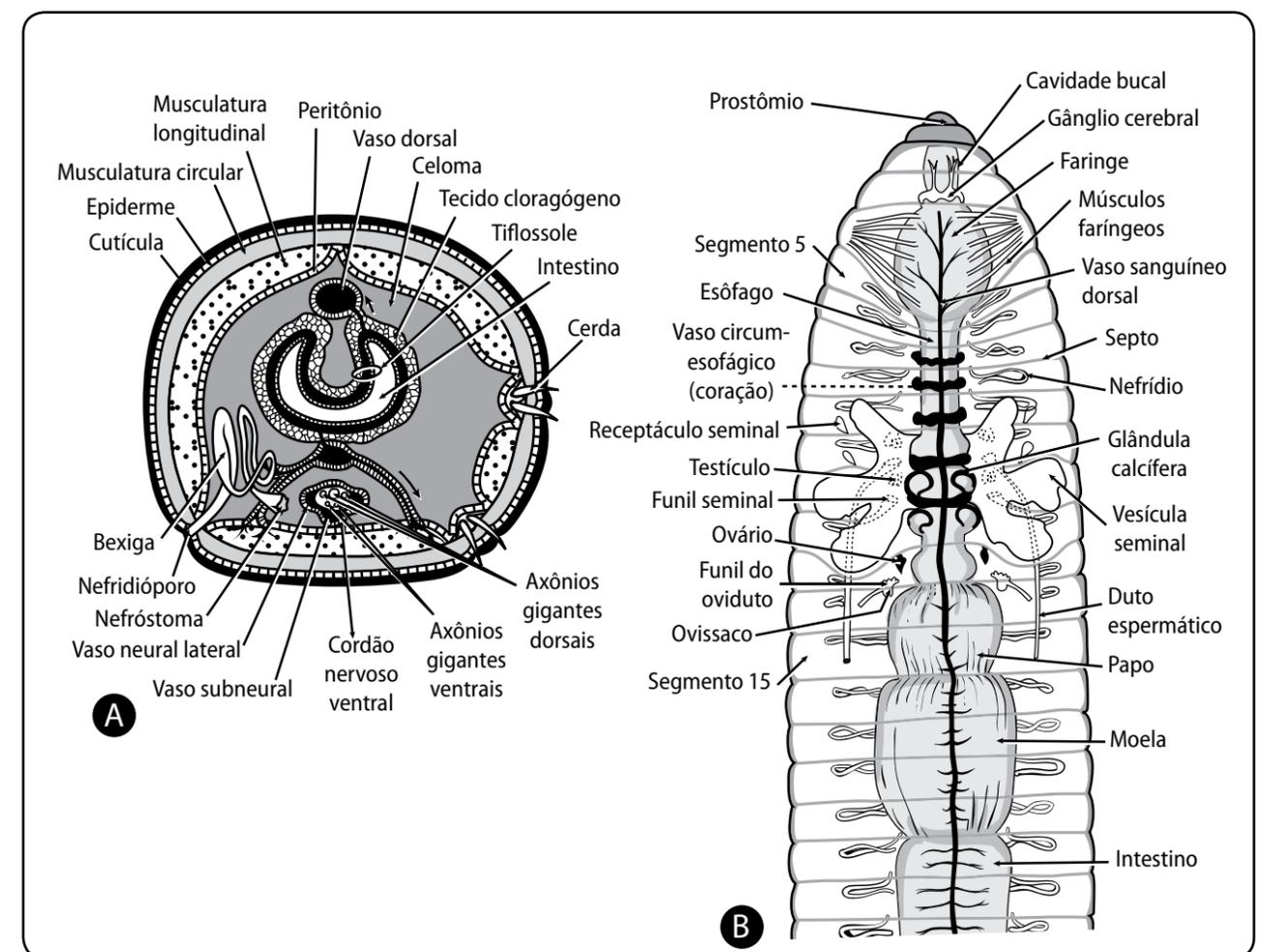


Figura 4.2 - Os oligoquetos: (A) desenho esquemático de uma seção do corpo; (B) vista dorsal dissecada mostrando a organização interna. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 535).

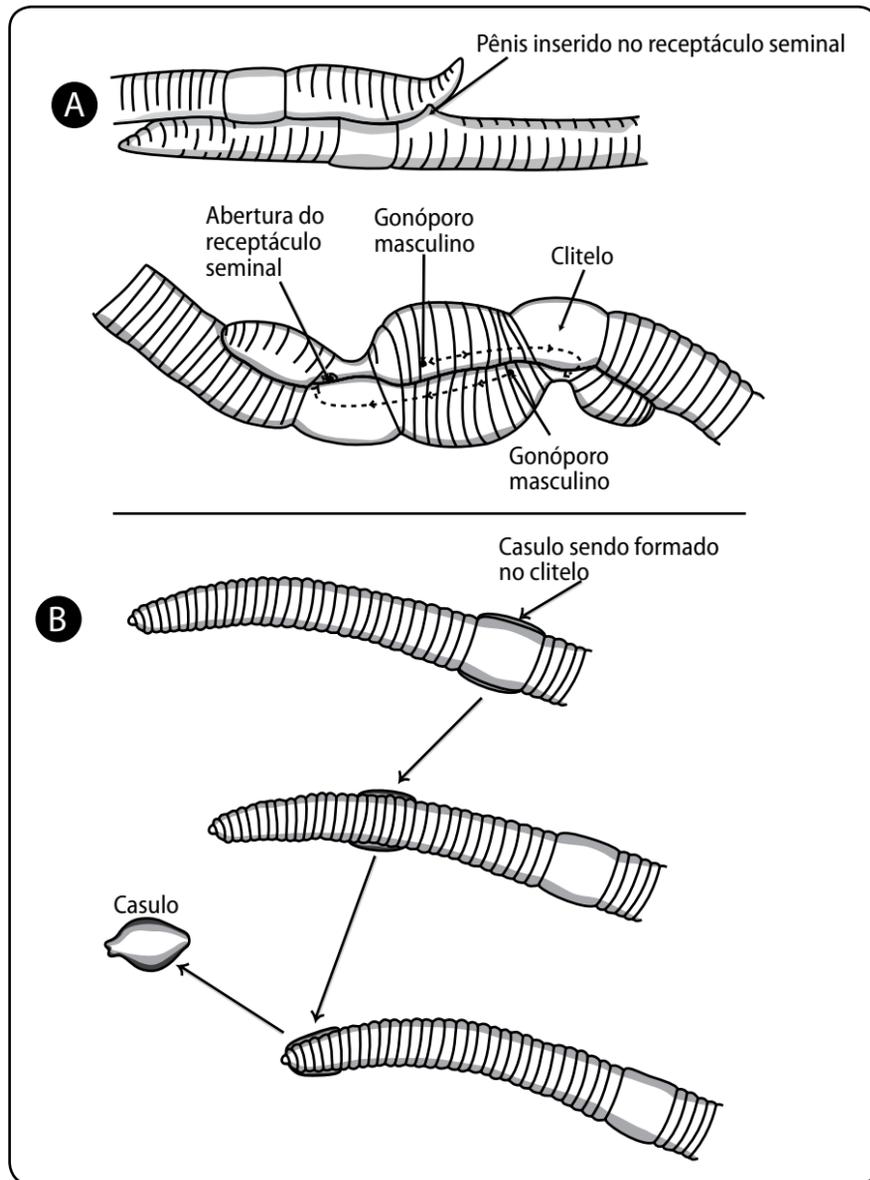


Figura 4.3 – (A) Reprodução em oligoquetos mostrando duas formas de ocorrer a cópula cruzada. (B) Reprodução em oligoquetos: Sequência do processo de liberação do casulo no ambiente. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 542).

4.3 Os Hirudíneos – Estrutura Geral

As sanguessugas são vermes hematófagos e ectoparasitas muito especializados. Suas principais características são: i) a segmentação corporal, com um número fixo de 33 segmentos em todas as espécies e, ii) adaptações anatômicas e fisiológicas do tubo digestório, como as ventosas, glândulas secretoras de substâncias anestésicas

Espermatóforos
Cápsula ou pacote de espermatozoides, produzidos pelo sistema reprodutor masculino.

e anticoagulantes, cecos intestinais, bactérias simbiotes e ânus dorsal (Figuras 4.4 e 4.5). São monoicos com sistema reprodutor semelhante ao dos oligoquetos, mas com formação de **espermatóforos** e impregnação hipodérmica (ver Figura 4.6 adiante).

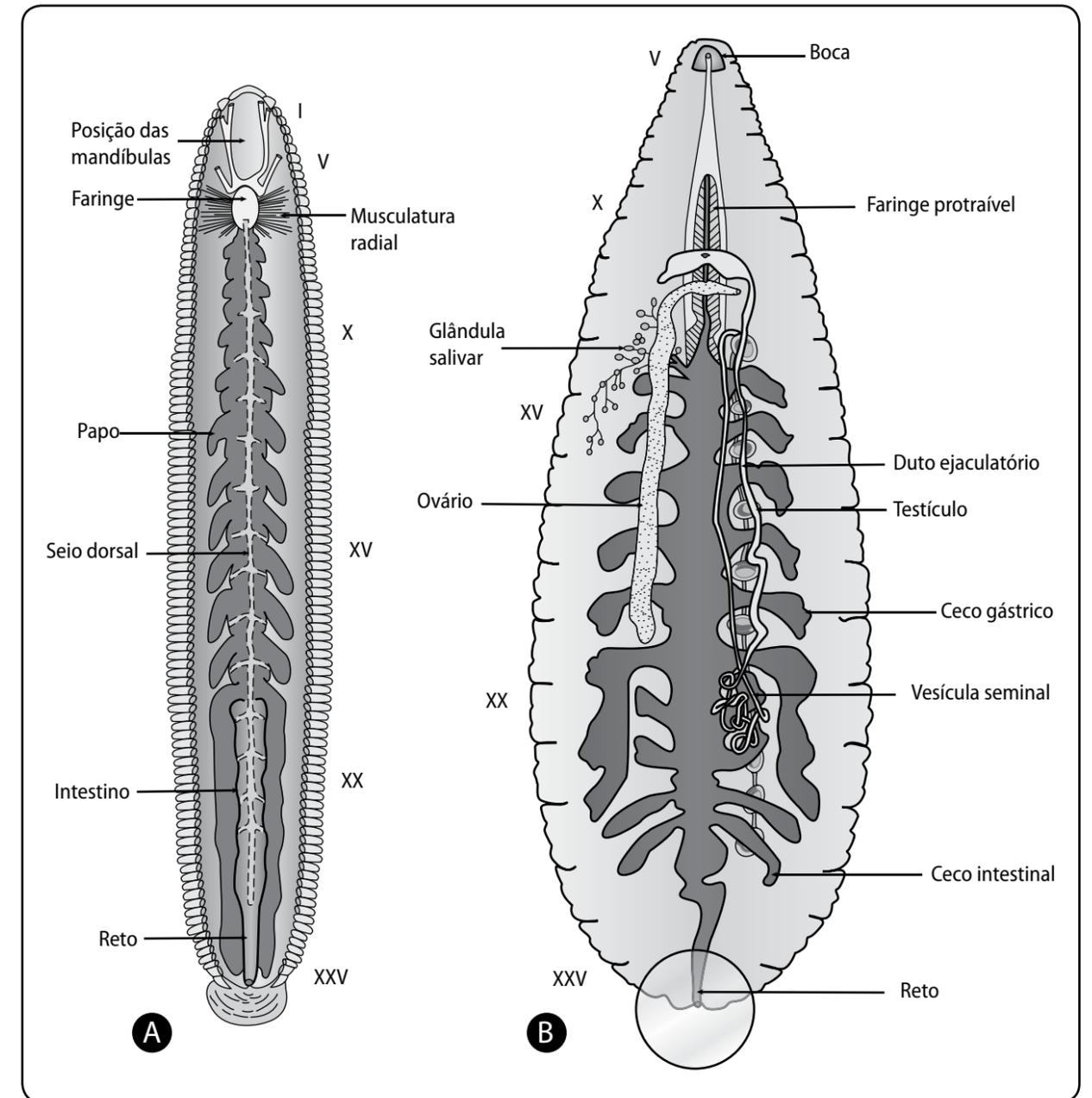


Figura 4.4 - Organização interna de Hirudíneos: (A) *Hirudo medicinalis* e (B) Glossiphonidae. Os números em romanos presentes nesta e em outras ilustrações a seguir representam o número de segmentos do corpo apresentado pela figura. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 552).

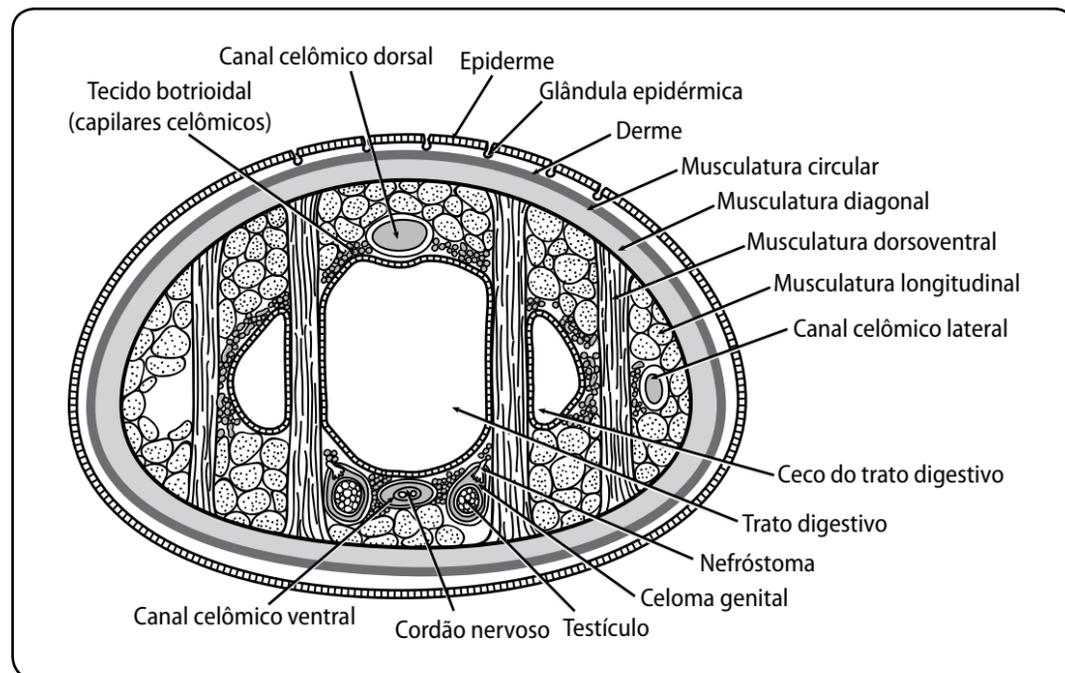


Figura 4.5 - Corte transversal do corpo de *Hirudo medicinalis* mostrando as camadas da parede do corpo e a organização interna. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 549).

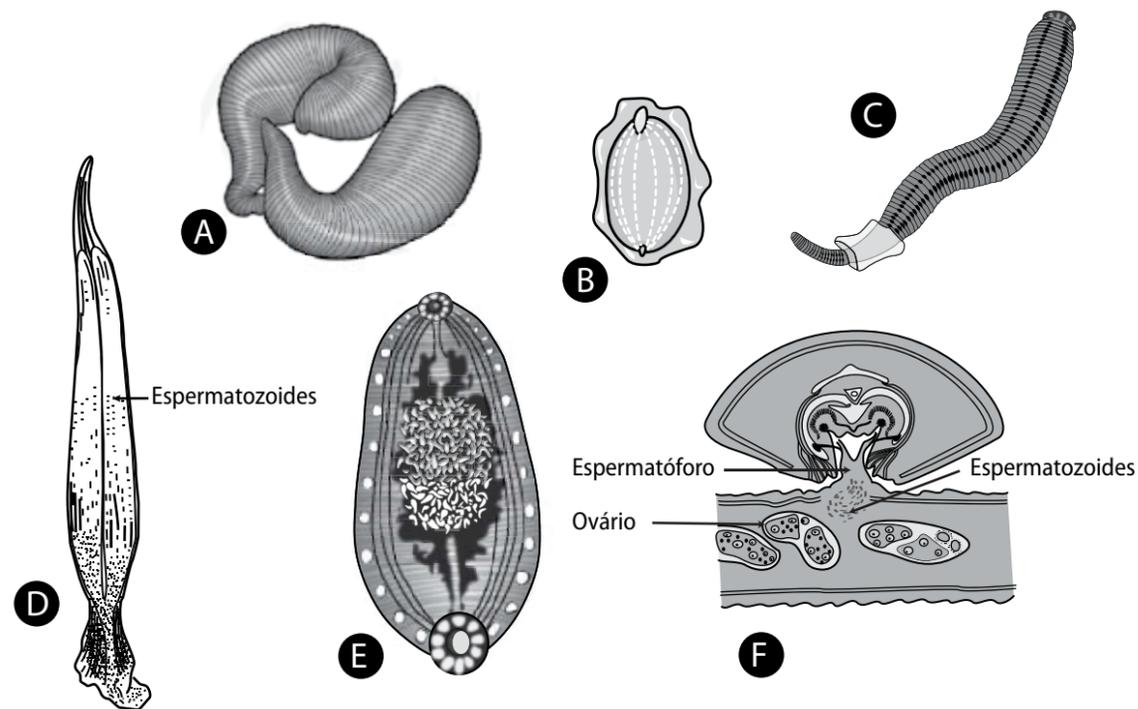


Figura 4.6 - Reprodução em Hirudíneos: (A) cópula cruzada; (B) casulo; (C) liberação de casulo; (D) espermatóforo; (E) *Glossiphonidae* incubando centenas de juvenis na face ventral do corpo; (F) processo de impregnação hipodérmica. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 555).

Resumo

Os clitelados (Filo Anelídeos) são invertebrados bilaterais, protostômios esquizocelomados, hiponeuros, segmentados e sem exoesqueleto duro. O esqueleto hidrostático é importante apenas para oligoquetos e o potencial para escavação que ele confere a esses animais torna o papel ecológico deles muito importante. Nas sanguessugas, as ventosas e as demais adaptações do tubo digestório são características relevantes. No entanto, o modelo hermafrodita é único no reino animal e ocorre com a cópula cruzada e desenvolvimento de embriões em casulos. Alguns hirudíneos apresentam órgãos copulatórios e espermatóforos.

Referências

BARNES, R. S. K.; CALOW, P.; OLIVE, P. J. W. **Os invertebrados**. Uma nova síntese. São Paulo: Atheneu, 1995. 526 p.

RIBEIRO-COSTA, C. S.; ROCHA, R. M. (Coords.). **Invertebrados**. Manual de Aulas Práticas. 2. ed. Ribeirão Preto, SP: Holos, 2006. 271p.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados**. Uma abordagem funcional evolutiva. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005. 1145 p.



Os Panartrópodos

Nesse capítulo estudaremos a história evolutiva dos panartrópodos. Também conheceremos os grupos mais populares de artrópodos como caranguejos, aranhas, moscas e centopeias, com base nas características da regionalização do corpo, tipo e distribuição dos apêndices.

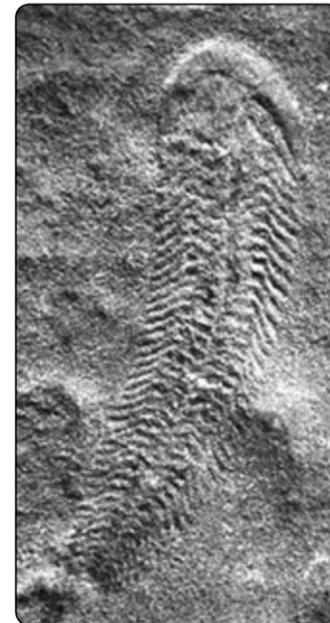


Figura 5.1 - Foto de um fóssil pré-cambriano, gênero *Spriggina* sp., que foi encontrado nas rochas de Ediacara, na Austrália. Supõe-se que esses organismos não apresentavam partes duras e não há informações sobre a existência de apêndices. O corpo segmentado e a sua semelhança com trilobitos chamam à atenção. Atualmente, acredita-se que seja um grupo de artrópodos. Disponível em: <<http://www.britannica.com/EBchecked/topic-art/340003/95798/Spriggina-fossil-from-the-Ediacaran-Period-found-in-the-Ediacara>>. Acesso em: dez. 2009.

5.1 Introdução

Os panartrópodos formam um grande agrupamento de animais com importantes similaridades anatômicas. O grupo foi criado para incluir dois filós, os onicóforos e os tardígrados, que possuem algumas características em comum com os crustáceos, queliceros, hexápodos e miriápodos, pertencentes ao filo dos artrópodos (Quadro 3). Vale lembrar que a famosa fauna extinta da “Explosão Cambriana” foi dominada por artrópodos (Figura 5.1). Quanto a esse filo, considerando os grupos viventes, eles são os animais com maior sucesso ecológico do planeta Terra, pois conquistaram os ambientes terrestres, aquáticos e aéreos. Somam mais de três quartos de todos os organismos vivos e fósseis, com mais de 1 milhão de espécies conhecidas.

5.2 Artrópodo Generalizado

Apesar da incrível diversidade, o plano básico corporal é bastante constante nos artrópodos modernos, ou seja, todos são dotados de um **exoesqueleto** duro e **apêndices articulados**. Esses organismos possuem **corpos segmentados**, como base ancestral, mas apresentam vários padrões de fusão de segmentos, processo chamado **tagmose**, para formar regiões ou unidades integradas como cabeça, tórax, cefalotórax e abdômes. Os apêndices articulados podem ser modificados de muitas maneiras, como é o caso das antenas sensoriais, apêndices locomotores, cavadores, nadadores,

Características	Região Cefálica	Tagmose	Apêndices	Ciclo De Vida	Outras	Especiais
Superfilo Panartrópodos						
Filo Onicóforos	1 par de antenas; 1 par de mandíbulas; 1 par de glândulas orais; 1 par de olhos do tipo direto.	Ausente; cutícula fina não calcificada.	Lobos não articulados com garras.	Dioicos com espermatóforo.	Forma geral muito similar com fósseis do Cambriano.	Papilas orais com glândulas; repugnantes com função de defesa.
Filo Tardígrados	Vários cirros e clavas sensoriais; 1 par de ocelos	Ausente; cutícula fina não calcificada; placas dorsais.	Lobos não articulados com garras; almofadas e discos adesivos.	Dioicos com desenvolvimento direto.	<i>Habitat</i> principal: interstícios das areias do fundo do mar.	Anabiose e Criptobiose; Cerdas sensoriais como nos demais artrópodos.
Filo Artrópodos						
Subfilo Trilobitos	Carapaça com glabella; um par de antenas e labro ventral; olhos compostos	Ausente; tronco segmentado; exoesqueleto duro.	Apêndices articulados; Birramosos.	Dioicos com desenvolvimento indireto.	Alta diversidade no Paleozoico.	Habilidade de enrolar-se para proteção; extintos.
Subfilo Quelicerados	Reduzida; 1 par de antenas modificado em queliceras; olhos compostos.	Presente; exoesqueleto duro.	Apêndices articulados; unirramosos.	Dioicos com desenvolvimento direto.	Vários grupos com produção de venenos que podem causar acidentes aos humanos.	Fiandeiras para produção de teias ligadas a estratégia de predação.
Subfilo Crustáceos	2 pares de antenas, mandíbulas e maxilas; olhos compostos	Presente; exoesqueleto mais ou menos calcificado.	Apêndices articulados; birramosos.	Dioicos com desenvolvimento indireto (larva náuplio) e direto (s/ estágios imaturos).	Grande variação morfológica e sistemática complexa.	Grande interesse para a alimentação humana; Criptobiose.
Subfilo Hexápodos	1 par de antenas; mandíbulas; olhos compostos.	Presente; exoesqueleto duro.	Apêndices articulados; unirramosos.	Dioicos com muitos grupos fazendo metamorfose; ciclos de vida complexos.	Asas e voo.	De grande interesse médico; insetos sociais.
Subfilo Miriápodos	1 par de antenas; mandíbulas; olhos compostos.	Ausente; exoesqueleto duro.	Apêndices articulados; tronco segmentado.	Dioicos com desenvolvimento direto.	Diplópodos com 2 pares de patas por segmento e quilópodos com 1 par.	Diplópodos com glândula repugnante e quilópodos com mandíbulas para injetar veneno.

Quadro 3 – Análise comparativa da anatomia e características especiais dos grandes grupos de panartrópodos.

Tagmose
É característico na maioria dos artrópodos o fato de haver fusão de segmentos para formar uma região corporal, como por exemplo, o cefalotórax, comum em muitos grupos.

Ecdise
Processo de eliminação do exoesqueleto dos artrópodos, onicóforos e tardígrados, tornando possível o crescimento e a mudança da forma do corpo. O mesmo que 'muda'.

Exúvias
Exoesqueleto antigo, descartado ao final do processo de muda ou ecdise dos artrópodos.

que auxiliam na captura e trituração das presas ou participam de processos de transferência de células reprodutivas. Os artrópodos apresentam o corpo com formato altamente variável, desta forma, podemos observar desde animais alongados e vermiformes com tronco formado por muitos segmentos até animais como os caranguejos, com corpos globulares, robustos e atarracados. E o que dizer das cracas? Surpreendentemente, cracas são crustáceos marinhos sésseis. Esses animais, quando adultos, têm o exoesqueleto calcificado, composto por várias placas que definem uma forma cônica. As cracas se fixam na superfície das rochas, em cascos de navios ou em outros animais. Vivem filtrando o plâncton marinho e para isso usam os apêndices especializados.

5.2.1 Revestimento e sustentação

O exoesqueleto é uma cutícula resistente, constituída principalmente de quitina e proteína, que pode ser mais ou menos impregnada e endurecida por carbonato de cálcio (Figuras 5.2 e 5.4 a seguir). O exoesqueleto dos artrópodos sofre muda periódica, possibilitando o crescimento desses animais. O exoesqueleto velho é perdido durante o processo da muda como uma exúvia. O processo também se chama **ecdise** e, no caso de algumas cigarras de florestas, algumas vezes podemos encontrar as suas **exúvias** (os antigos exoesqueletos) presas aos troncos das árvores. Os caranguejos marinhos também realizam mudas para crescimento, deixando no ambiente o exoesqueleto velho.

5.2.2 Locomoção

O exoesqueleto duro dos artrópodos faz com que toda a estrutura muscular seja bastante diferenciada para promover o deslocamento do organismo (Figuras 5.3, 5.5 e 5.6 a seguir). Além disso, as membranas articulares em artículos sucessivos permitem movimentos múltiplos para os apêndices e segmentos adjacentes (Figura 5.4 anterior). Todas as articulações dos artrópodos funcionam como alavancas, pois são baseadas em um exoesqueleto duro (Figura 5.5 anterior). Nos diferentes grupos de artrópodos, os apêndices sofreram modificações e adaptações para atender diferentes requerimentos como: marchar, escalar, cavar, nadar,

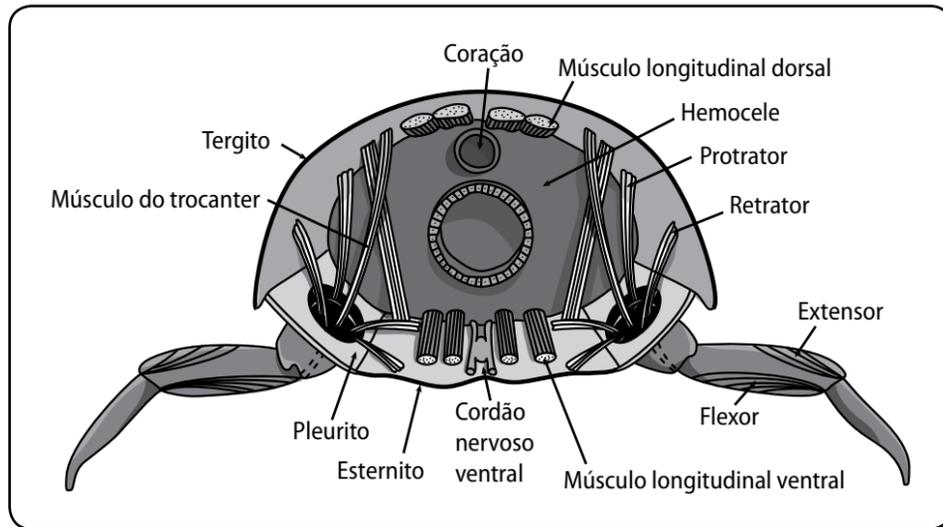


Figura 5.2 - Desenho esquemático de um corte transversal mostrando o exoesqueleto de um artrópodo generalizado. As principais placas que revestem os artrópodos são chamadas de tergitos, pleuritos e esternitos. (Adaptado de Ruppert et al.; 2005, p. 601).

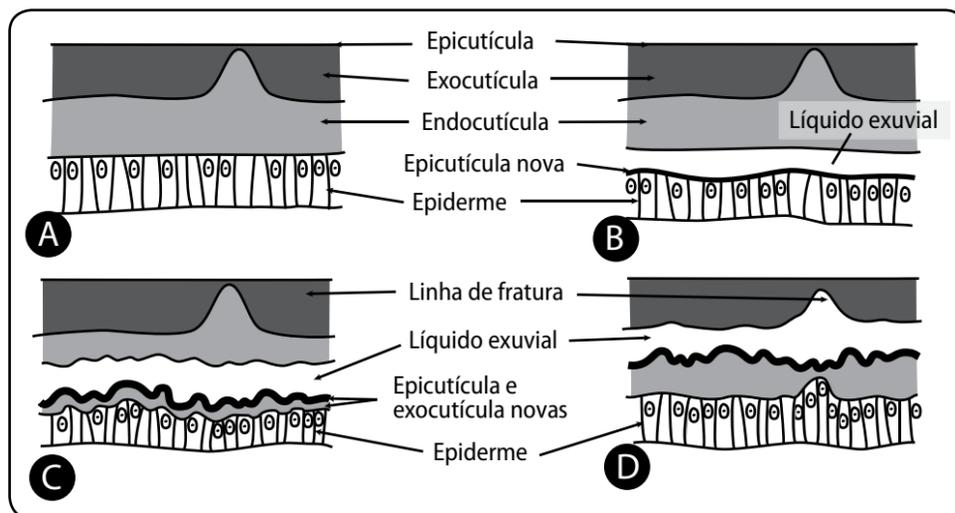


Figura 5.3 - Esquema das etapas do processo de muda nos artrópodos: (A) camadas do exoesqueleto completamente formadas; (B) ocorre a separação da epiderme e formação da nova epicutícula; (C) ocorre a digestão da endocutícula e a formação da nova procutícula; em (D) o animal já pode sofrer a muda, nesse caso ele está com o exoesqueleto velho e o novo já está formado. (Adaptado de Ruppert et al.; 2005, p. 607).

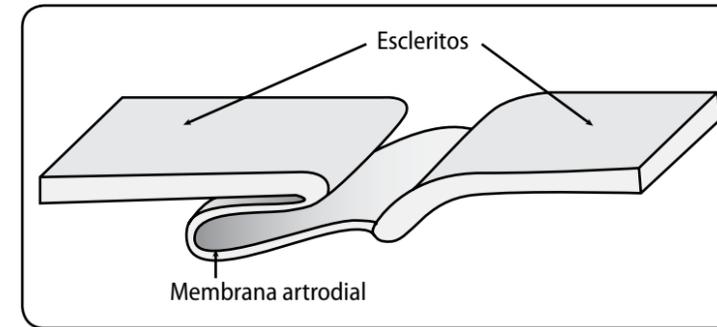


Figura 5.4 - Esquema da articulação intersegmentar; observe a dobra da membrana artrodial, sob a placa segmentar do exoesqueleto, ou esclerito. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 601).

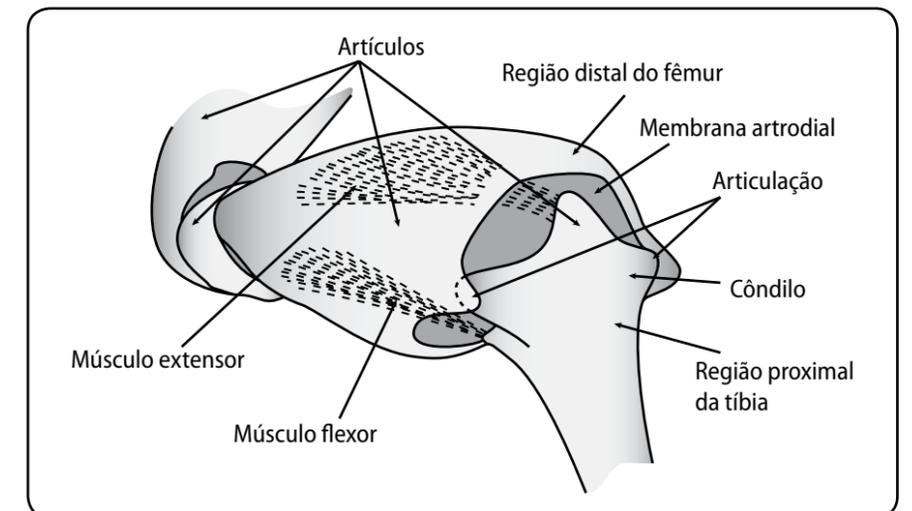


Figura 5.5 - Esquema das articulações entre 3 artigos de um apêndice locomotor de um inseto, mostrando os côndilos e ligamentos musculares. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 601).

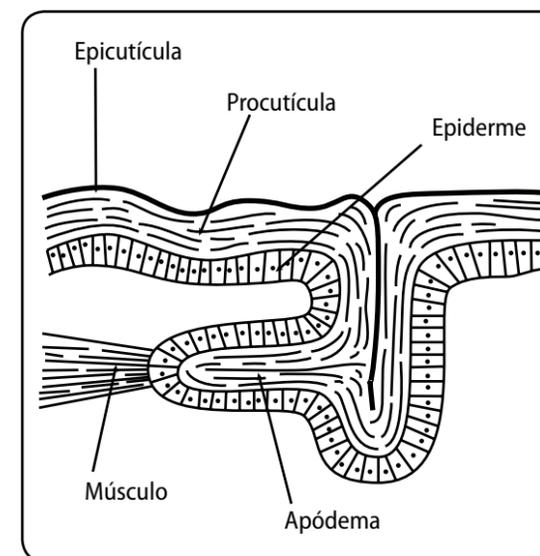


Figura 5.6 - Esquema de um apódema, os pontos específicos de ligação dos músculos com o exoesqueleto dos artrópodos. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 601).

cortar, triturar e auxiliar na reprodução. A adaptação ao voo é de fato uma das estratégias de locomoção mais importante dos insetos. É importante destacar que a habilidade para o voo ocorre em apenas uma etapa do ciclo de vida da maioria das espécies aladas.

5.2.3 Sistemas de transportes internos

O tubo digestório inicia-se na boca, em uma cabeça bem definida, e termina no ânus posterior, no télson (Figura 5.7). O revestimento das porções mais anteriores (ou estomodeu) e posteriores (ou proctodeu) do tubo digestório são feitas por ectoderme. O intestino mediano é de origem endodermal. A cavidade celomática (ou hemocele) é muito pequena em alguns órgãos, como nas gônadas e nos órgãos de excreção. O sistema circulatório possui um coração dorsal com aberturas chamadas óstios, por onde o sangue circula livremente para o espaço entre os órgãos e a parede do corpo, ocupado por uma hemocele. O oxigênio e o dióxido de carbono são trocados em áreas específicas como brânquias, nos grupos aquáticos, pulmões tubulares (traqueias de insetos) ou lamelares (como “livros” das aranhas). A distribuição de gases e nutrientes é feita na **hemocele** que contribui com parte do transporte interno. A hemolinfa possui hemocianina como pigmento respiratório. A excreção é feita por metanefrídios que recebem vários nomes nos diferentes grupos: como glândulas antenais, ou como os túbulos de Malpighi dos grupos terrestres, que podem ter órgãos adicionais.

• **Hemocele**
• Celoma reduzido, cavidade do corpo formada por uma expansão do sistema sanguíneo.

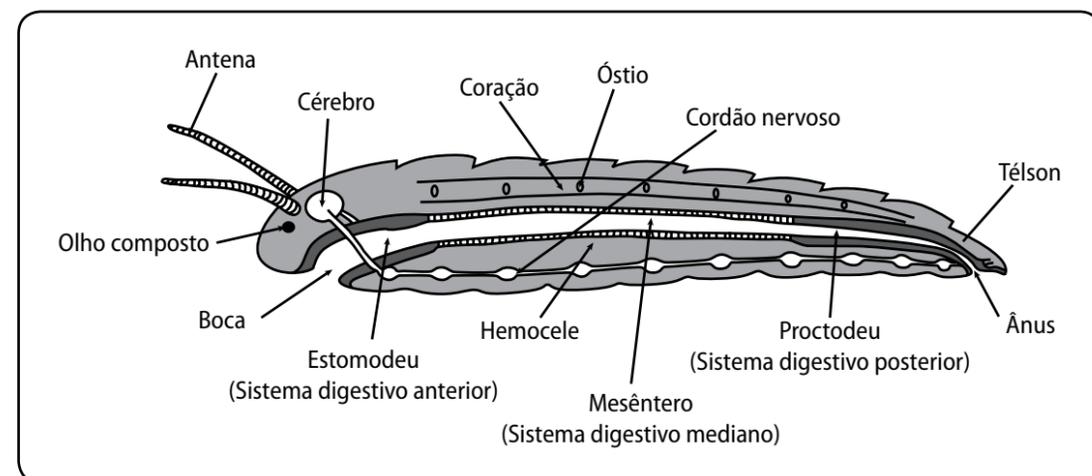


Figura 5.7 - Esquema do corpo de um artrópodo em corte sagital. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 601).

5.2.4 Sistemas sensorial, nervoso e endócrino

O cordão nervoso ventral com cérebro dorsal na cabeça é típico de protostômios. O sistema sensorial dos artrópodos é extremamente diversificado e vai além de apêndices, dessa forma, ocorrem cerdas sensoriais, ou “sensilas”, que cobrem grande parte do corpo e que também respondem pela sensibilidade para estímulos mecânicos e químicos. O sistema neuromotor é dotado de diferentes arranjos de neurônios e fibras para atender variados estímulos e executar diversos tipos de movimentos. Os olhos dos artrópodos são do tipo olho composto; como o nome sugere, ele é composto de unidades chamadas omatídeos, todos cobertos por uma lente chamada córnea. Também ocorrem muitos tipos de manchas oclares. No sistema endócrino, os hormônios ativadores e inibidores do desenvolvimento gonadal são conhecidos em camarões sendo que são secretados em glândulas no pedúnculo ocular. Os processos de acasalamento tanto em formas terrestres como marinhas, são induzidos por hormônios que garantem o sucesso das estratégias. Nos insetos sociais, também são os hormônios que garantem a estabilidade, funcionamento e produtividade das colônias e colmeias.

5.2.5 Reprodução e desenvolvimento

A maioria dos grupos pertencentes aos artrópodos são dioicos. A cópula e a fertilização interna são características comuns nestes organismos, sendo que vários apêndices estão envolvidos no acasalamento e transferência de espermatozoides. A clivagem é espiral. Existem casos de incubação de juvenis e ciclos de vida complexos, com formas larvais e com estágios imaturos, podendo ser de hábitos muito diferentes dos adultos. Poucas espécies são hermafroditas, como as cracas, e ocorrem algumas espécies que realizam criptobiose e partenogênese.

Resumo

Os panartrópodos são invertebrados bilaterais, protostômios esquizocelomados, hiponeuros, segmentados e com cutícula endurecida, que sofrem mudas ao longo do crescimento. Apesar da grande diversidade morfológica, vários grupos são conhecidos apenas como fósseis. Os artrópodos têm uma história evolutiva muito antiga, alguns táxons superiores ocorreram na fauna da “explosão de diversidade marinha cambriana”. Além, é claro, da longa história dos trilobitos na era paleozoica, presentes com milhares de espécies, por vários milhões de anos nos oceanos ancestrais. Os grupos modernos estão presentes em todos os ecossistemas terrestres, marinhos e de água doce. O sucesso no meio terrestre se dá devido à presença do exoesqueleto impermeável, que evita a desidratação. A importância dos artrópodos para o homem está relacionada às questões de saúde pública, além da enorme importância econômica na alimentação.

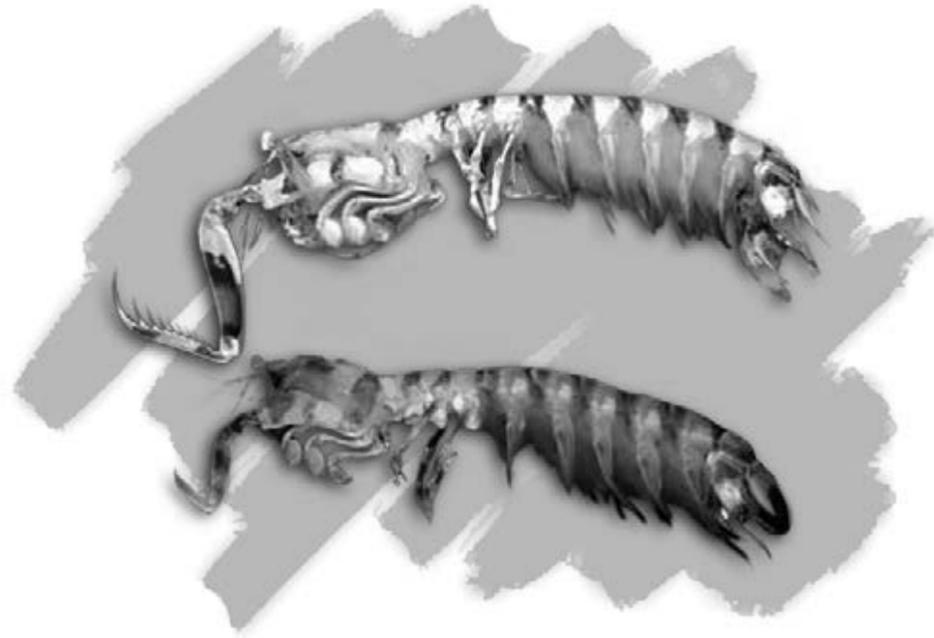
Referências

BARNES, R. S. K.; CALOW, P.; OLIVE, P. J. W. **Os invertebrados**. Uma nova síntese. São Paulo: Atheneu, 1995. 526 p.

RIBEIRO-COSTA, C. S.; ROCHA, R. M. (Coords.).

Invertebrados. Manual de Aulas Práticas. 2. ed. Ribeirão Preto, SP: Holos, 2006. 271p.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados**. Uma abordagem funcional evolutiva. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005. 1145 p.



Filo Artrópodos - Subfilo Crustáceos

Ao final deste capítulo você deverá ser capaz de reconhecer as características gerais do grupo de crustáceos e compreender a forma de separação e identificação das diversas classes pertencentes a esse grupo.

6.1 Introdução

Quem nunca comeu um camarão? Quem nunca viu algum siri na praia? Ou seja, os crustáceos são muito visíveis nos litorais do mundo afora. O grupo apresenta mais de 38 mil espécies de organismos predominantemente marinhos, mas que também ocorrem em rios e lagos, e poucos ocupam nichos terrestres, como é o caso do tatuzinho-de-jardim. Muitos crustáceos são microscópicos e muitos são esquisitos, como as cracas dos costões rochosos. São animais extremamente bem adaptados a todos os habitats disponíveis no mar, desempenhando papéis fundamentais nas cadeias alimentares. São animais com tronco segmentado e, nas formas que estão presentes hoje na natureza, ocorrem inúmeros graus de fusão, perda de segmentos e várias modificações de apêndices para locomoção, reprodução e captação de alimentos.

6.2 Características Gerais

Os crustáceos apresentam uma **variação morfológica** muito grande e a única característica da qual todos compartilham é a presença de **dois pares de antenas**, em pelo menos algum estágio da vida. Na cabeça, além das antenas, ocorrem um par de mandíbulas e dois pares de maxilas. O tronco é variável, mas ocorre uma **carapaça**, que pode cobrir total ou parcialmente o corpo. Os **apêndices** dos crustáceos são tipicamente **birramosos** e, dependendo do grupo, tornaram-se capazes de se adaptar para muitas funções diferentes. Os apêndices do tórax podem ser chamados de toracópodes ou de pereópodos, e os do abdome são chamados pleópodos.

Carapaça

Estrutura esquelética que recobre o corpo de vários crustáceos: nas lepas, recobre o capítulo; nos camarões recobre o cefalotórax.

Birramosos

Que têm dois ramos.

A região final do corpo chama-se télson, com apêndices e ânus (Figura 6.3 adiante). A **cópula** é comum em muitos crustáceos com posterior **incubação de ovos**. O ovo eclode uma larva **náuplio** que é exclusiva dos crustáceos e que se caracteriza por apresentar um olho naupliar e 3 pares de apêndices (Figura 6.1). Veremos a seguir a caracterização dos grandes grupos sistemáticos, mas antes é preciso ficar claro que o modelo de corpo com tronco segmentado é considerado ancestral e dois grupos apresentam esse modelo: os remipédios e os cefalocáridos (Figuras 6.2 e 6.3). O quadro 4 apresenta uma síntese comparativa dos grandes grupos de crustáceos.

6.3 Descrições dos Principais Grupos de Crustáceos

6.3.1 Classes Remipédios e Cefalocáridos

São os dois grupos de crustáceos marinhos que apresentam a característica primitiva de tronco composto de muitos segmentos (Figura 6.2 e 6.3).

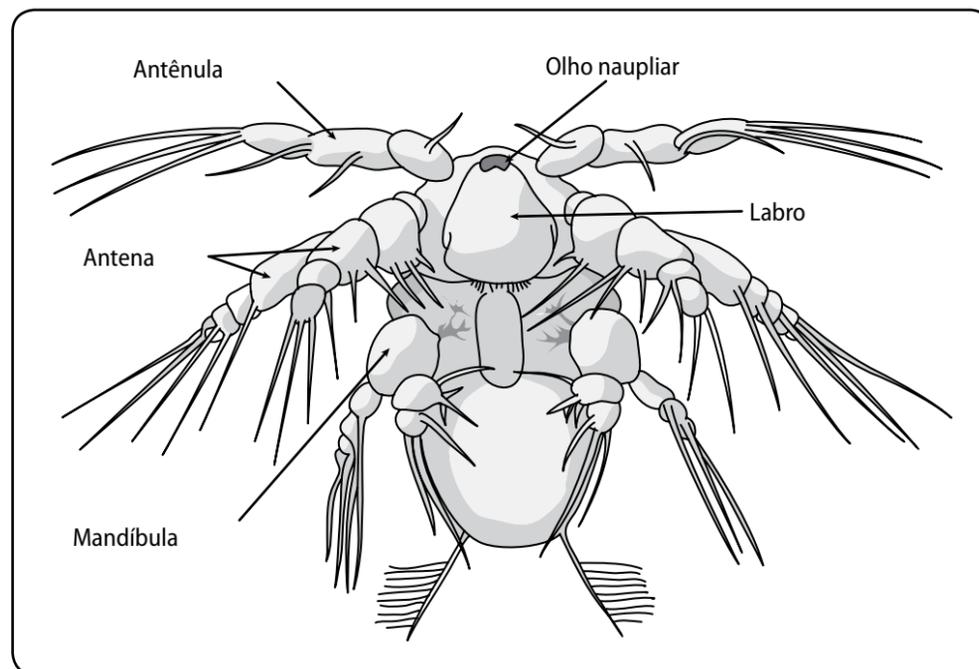


Figura 6.1 - Larva náuplio de crustáceos em vista ventral; o olho naupliar é dorsal e é possível vê-lo devido à transparência do corpo. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 713).

Grupos	Características					
	Região Cefálica	Tagmose (nº de segmentos)	Apêndices Toracópodos ou pereópodos	Apêndices Maxilípedes	Ciclo de Vida e Reprodução	Outras
Remipédios	Placa cefálica	Cabeça (5) e tronco (mais de 32)	Não filópodos	1 par	Hermafroditas	Todos apêndices do tronco similares
Cefalocáridos	Placa cefálica	Cabeça (5) tórax (8) abdome (11)	filópodos	ausentes	Hermafroditas	s/ pleópodos
Branquiópodos (Ordem Anostrácos)	Placa cefálica	Cabeça (5) tórax (11) abdome (8)	filópodos	ausentes	Dioicos; *náuplios	Apêndice sem pleópodos
Branquiópodos (Ordem "Conchostrácos")	Carapaça (bivalve ou dobrada)	Cabeça (5) tórax (11) abdome (muitos)	filópodos	0-1 par	Dioicos; *náuplios	Apêndices Abdominais presentes ou ausentes
Filópodos (Ordem Leptostrácos E Estomatópodos)	Carapaça	Cabeça (5) tórax (8) abdome (6)	filópodos	0-3 pares	Dioicos	Subgrupos são separados devido à tagmose
Malacostrácos (Ordem Decápodos)	Carapaça bem desenvolvida	Cabeça (5) tórax (8) abdome (6)	Não filópodos	0-3 pares	Dioicos; eclodem como *náuplios ou como larva zoés;	5 pares de pleópodos
Malacostrácos (Ordem Pericáridos)	Placa cefálica	Cabeça (5) tórax (8) abdome (6)	Pleópodos e pereópodos	Gnatópodos ou apêndices bucais	Dioicos; desenvolvimento direto	Tatuzinho-de-jardim terrestre; Caprelas de fitais. Parasitas
Malacostrácos (Ordem Filocáridos)	Carapaça cobre tórax; dobrada	Cabeça (5) tórax (8) abdome (7)	filópodos	ausentes	Dioicos; desenvolvimento direto	Pleópodos reduzidos
Copépodos	Carapaça Placa cefálica	Cabeça (5) tórax (6) abdome (4)	Não filópodos (reduzidos algumas vezes)	0-1 par	*Náuplio em Copépodos;	Sem pleópodos; formas parasitas
Cirripédios	Carapaça formada por placas	Cabeça (5) tórax (6)	Cirros birremes com cerdas para filtração	0-1 par	cracas hermafroditas com *náuplio	Sem pleópodos
Ostracódas	Carapaça (bivalve)	Cabeça (5) tórax (2) abdome (1) reduzidos	3 pares pereópodos	1 par	Dioicos; *náuplios	Antenas birremes natatórias

Quadro 4 - Análise comparativa da anatomia e características especiais dos grandes grupos de crustáceos. *O nome da larva náuplio indica que é nesse estágio que ocorre sua eclosão.

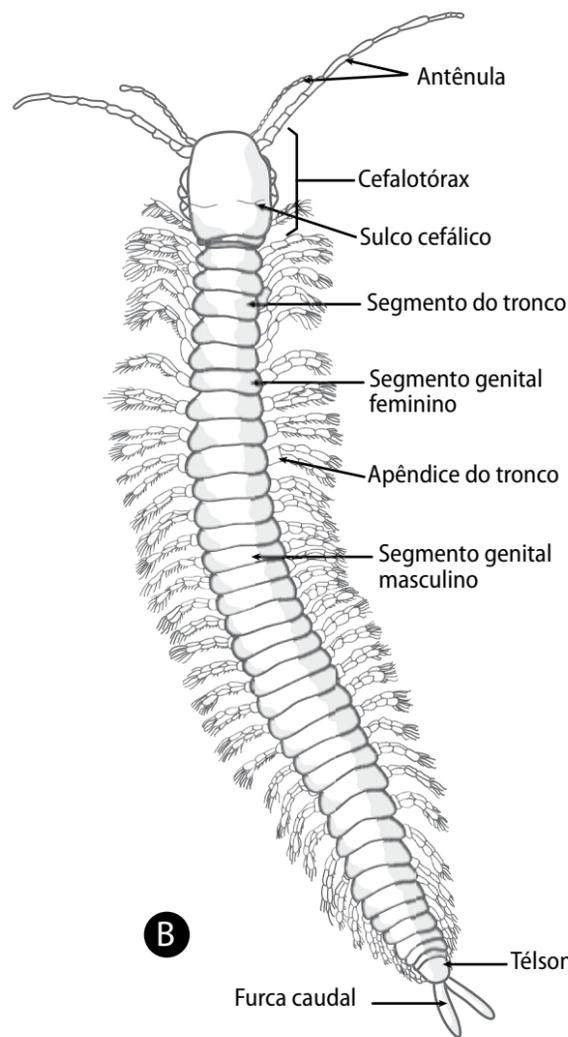
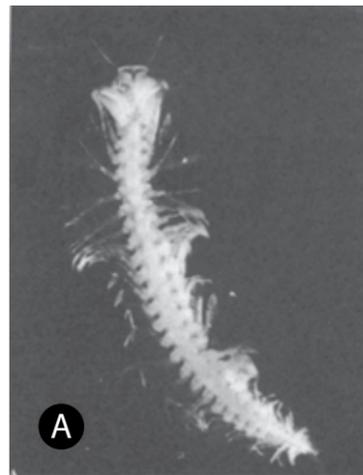


Figura 6.2 - Em (A) uma foto do remipédio, nadando em águas de cavernas que têm conexão com o mar, no Caribe. Na figura (B) percebe-se mais claramente os dois pares de antenas (as primeiras chamam-se antênulas) e os apêndices birramosos. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 715).

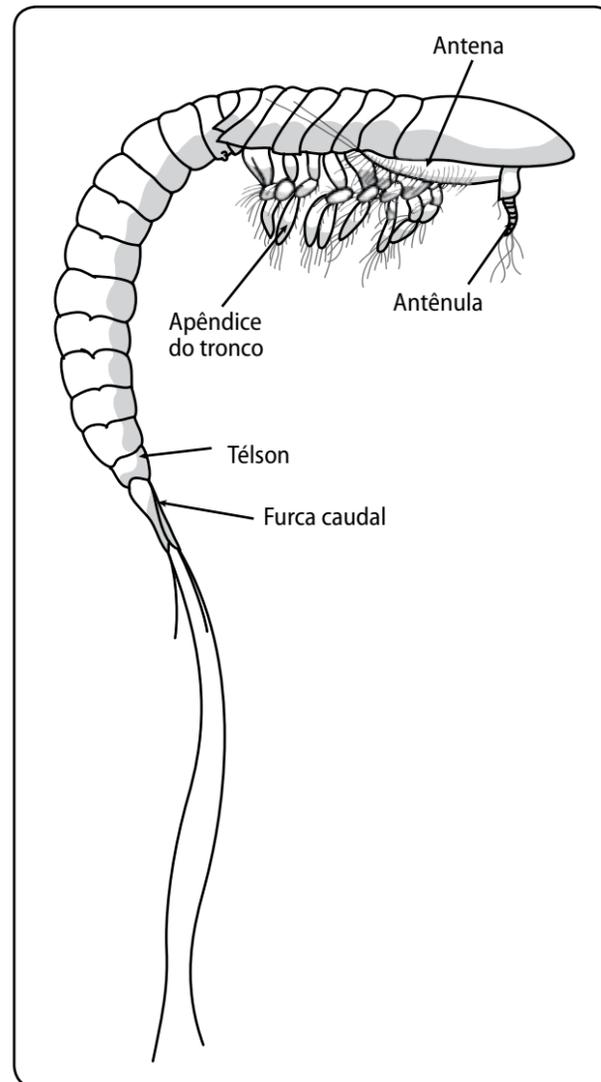


Figura 6.3 – Um cefalocárido com corpo segmentado e região da cabeça com escudo frontal como carapaça. São crustáceos com poucos milímetros de comprimento, habitantes do fundo do mar, em sedimentos de areia e lama. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 716).

6.3.2 Classe Anostrácos

Trata-se de um grupo de crustáceos pequenos e aquáticos, e a maioria de suas espécies é restrita à água doce. Inclui um conjunto de organismos que são morfologicamente diversos, mas que compartilham a seguinte característica: possuem apêndices do tronco achatados como estruturas foliáceas, chamados **filópodos**. *Artemia salina* (Figura 6.4) é famosa por ser muito útil no cultivo de camarões, pois suas larvas são alimento para o crescimento destes.

6.3.3 Classe Filópodos

Nesse grupo de microcrustáceos encontramos as famosas pulgas da água, os cladóceros, e outras ordens menores, como notostrácos e conchostrácos. Estes dois últimos estão presentes em água doce e no mar, e no caso de *Daphnia magna*, as segundas antenas funcionam como remos para natação. Possuem um único olho composto e o tronco muito reduzido fica protegido entre duas valvas (Figura 6.5). São planctônicos e filtradores de materiais em suspensão na água. A reprodução é muito variada no grupo dos filópodos, mas uma questão chama à atenção: trata-se da partenogênese. Nesse processo, e também através de fertilização, os filópodos produzem ovos de verão com casca fina e ovos de resistência. Ovos de resistência os auxiliam a permanecer por longos períodos de tempo em condições ambientais desfavoráveis, como por exemplo, períodos de estiagens.

6.3.4 Classe Malacostrácos – Ordem Leptostrácos

Trata-se de um grupo de poucas espécies de crustáceos bentônicos, de tamanho reduzido e que se difere dos demais malacostrácos por possuir: antênula com estrutura semelhante a uma escama; o segundo par de antenas unirreme; maxilas com palpo longo para limpeza; 8 segmentos abdominais. Os ovos são incubados e o desenvolvimento é direto (Figura 6.5).

6.3.5 Classe Malacostrácos – Ordem Estomatópodos

São crustáceos que podem atingir grande porte, mas com populações reduzidas, não são **explotáveis**. São alongados, com

Explotar :
Tirar proveito da exploração :
por meio de recursos :
naturais. :

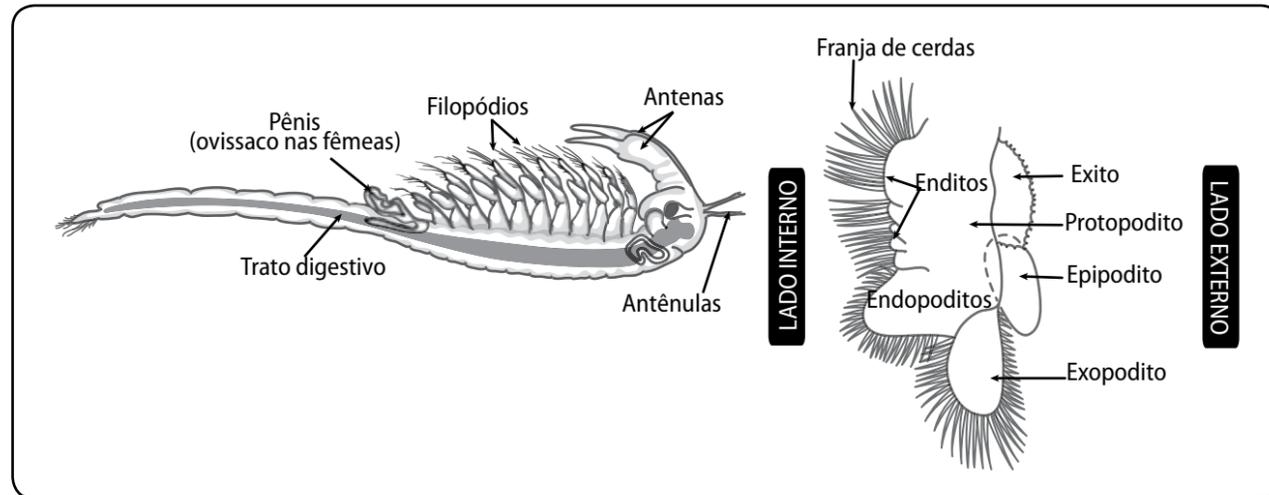


Figura 6.4 - O anostráco do gênero *Artemia*. Perceba que ela nada com o dorso voltado para baixo, e observe o detalhe dos apêndices filopódios. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 717).

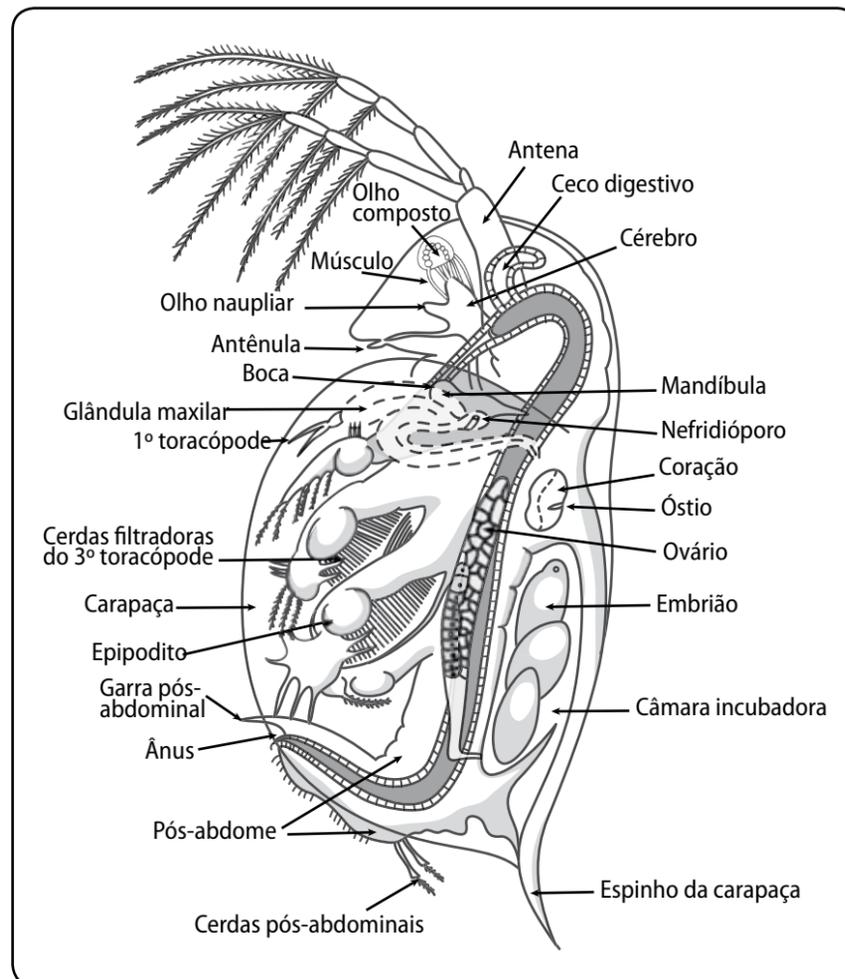


Figura 6.5 - O cladócer do gênero *Daphnia*. Perceba que ele tem tronco e abdome muito reduzidos; perceba ainda os apêndices torácicos com cerdas para filtração e a câmara de incubação. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 720).

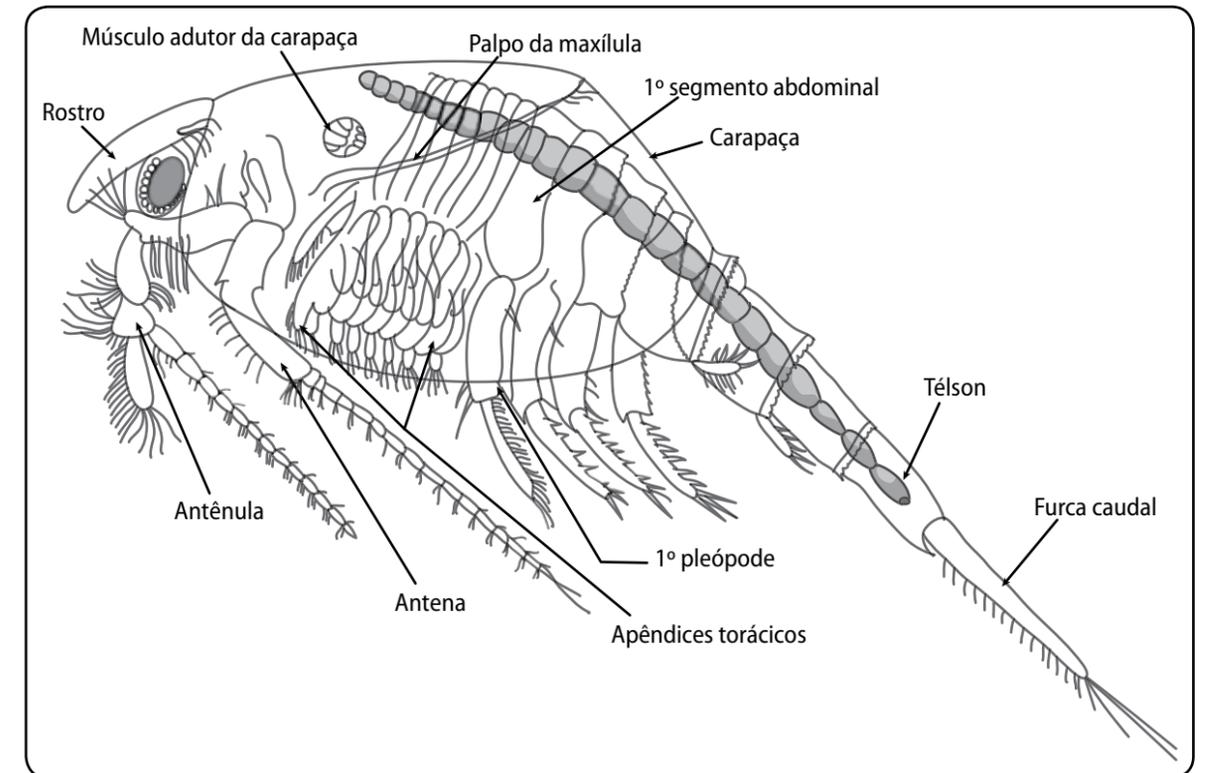


Figura 6.6 - Gênero *Nebalia* de leptostráco marinho bentônico. Perceba os apêndices torácicos. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 728).

segmentação bem visível, e a carapaça não cobre todos os toracômeros. As primeiras antenas são trirremes e os primeiros cinco toracópodos são raptorais. Na região sul e sudeste do Brasil são conhecidos como tamarutacas (Figura 6.7).

6.3.6 Classe Malacostrácos – Ordem Decápodos

Os decápodos estão entre os crustáceos mais familiares, pois reúnem animais como os camarões, siris, caranguejos, lagostas, hermitões e pitus (Figuras 6.8 e 6.9). Nesses animais os 8 toracômeros são cobertos por carapaça e fusionados. Existem câmaras branquiais sob a carapaça, a qual possui internamente um **escafognatito**, o qual é um apêndice modificado que cria corrente de água para as brânquias. A Figura 6.8 ilustra qual foi a tendência de modificação do corpo que ocorreu na evolução dos decápodos.

Nossa familiarização com esses animais é devida ao fato de estes serem muito importante na nossa dieta alimentar, ou seja, muitos

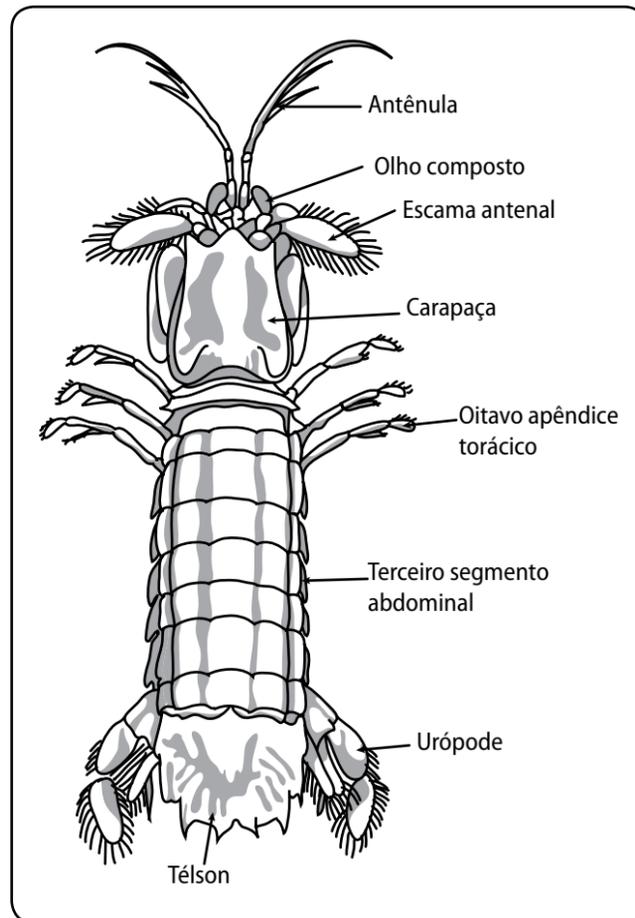


Figura 6.7 – Vista dorsal de um estomatópodo. (Adaptado de RUPPERT et al. (2005, p. 729).

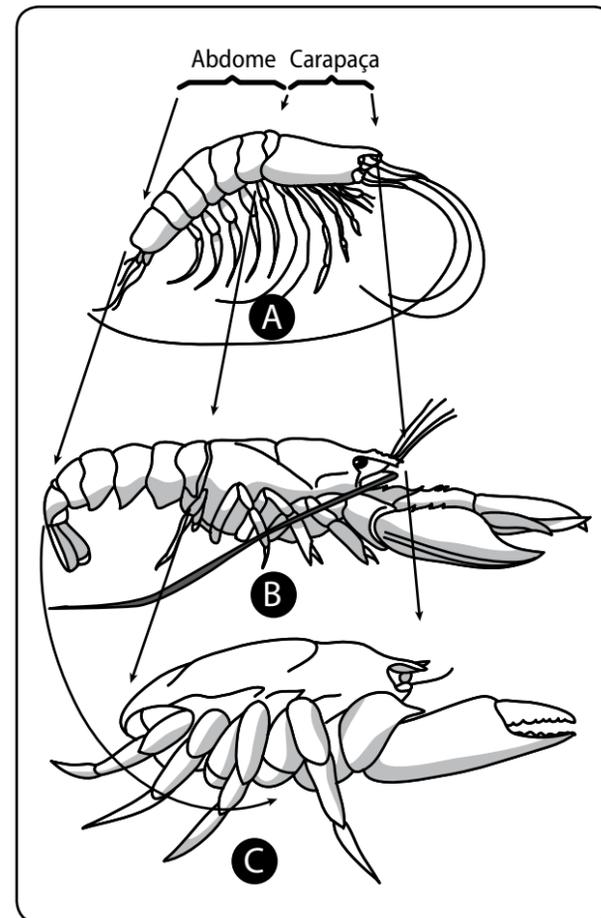


Figura 6.8 – Esquema que mostra três passos da evolução do corpo dos crustáceos decápodos. (Adaptado de RUPPERT et al. (2005, p. 731).

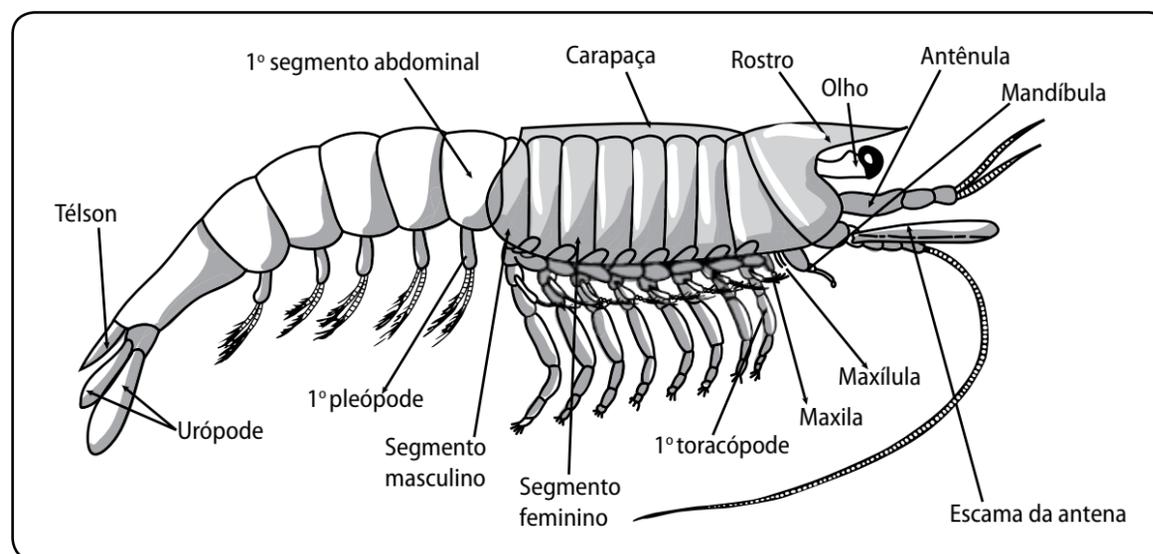


Figura 6.9 - Malacostráco generalizado. Perceba os apêndices birremes. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 727).

Maxilípedes

Apêndice torácico dos crustáceos incorporado à região bucal, que auxilia na alimentação.

Cefalotórax

Porção do corpo formada pela união de cabeça e tórax, coberta por carapaça em algumas espécies.

decápodos são recursos pesqueiros. A característica morfológica que distingue os decápodos é a presença dos três primeiros pares de apêndices torácicos como **maxilípedes** e que podem participar dos processos de coleta e ingestão de alimento.

A carapaça dos decápodos, geralmente um **cefalotórax**, cobre as brânquias em câmaras laterais bem definidas (Figuras 6.9 e 6.10). As Figuras 6.11 e 6.12 adiante mostram esquemas dos ciclos de vida e dos tipos de larvas.

6.3.7 Classe Malacostrácos – Ordem Pericáridos

Dois grupos importantes de pequenos crustáceos muito diversificados, que representam mais de 30% de todas as espécies de crustáceos são: 1) **os isópodos** ou tatuzinhos-de-jardim, e as baratinhas-de-praia; 2) **os anfípodos**, ou pulgões de praia, não tão familiares mas também muito diversificados. Nos isópodos (Figura 6.13) o corpo é tipicamente achatado dorso-ventralmente e entre eles estão importantes crustáceos parasitos.

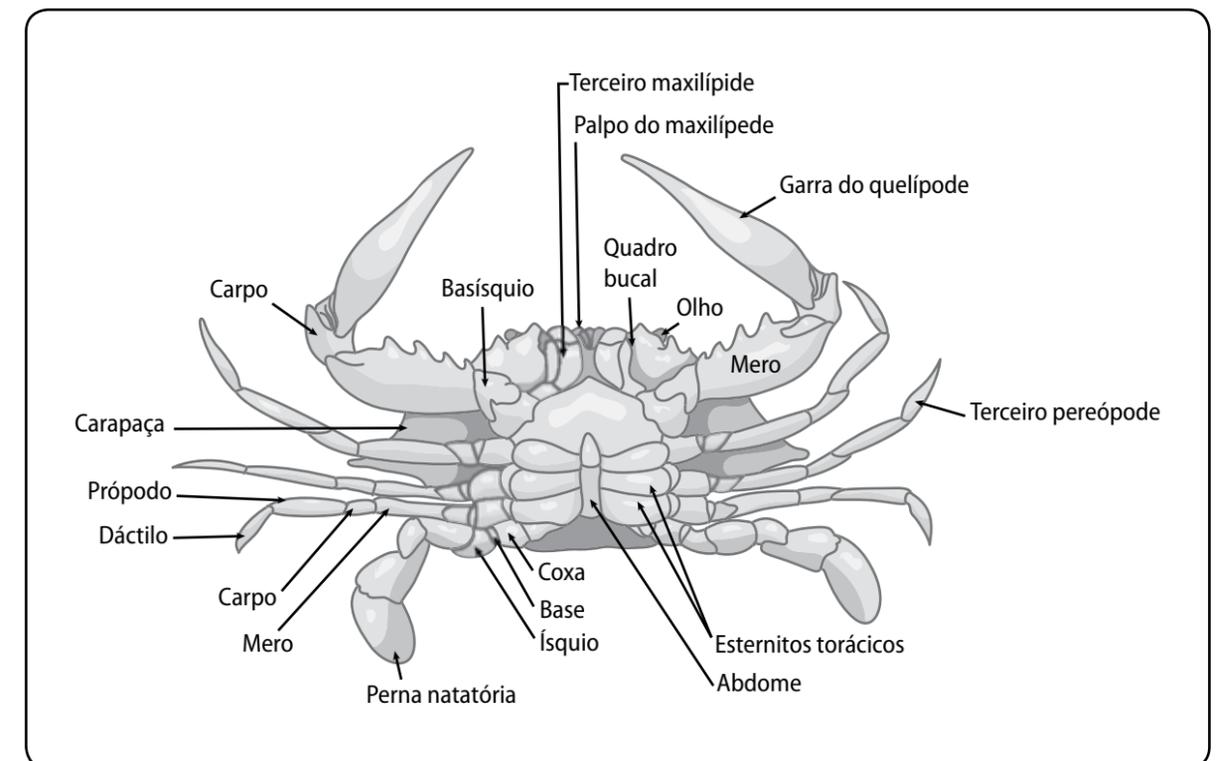


Figura 6.10 - Siri em vista ventral. Perceba o abdome estreito, que é característica dos machos. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 736).

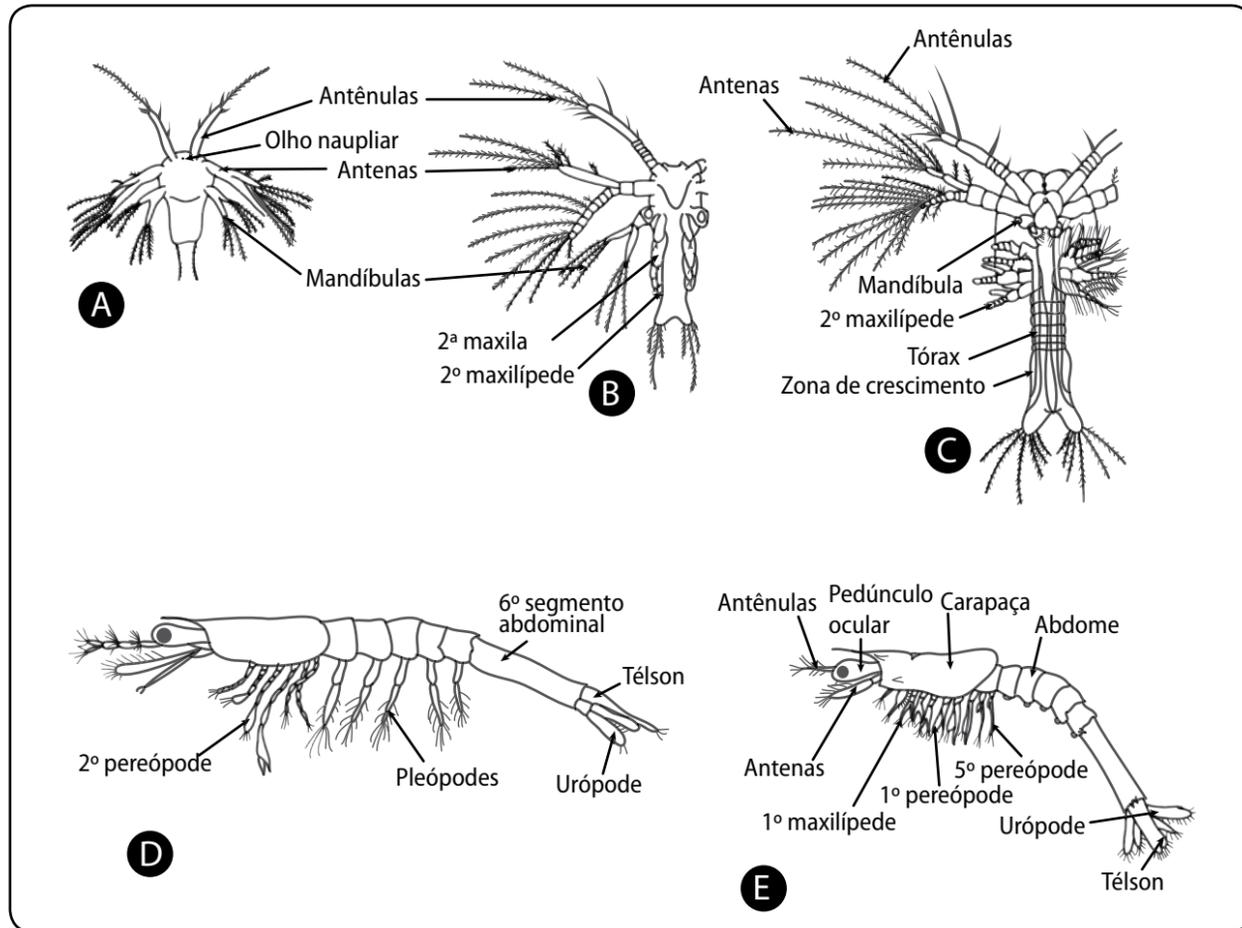


Figura 6.11 - Ciclo larval de camarão peneídeo pelo qual se pode perceber o crescimento das regiões torácica e abdominal e a aquisição de apêndices a cada estágio larval. (Adaptado de RUPPERT et al. (2005, p. 755).

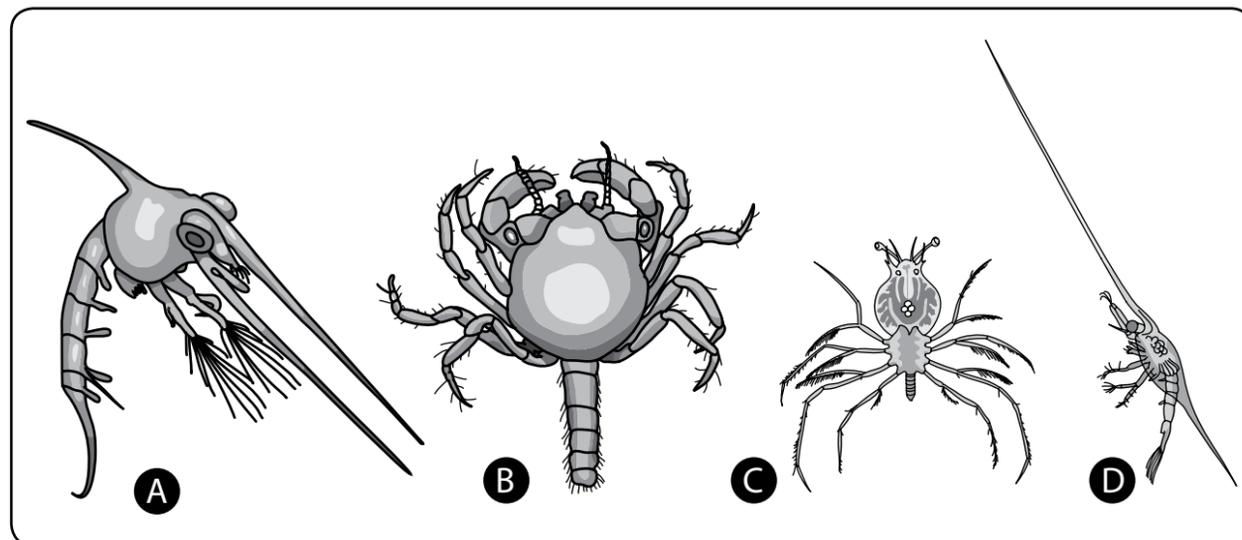


Figura 6.12 - Várias larvas de decápodos: (A) zoé; (B) megalopa de caranguejo; (C) filosoma de lagosta; (D) metazoé de hermitões. (Adaptado de RUPPERT et al. (2005, p. 755).

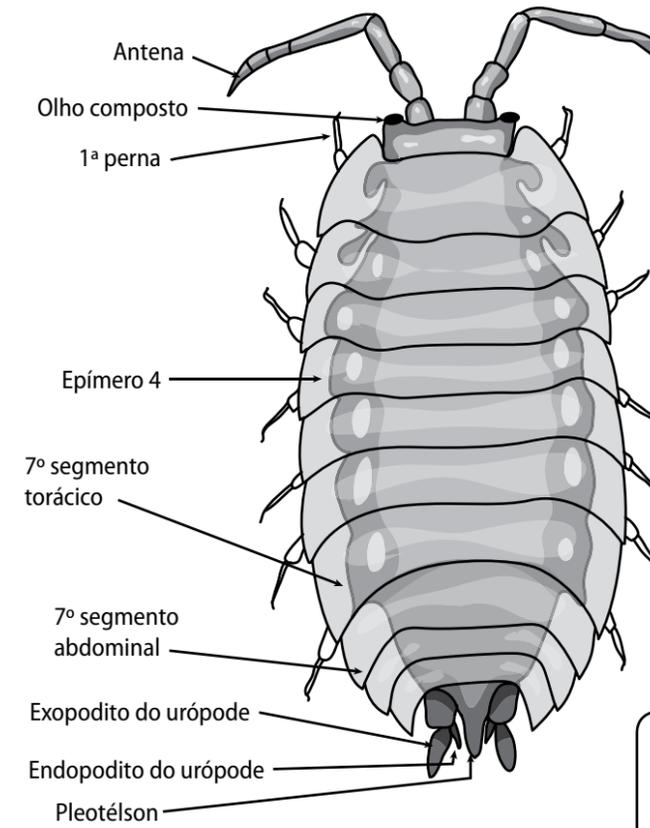


Figura 6.13 - Isópodo em vista dorsal; pode-se perceber a separação das regiões torácica e abdominal. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 771).

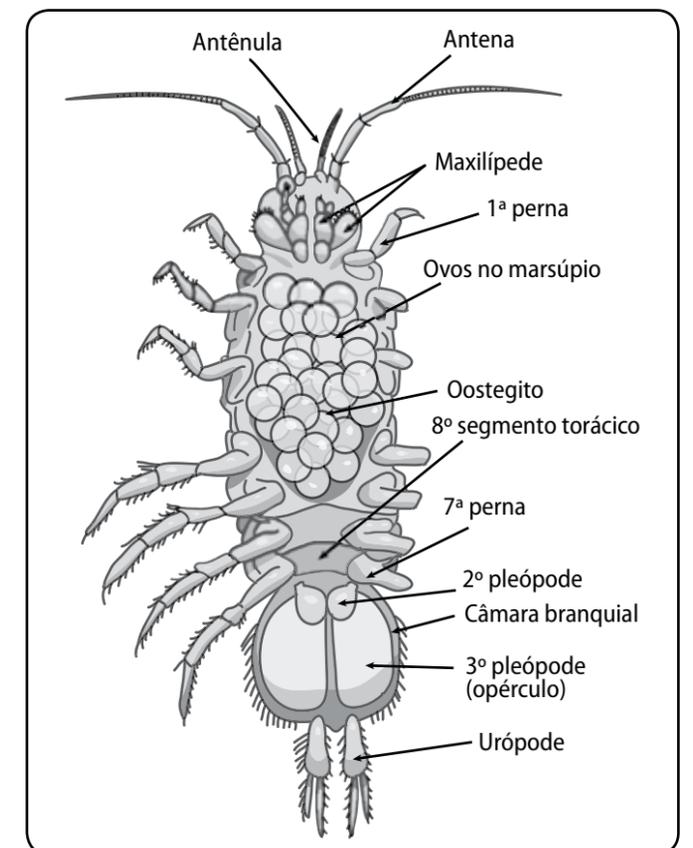


Figura 6.14 - Isópodo em vista ventral, para mostrar detalhes da região da cabeça e da bolsa de incubação, com ovos no **marsúpio**. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 772).

Marsúpio
Cavidade em forma de bolsa dos crustáceos localizada ventralmente no abdome para abrigar filhotes recém-nascidos.

Nos anfípodos (Figura 6.15) o corpo é tipicamente achatado lateralmente. Existe um grupo de anfípodos muito modificado que habita os fitais dos costões rochosos, são os caprelídeos, que possuem o corpo longo e esbelto com abdome muito reduzido.

6.3.8 Maxilópodos – Classe Copépodos

São crustáceos microscópicos planctônicos e, por isso, provavelmente, um dos organismos mais abundantes dos oceanos (Figura 6.16).

A primeira antena é muito grande, devido ao hábito planctônico. Também ocorrem muitos copépodos parasitos e, como os isópodos, podem fixar-se na parede externa do corpo de peixes e também nas brânquias de peixes de água doce e peixes marinhos (Figura 6.17).

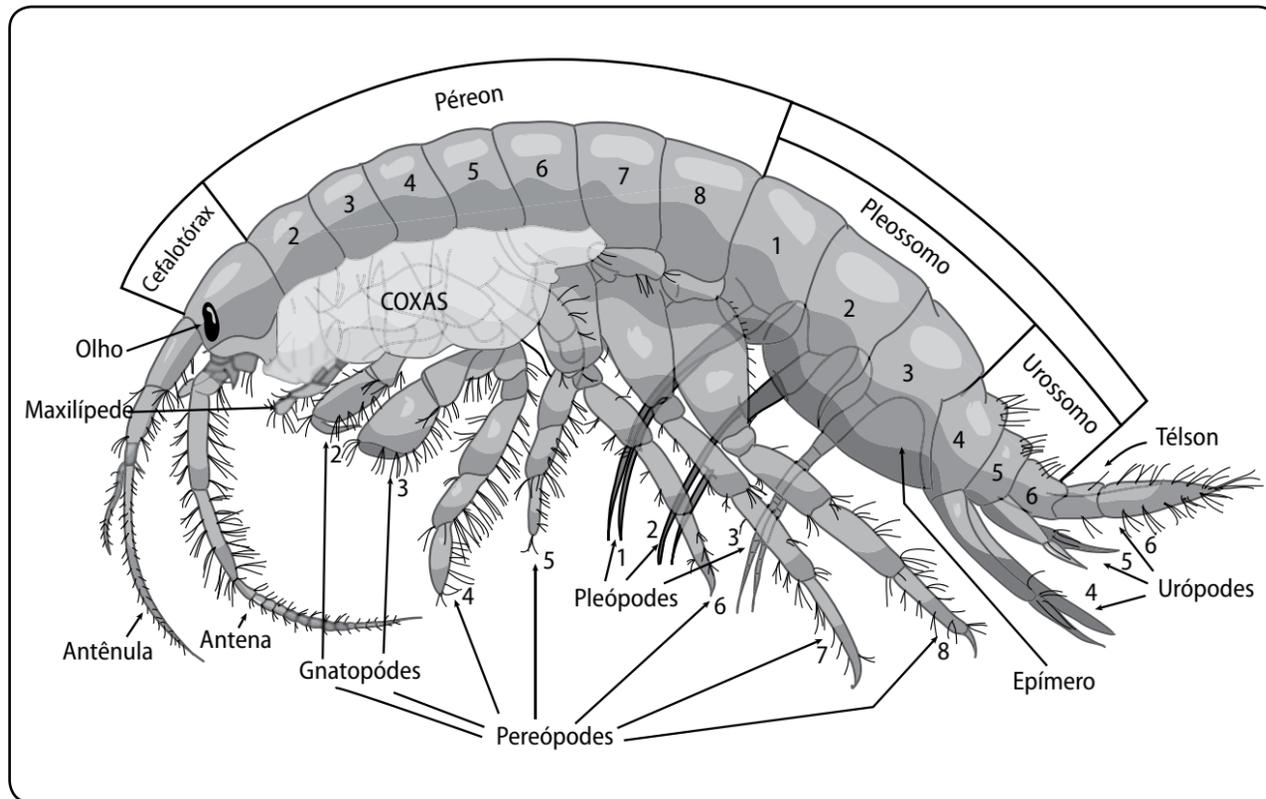


Figura 6.15 - Anfípodo em vista lateral com toda a terminologia da morfologia externa e apêndices. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 762).

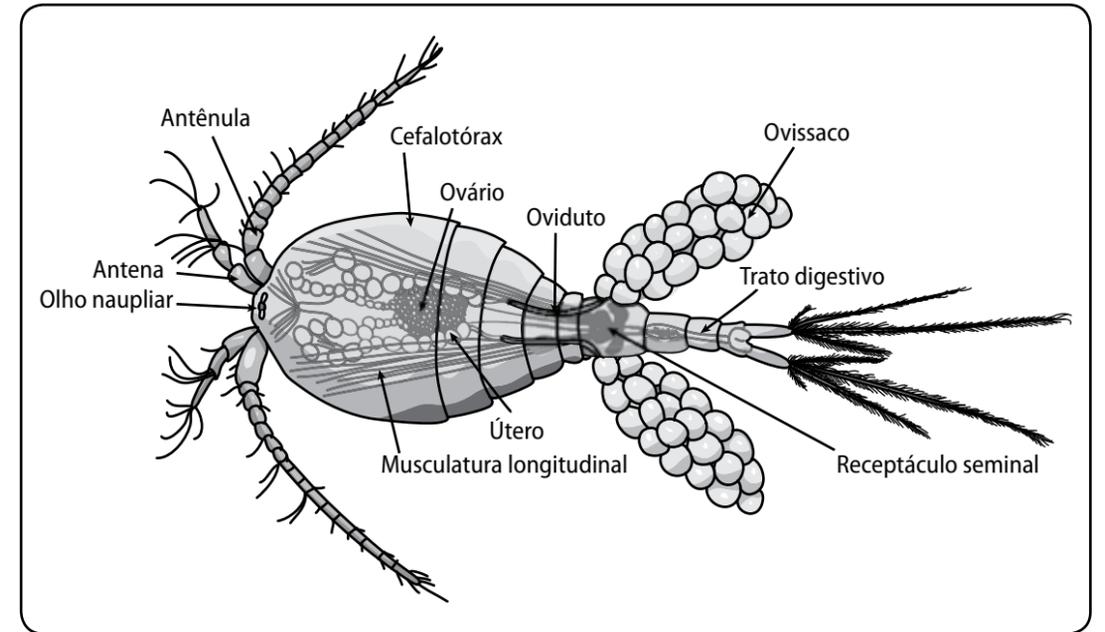


Figura 6.16 - Copépodo ciclopoideo. Perceba que se trata de uma fêmea transportando o ovissaco. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 781).

Ovissaco
O mesmo que vesícula, formada para conter os ovos em desenvolvimento.

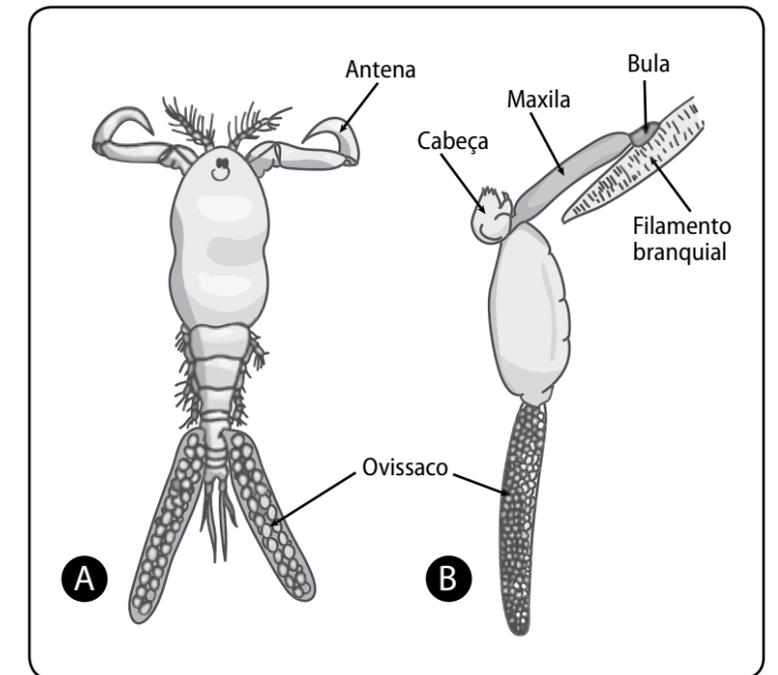


Figura 6.17 - Copépodos parasitas de brânquias de peixes: (A) de água doce e (B) marinhos. Perceba a antena transformada em garra na figura (A). (Adaptado de RUPPERT et al. (2005, p. 787).

6.3.9 Maxilópodos – Classe Cirripédios

São as populares cracas e lepas, e representam o maior grau de modificação do corpo dentro do grupo dos crustáceos. As cracas são **organismos marinhos sésseis** (Figuras 6.18 e 6.19) e as lepas são pedunculadas, ou seja, vivem aderidas a substratos duros, através de um pedúnculo (Figura 6.20). A carapaça tem a forma de um pequeno cone que é constituído por placas calcárias. Os apêndices típicos dos crustáceos, chamados cirros, estão presentes, mas a sua função é outra, neste caso são usados para filtrar alimento em suspensão na água do mar.

Organismos marinhos sésseis
Aderem a superfícies como rochedos marinhos e cascos de embarcações.

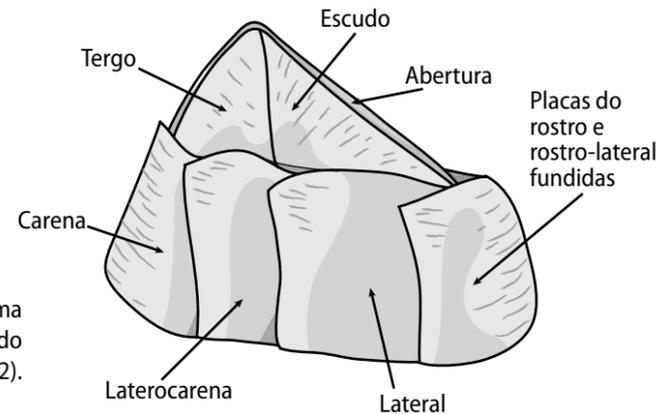


Figura 6.18 - Craca do grupo das balanomorfas. Esquema mostrando a organização das placas calcárias, vista pelo lado esquerdo. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 792).

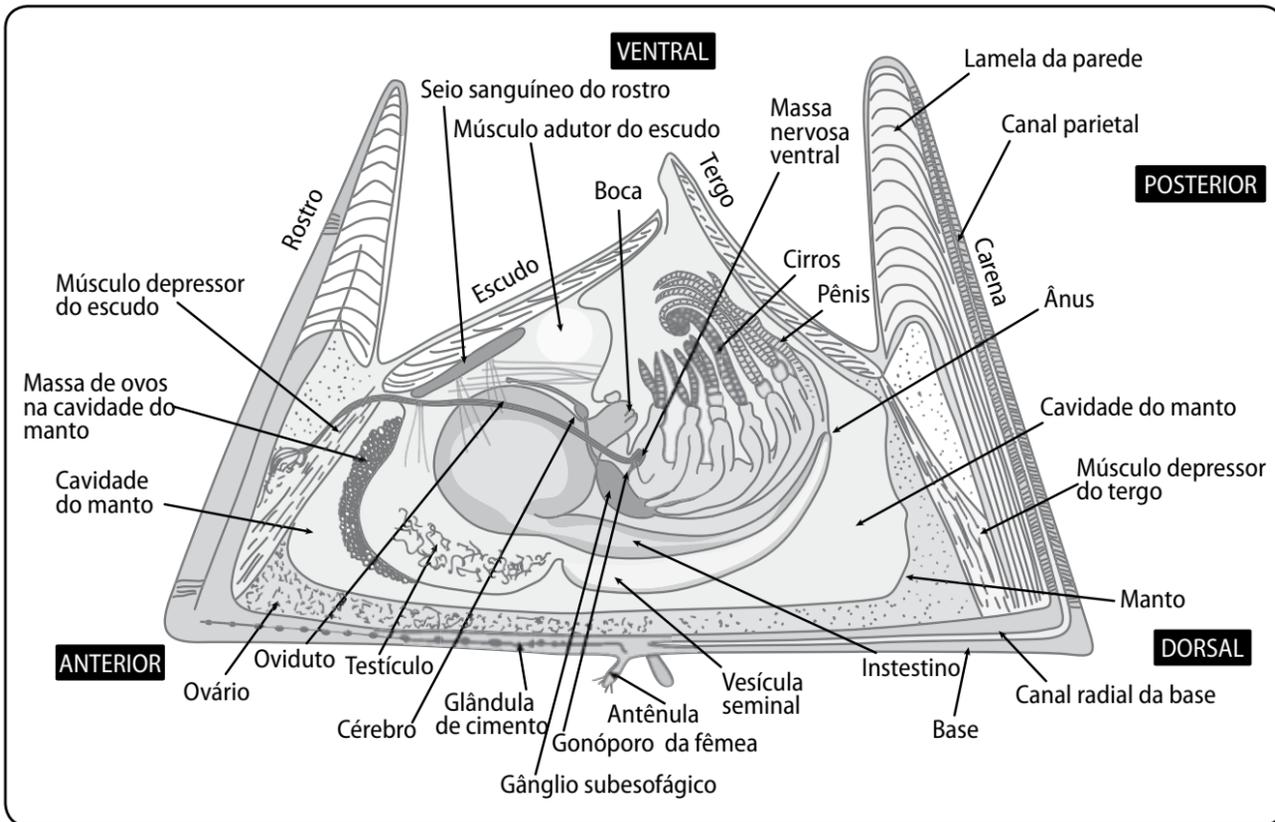


Figura 6.19 - Craca do grupo das balanomorfas. Perceba os apêndices do tronco, chamados cirros. (Adaptado de RUPPERT et al. (2005, p. 792).

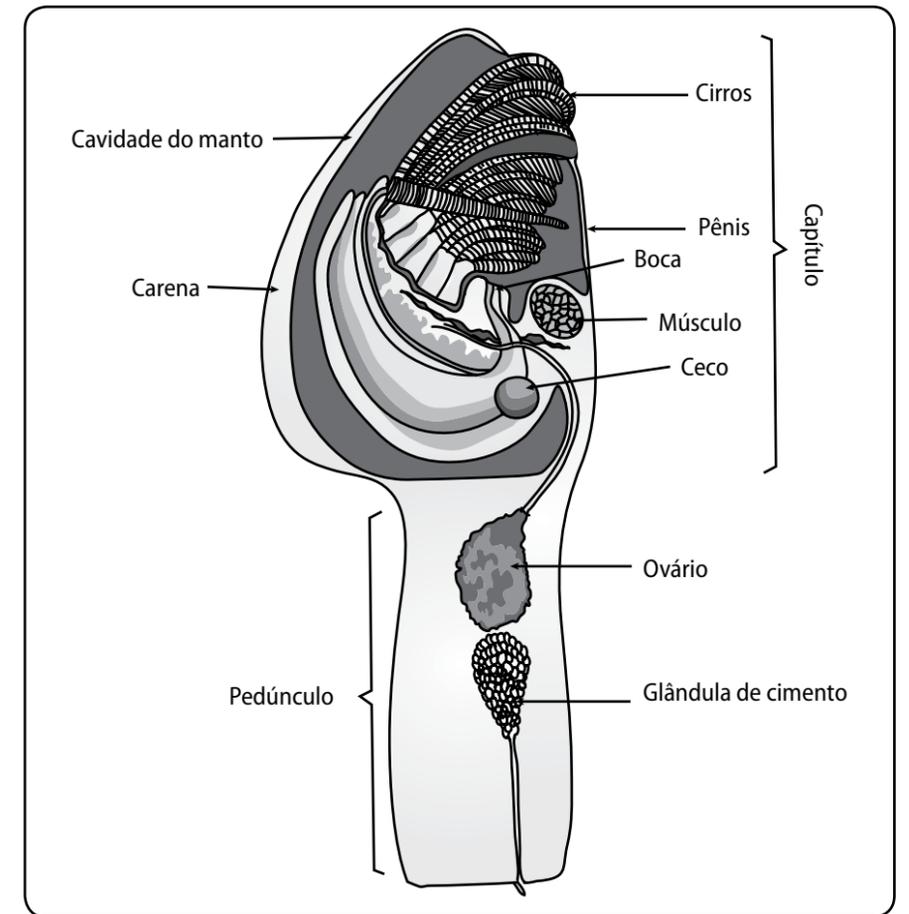


Figura 6.20 - Cirripédio do grupo das lepas. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 794).

6.3.10 Maxilópodos – Classe Ostracódas

Trata-se de um grupo importante, com milhares de espécies, principalmente marinhas bentônicas, mas também presentes em água doce. O corpo dessas espécies, que em geral são microscópicas (Figura 6.21), é reduzido a uma cabeça e poucos apêndices, sendo que as primeiras antenas são muito grandes e participam da locomoção desses microcrustáceos. São **detritívoros seletivos** e filtradores.

6.3.11 Maxilópodos – Classe Branquiúros

São formas **ectoparasitas** de peixes e ocasionalmente de girinos. São cerca de 200 espécies. Os apêndices cefálicos são modificados

Detritívoros seletivos
Alimentam-se selecionando os detritos e resíduos orgânicos.

Ectoparasitas
Parasita que vive na superfície externa de um corpo ou de um organismo.

para o parasitismo (Figura 6.22). Podem sair de um hospedeiro e adotar outro, nadando através da água, e com isso podem infestar tanques com peixes confinados para crescimento.

6.3.12 Maxilópodos – Classe Pentastômidos

Também são formas parasitas, e já foram descritas mais de 100 espécies. São organismos muito modificados e vermiformes (Figura 6.23), que habitam as vias aéreas, seios nasais e pulmões de vertebrados, principalmente de cobras e crocodilos. Têm ciclo vital completo no hospedeiro e às vezes necessitam de um hospedeiro intermediário. O corpo tem de 1 a 16 cm e possuem ganchos na cabeça que podem ou não estar sobre 2 pares de protuberâncias.

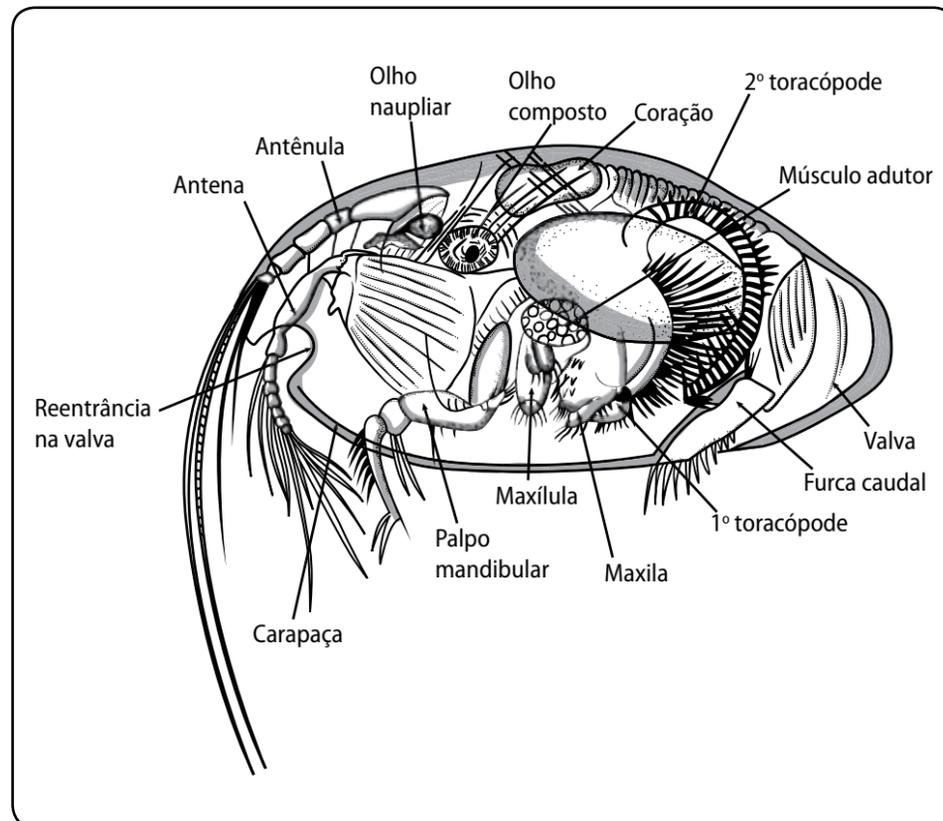


Figura 6.21 - Estrutura geral de ostracódeos, vista lateral com valva esquerda removida. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 804).

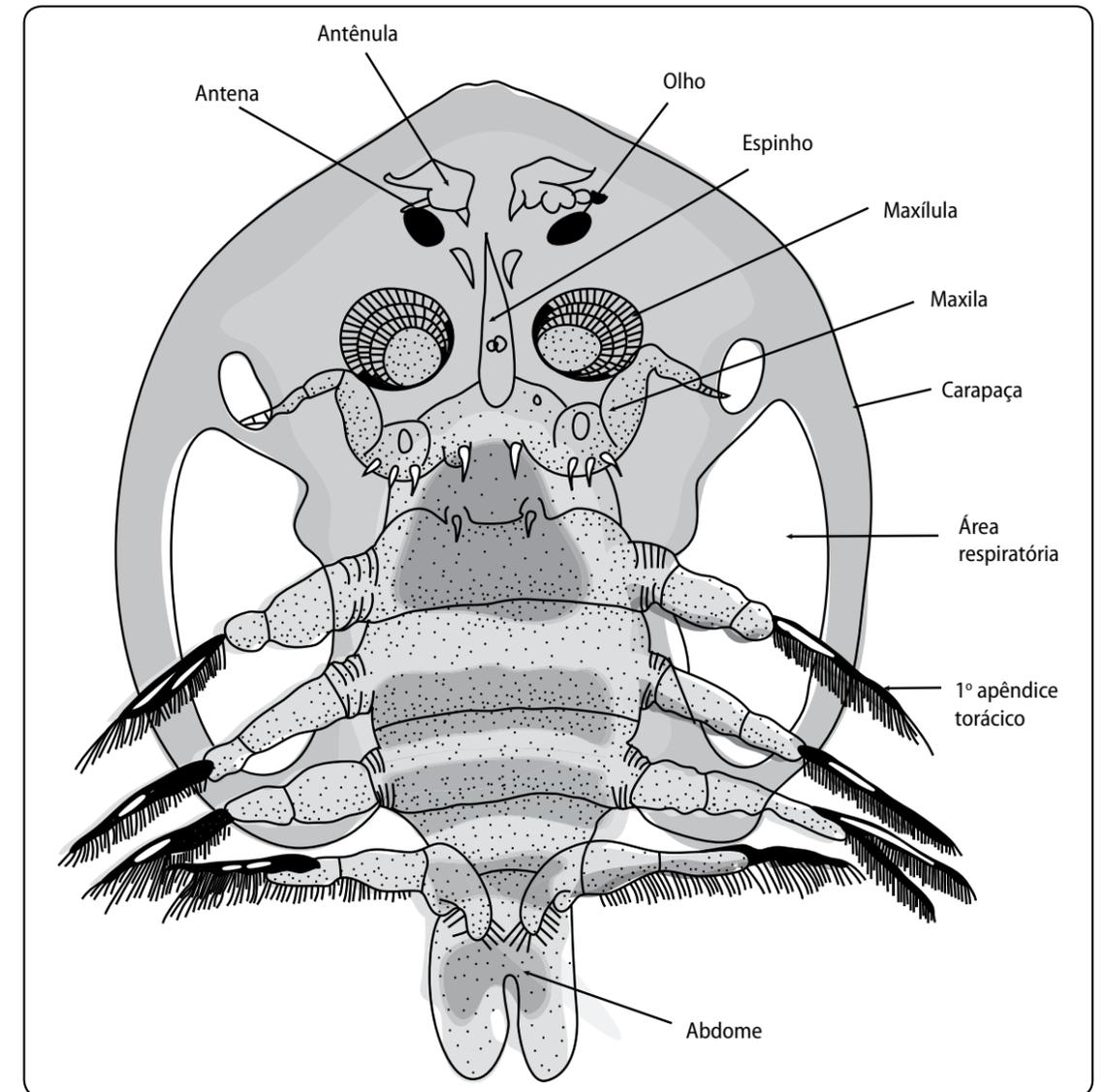


Figura 6.22 - Morfologia externa do lado ventral de um Branquiúro. Perceba o aparato sensorial e bucal modificados para ectoparasitismo. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 807).

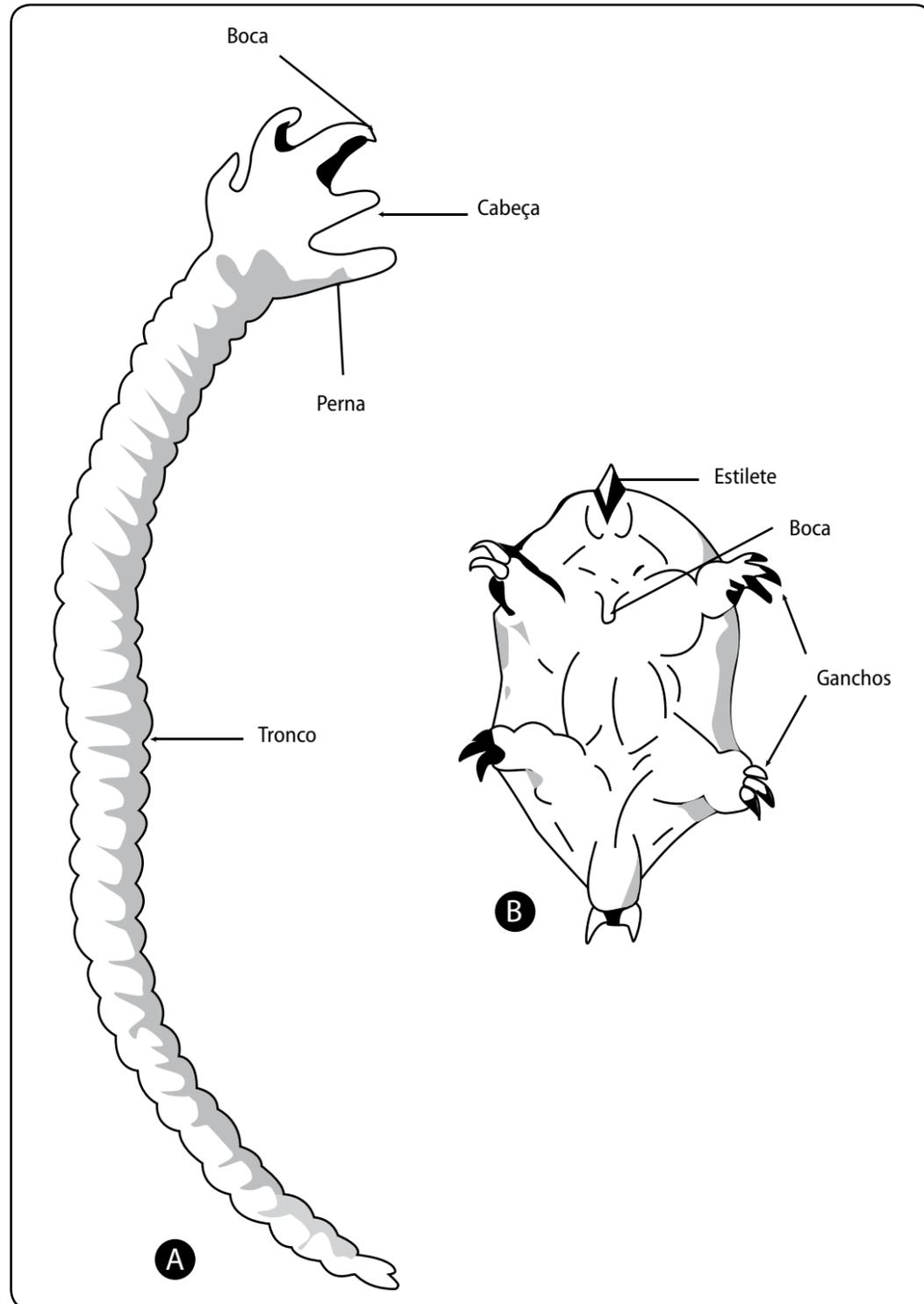


Figura 6.23 - Pentastômidos: (A) parasito de cobras e (B) parasito de crocodilos. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 807).

Resumo

Os crustáceos são artrópodos com grande diversidade morfológica e ocorrem em praticamente todos os ambientes disponíveis na biosfera. Dominam em abundância o zooplâncton e vários outros ecossistemas marinhos, com espécies muito representativas. São invertebrados bilaterais, protostômios, hiponeuros, segmentados e com exoesqueleto duro. Apresentam ciclos de vida complexos com vários estágios larvais e sofrem mudas ao longo do crescimento. As principais características são: 1) elevada variabilidade morfológica; 2) altíssimo valor para o desenvolvimento de vários setores da nossa sociedade, como aquicultura, ecotoxicologia e conservação da natureza.

Referências

- BARNES, R. S. K.; CALOW, P.; OLIVE, P. J. W. **Os invertebrados**. Uma nova síntese. São Paulo: Atheneu, 1995. 526 p.
- RIBEIRO-COSTA, C. S.; ROCHA, R. M. (Coords.). **Invertebrados**. Manual de Aulas Práticas. 2. ed. Ribeirão Preto, SP: Holos, 2006. 271p.
- RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados**. Uma abordagem funcional evolutiva. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005. 1145 p.



Filo Artrópodos - Subfilo Quelicerados

Ao final deste capítulo você deverá ser capaz de identificar os quelicerados devido às características da tagmose e dos apêndices do cefalotórax. Você, como um(a) futuro(a) biólogo(a), deve compreender o processo evolutivo de fusão e perda de segmentos da cabeça que levou à ausência das antenas. Irá também diferenciar as quelíceras e os pedipalpos, apêndices cefálicos relacionados com a predação, percepção sensorial e reprodução.

7.1 Introdução

Os quelicerados incluem as aranhas, os carrapatos, o caranguejo-ferradura e os escorpiões, dentre estes um grupo de escorpiões extintos, os euriptéridos. Trata-se da segunda ordem mais importante dos artrópodos, depois dos insetos. A maioria dos representantes marinhos está extinta, mas eles foram muito expressivos em mares paleozoicos, e alguns dentre eles são considerados um dos mais amedrontadores predadores. Além do grande interesse filogenético, é importante o estudo a respeito dos quelicerados, em virtude da sua interferência na saúde pública humana. São muitas as ocorrências de picadas de aranhas e escorpiões. Carrapatos e sarnas são ectoparasitos do homem e de animais domésticos, e causam graves lesões à pele.

Os quelicerados, comparativamente aos outros grupos de artrópodos, têm a região da cabeça muito modificada. O que ocorreu na evolução foi a perda de segmentos cefálicos e com isso as antenas estão ausentes nesse grupo. Os apêndices cefálicos presentes são as quelíceras e os pedipalpos. Os olhos dos quelicerados estão na superfície dorsal do cefalotórax e podem ser em número de até quatro pares.

Os quelicerados são divididos em três classes: Merostomados e Picnogônidos, com poucas espécies e marinhos; e Aracnídeos, um grupo com grande diversidade e cuja maioria das espécies é terrestre. A seguir, veremos a descrição das classes.

7.2 Classe Merostomados

Os merostomados reúnem dois grupos: os xifosuros e os euriptéridos, grupos esses que se fazem importantes por nos levarem ao debate filogenético e à reflexão sobre “artrópodos ancestrais cambrianos”.

Os xifosuros (Figura 7.1) são um grupo de quelicerados marinhos conhecidos como caranguejos-ferradura ou límulos, e os euriptéridos, já extintos (Figura 7.2), são artrópodos gigantes parecidos com escorpiões. Existem evidências fósseis de que esses organismos invadiram a água doce e depois a terra para dar origem aos aracnídeos. Os euriptéridos estão entre os maiores e mais amedrontadores predadores da Era Paleozoica, sendo também os maiores artrópodos que já viveram em todos os tempos. Surgiram no Período Ordoviciano e os últimos foram extintos no Período Permiano.

Figura 7.1 - *Xifosuro Limulus sp.* (A) em vista ventral, face voltada para o fundo marinho, mostrando os muitos pares de apêndices e placas que são as brânquias; (B) em vista dorsal, mostrando claramente as duas regiões do corpo. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 646).

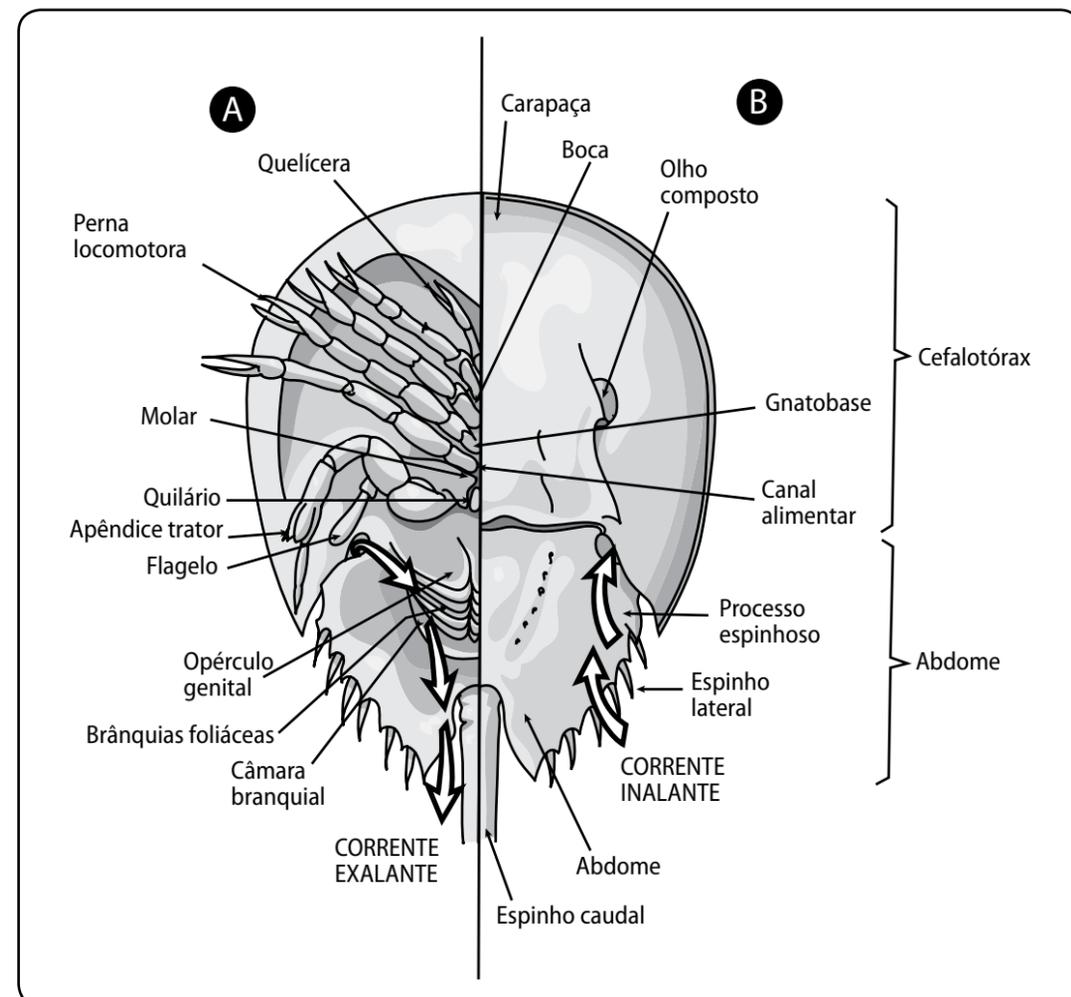
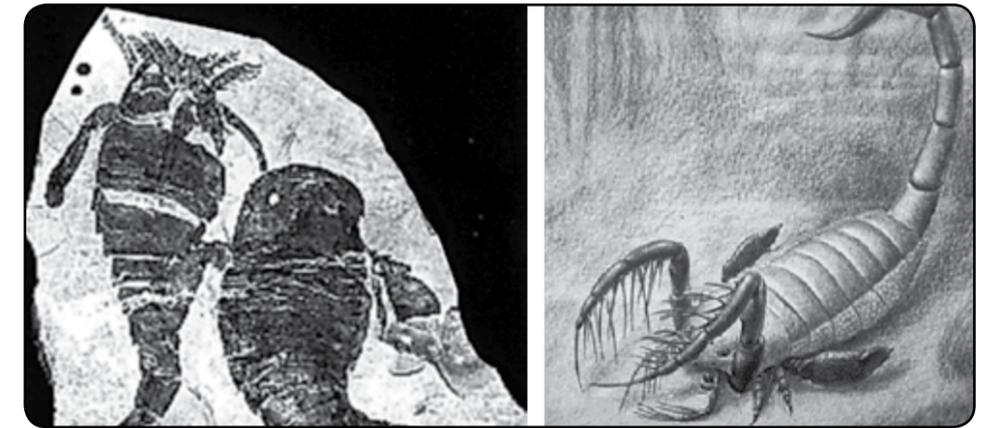


Figura 7.2 - *Eurypterus sp.*, à esquerda, foi comum no Período Siluriano, encontrado em terrenos dos Estados Unidos. À direita, *Mixopterus sp.*, um predador do Período Devoniano que podia atingir até um metro. (Disponível em <www.berkeley.edu.ca/arthropodmorphology>. Acesso em: dez. 2009).



7.3 Classe Aracnídeos

São os familiares escorpiões, aranhas, piolhos e carrapatos. Apesar dessa diversidade de formas eles compartilham várias características, como a presença de uma carapaça dura dorsal no **prossoma**, que não é segmentado. Abdome ou **opistossoma**. Na maioria ocorre fusão dos segmentos abdominais. Os apêndices comuns a todos estão no prossoma, como as **quelíceras** e **pedipalpos** e 4 pares de patas ou apêndices locomotores (Figura 7.3).

As quelíceras da maioria das aranhas e o aguilhão dos escorpiões (Figuras 7.3 e 7.4) têm função de injetar veneno na presa para imobilizá-la, para depois ingeri-la. A alimentação da maioria se dá por digestão parcial extracorporal, e os tecidos dissolvidos passam para uma cavidade pré-oral, sugados por um estômago bombeador, e depois para o final do tubo digestório, com ânus no télson. Aranhas predadoras também produzem teias de aranha como armadilhas. Os fios são secreções de glândulas especiais do final do abdome, chamadas **fiandeiras** (Figura 7.5). Mas existem, também, aranhas predadoras que caçam ativamente suas presas, ou seja, não produzem armadilhas.

O grupo de mais interesse para o homem é o dos ácaros - nossos familiares piolhos, sarnas e carrapatos -, por causarem problemas de saúde ao homem, mas também para animais domésticos e à fauna selvagem. Espécies de vida livre habitam praticamente todos os ecossistemas (Figura 7.6). A forma das quelíceras e pedipalpos

Prossoma

Região anterior do corpo, formado pela fusão de dois tagmas: cabeça e tórax.

Opistossoma

Região posterior do corpo, é segmentado e é condição primitiva. Nos escorpiões, ocorre uma divisão do opistossoma em um pré-abdome (ou mesossoma) e um pós-abdome.

Quelíceras

Apêndices cefálicos, com origem no segundo segmento, com função apreensiva ou, em algumas espécies, para inocular veneno ou produzir seda.

Pedipalpos

Primeiro par de apêndices torácicos, com várias funções: preênséis, órgão copulador e sensorial.

Fiandeiras

Grupo de apêndices modificados do abdome; nelas se abrem as fúsculas, que são as aberturas das glândulas sericígenas.

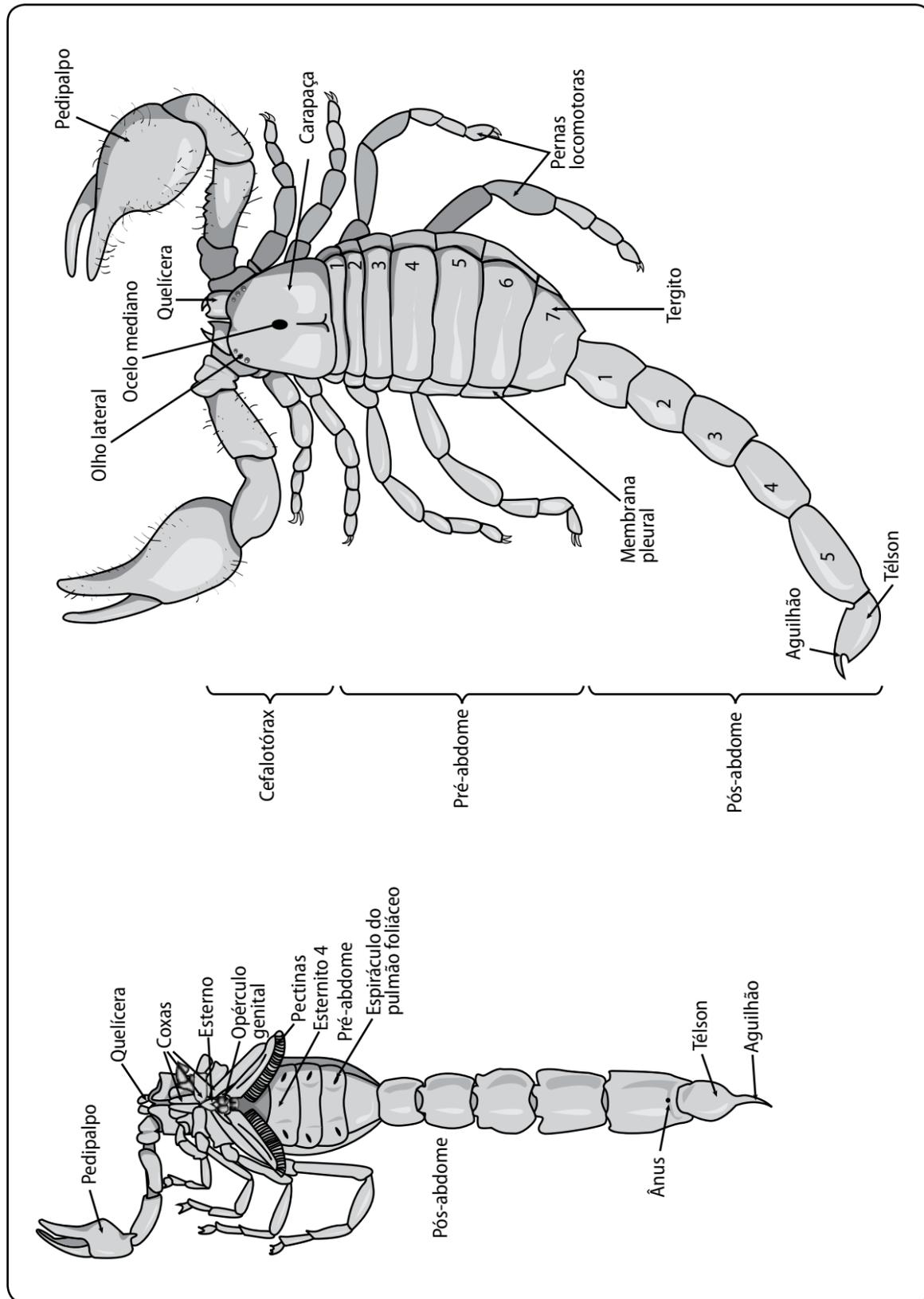


Figura 7.3 - Ordem Escorpiões em vista ventral, à esquerda, e dorsal, à direita. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 658-659).

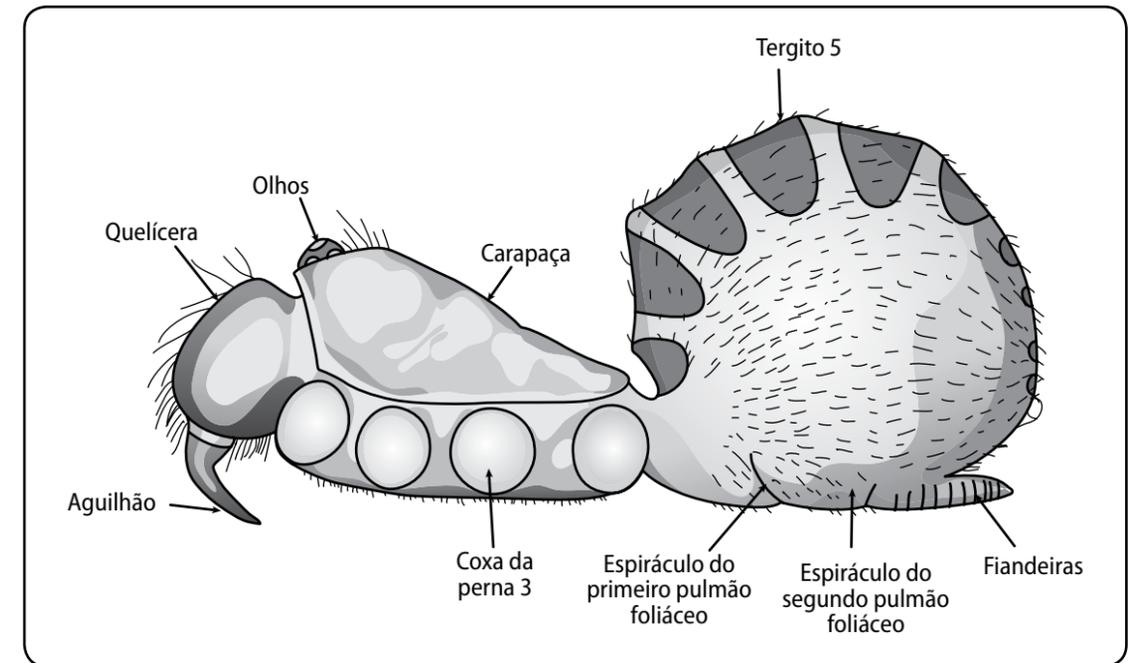


Figura 7.4 - Ordem Aranhas - regiões do corpo e estruturas em vista lateral sem apêndices locomotores. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 665).

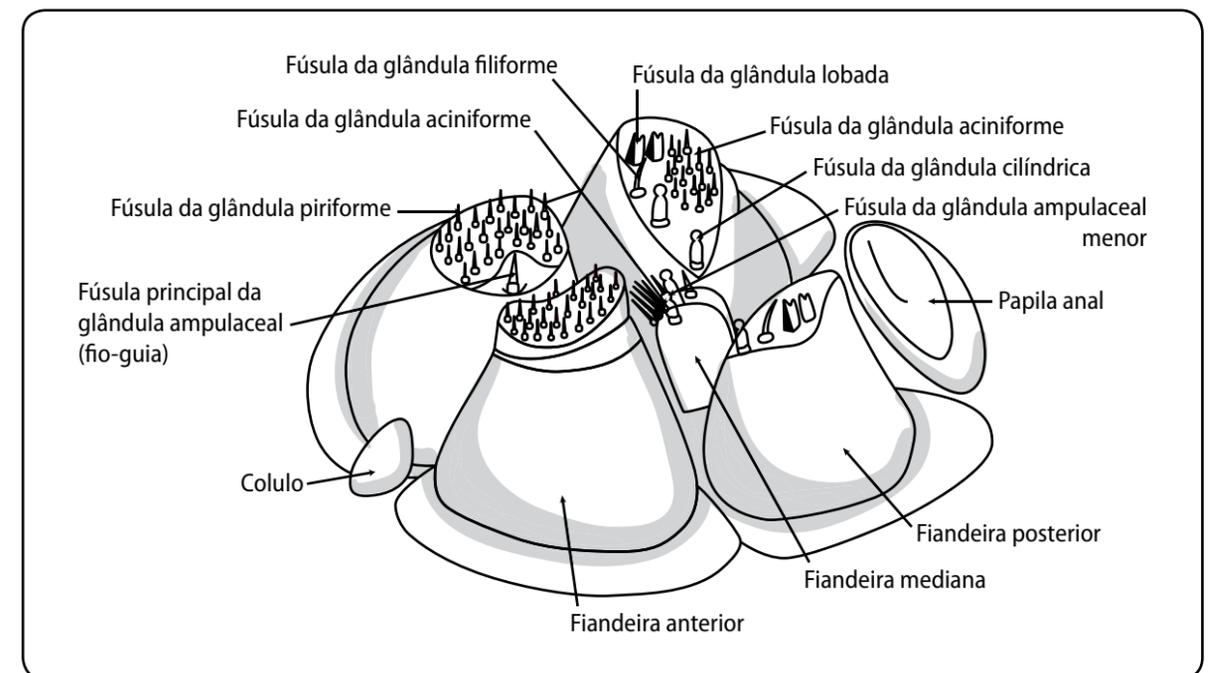


Figura 7.5 - Fiandeiras que se situam no final do abdome de uma aranha tecedora. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 667).

dos ácaros é bastante modificada para o hábito ectoparasita. Os aracnídeos em geral são dioicos e seus rituais de acasalamento são muito elaborados. O órgão copulatório não é ligado ao sistema reprodutor, pois é uma modificação do **pedipalpo**. Nos escorpiões há transferência de um espermatóforo, já nos ácaros os ovos são deixados no ambiente onde os juvenis eclodem e passam por algumas metamorfoses antes de atingir o estado adulto, para então infestarem um hospedeiro.

7.3.1 Ordens representativas da Classe Aracnídeos

A seguir, serão apresentadas ilustrações das outras ordens e que representam a diversidade atual de aracnídeos.

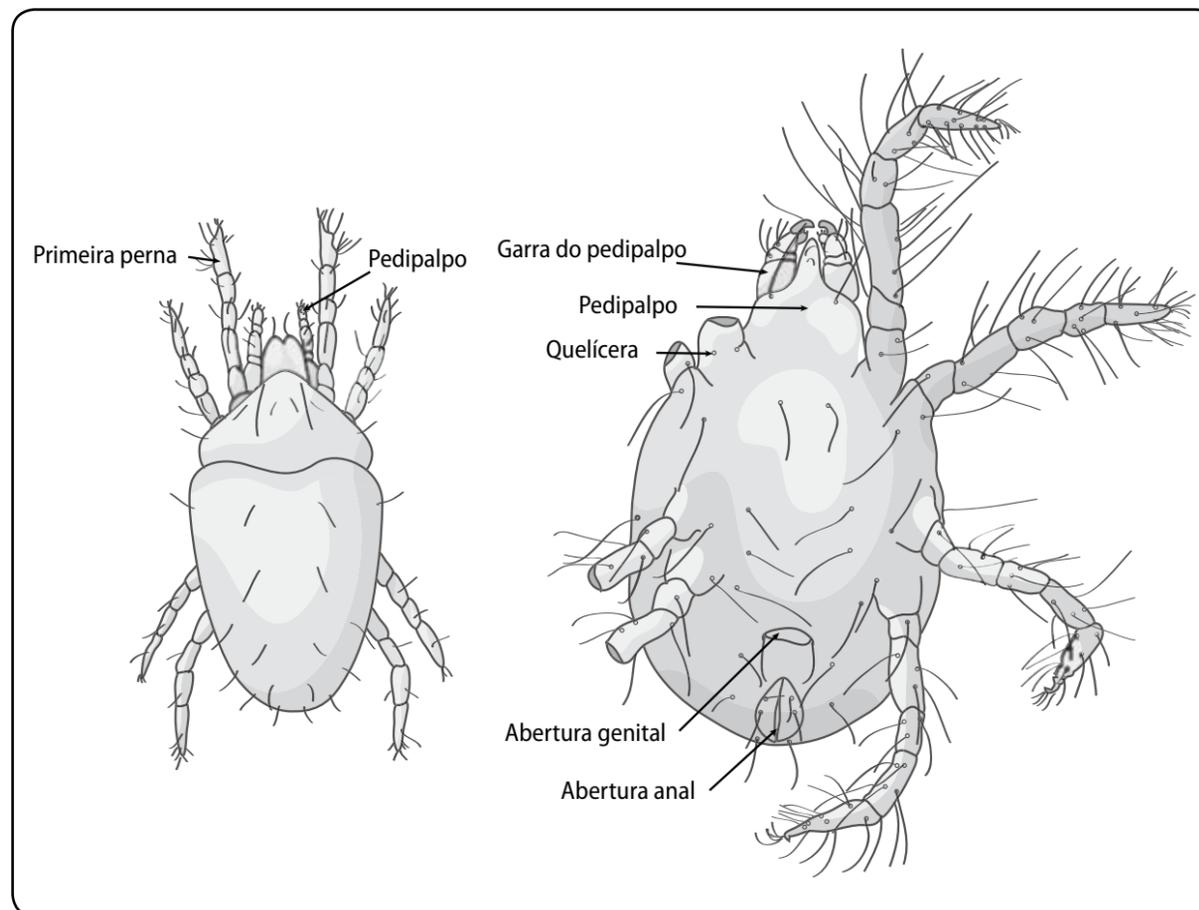


Figura 7.6 - Ordem Ácaros: (A) piolho em vista dorsal e (B) em vista ventral. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 688).

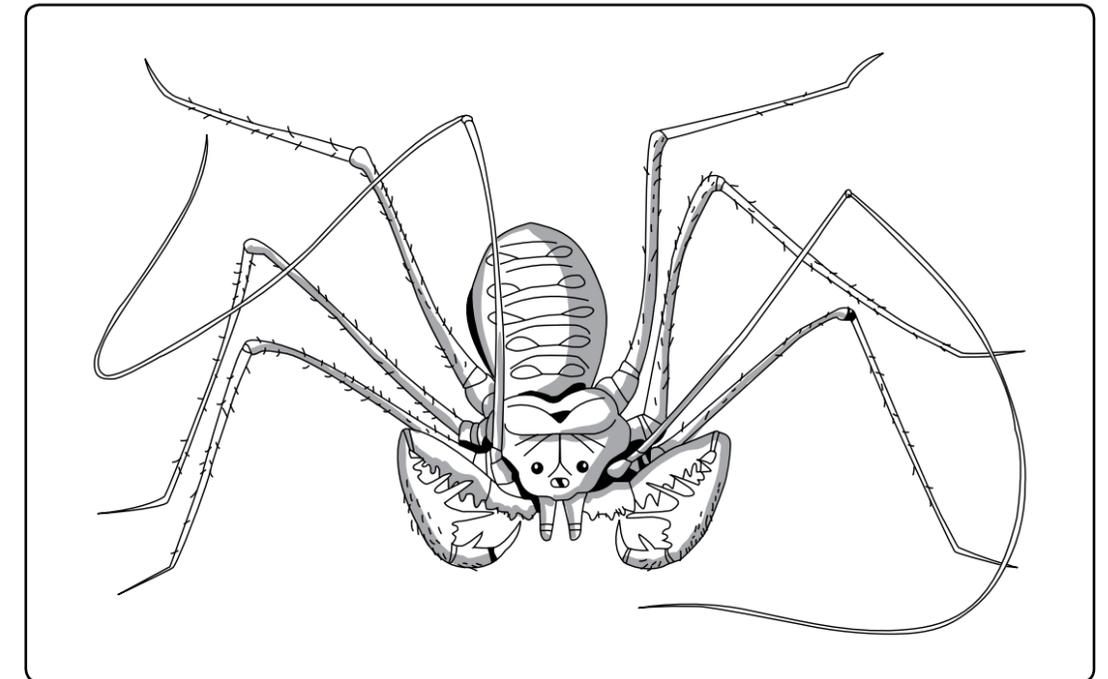


Figura 7.7 - Ordem Amblypygi. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 664).

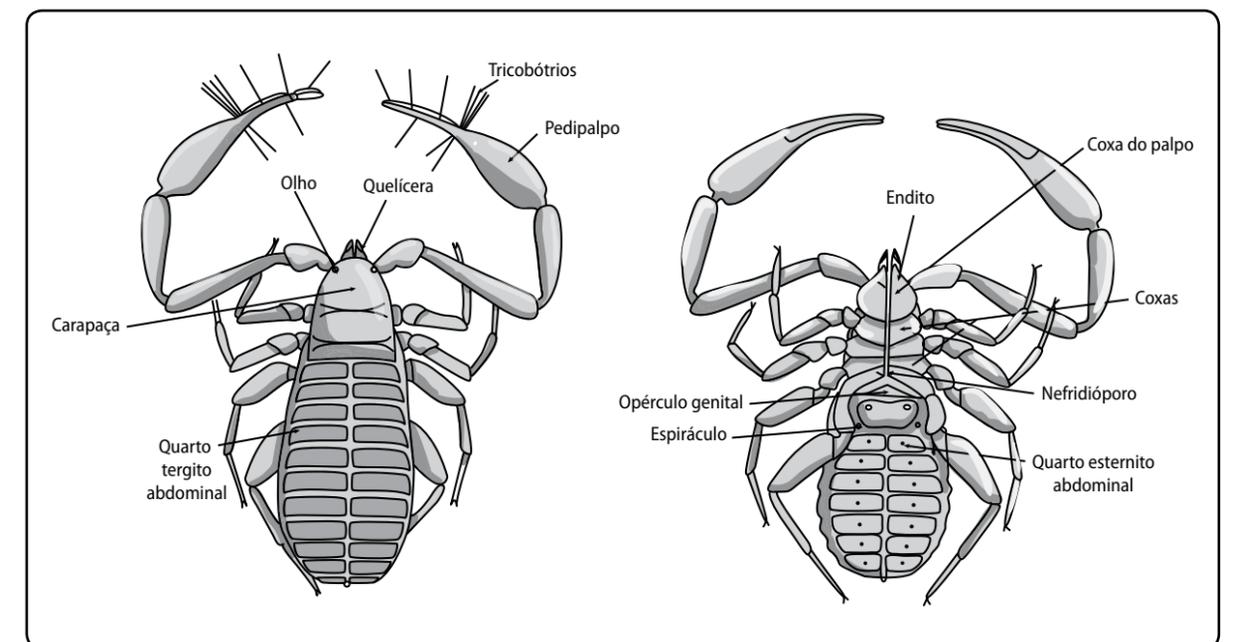


Figura 7.8 - Ordem Pseudoscorpiones. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 680).

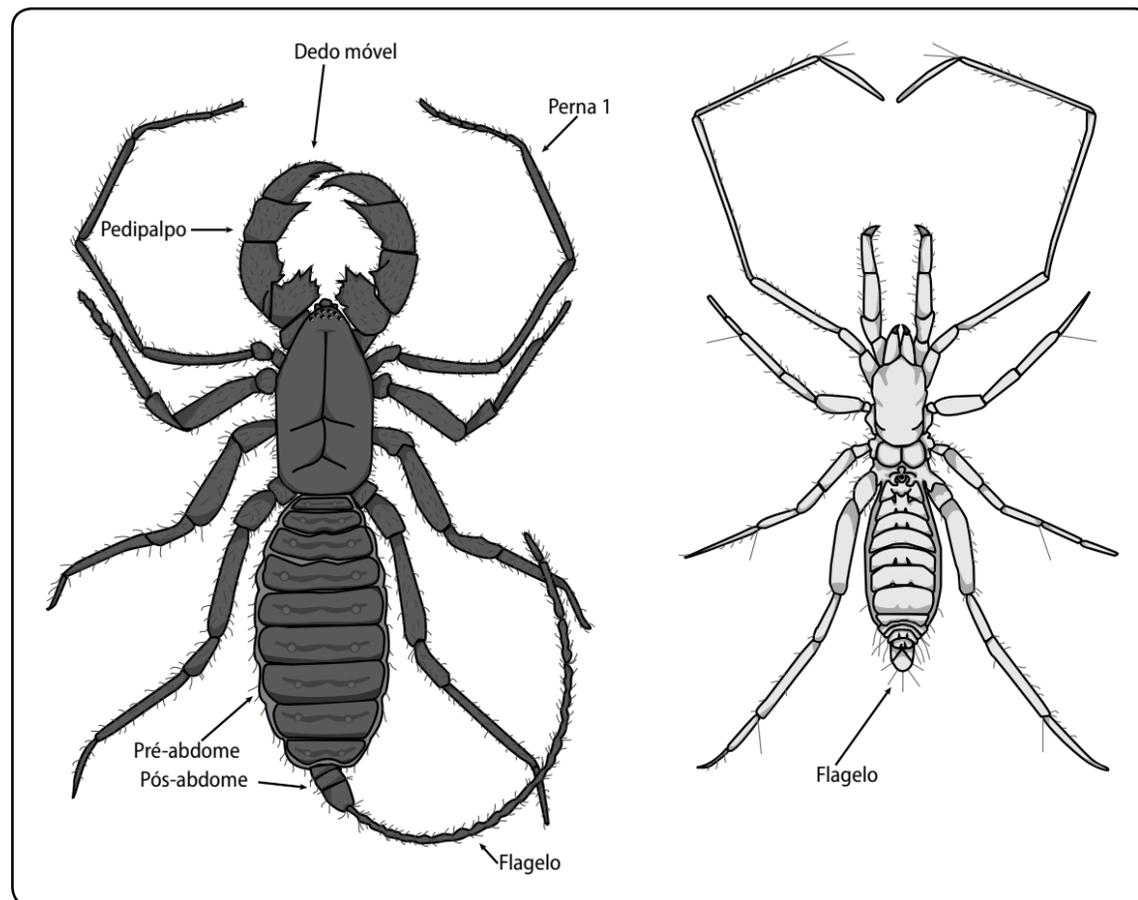


Figura 7.9 - Ordens Uropygi (à esquerda) e Schizomida (à direita). (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 663).

Resumo

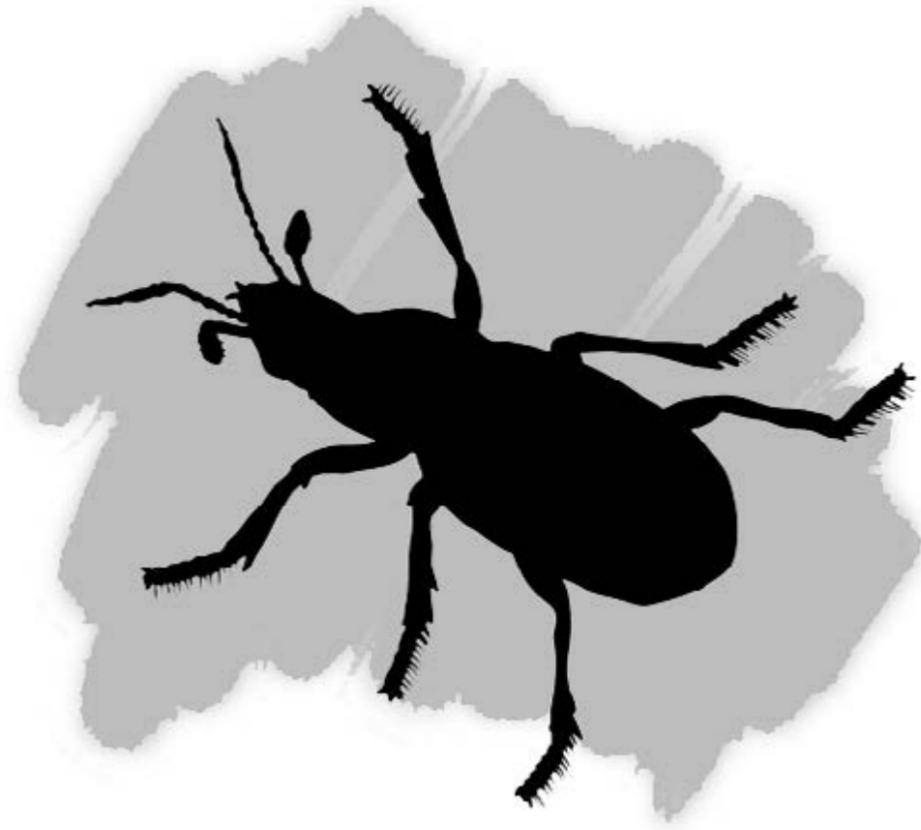
Os quelicerados são artrópodos com grande diversidade morfológica e estão presentes em todos os ecossistemas terrestres, com espécies muito representativas. Mais uma vez o seu sucesso no meio terrestre se dá devido à presença do exoesqueleto impermeável. Aranhas podem habitar desertos, onde quase nunca chove. São invertebrados bilaterais, protostômios esquizocelomados, hiponeuros, segmentados e com exoesqueleto duro, que sofrem mudas ao longo do crescimento. As principais questões e que devem ser estudadas são: i) sua importância médica, devido aos acidentes por picadas nas pessoas e ao ectoparasitismo de sarnas, piolhos e carrapatos; ii) a história evolutiva dos euriptéridos marinhos, quelicerados já extintos, importantes devido às afinidades com os limúlos, verdadeiros fósseis vivos.

Referências

BARNES, R. S. K.; CALOW, P.; OLIVE, P. J. W. **Os invertebrados**. Uma nova síntese. São Paulo: Atheneu, 1995. 526 p.

RIBEIRO-COSTA, C. S.; ROCHA, R. M. (Coords.). **Invertebrados**. Manual de Aulas Práticas. 2. ed. Ribeirão Preto, SP: Holos, 2006. 271p.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados**. Uma abordagem funcional evolutiva. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005. 1145 p.



Filo Artrópodos - Subfilo Hexápodos

Este capítulo lhe conduzirá a reconhecer a elevada diversidade de espécies dos insetos e sua importância para a ecologia vegetal devido à polinização, à saúde pública (como no caso da dengue e malária) e para a alimentação humana (mel de abelhas, por exemplo). Você poderá reconhecer os diversos grupos de hexápodos baseado(a) nos tipos de peças bucais e de ciclos vitais. Um(a) biólogo(a) precisa demonstrar algum conhecimento sobre a comunicação, o voo e a vida social dos insetos.

8.1 Introdução

O número de espécies de insetos pode chegar a 1 milhão, ou mais. O nome ‘hexápodo’ revela que possuem 3 pares de apêndices locomotores, sendo que esses são exclusivamente unirramosos, ou seja, têm apêndices ou patas constituídos de apenas um ramo. A maioria é terrestre, mas alguns são aquáticos durante parte ou todo o seu ciclo de vida.

Os hexápodos são divididos em dois grupos: (i) insetos e (ii) entognados, entretanto os dois grupos podem ser popularmente conhecidos como insetos. Os **entognados** possuem as peças bucais afundadas em uma depressão na cabeça. Dentre as diversas formas que compõem o grupo, existem aquelas que só vivem em ambientes úmidos ou locais com acúmulos de matéria orgânica, como composteiras e na **serapilheira** das florestas. Os entognados ou apterigotos, ou seja, sem asas, são muito pequenos e o corpo não tem exoesqueleto muito duro (Figura 8.1).

Entognados
Ento (= dentro) + gnados (= mandíbula).

Serapilheira
Folhas secas depositadas no solo das florestas.

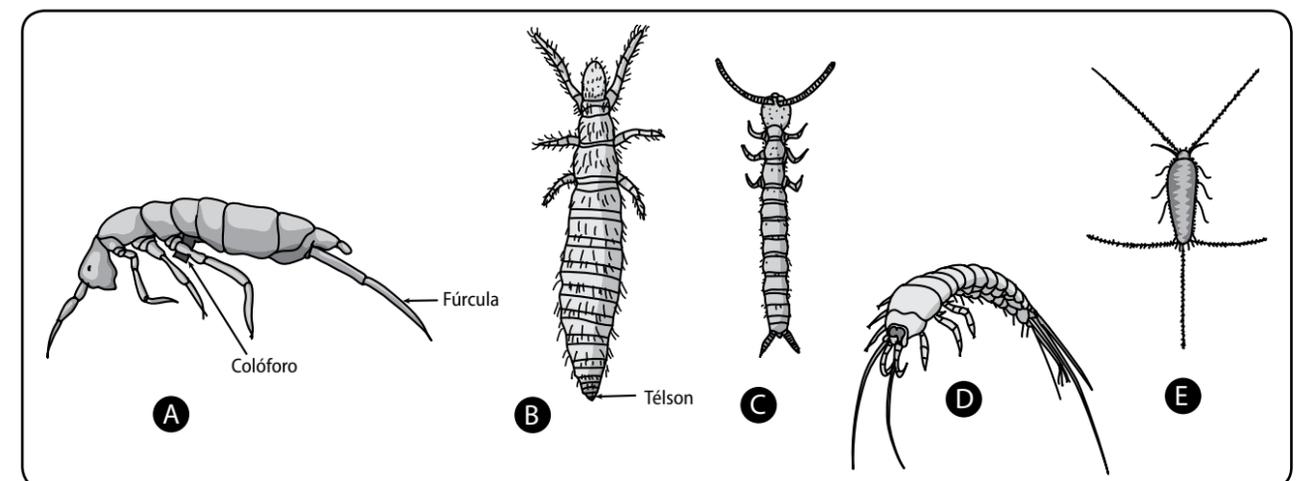


Figura 8.1 - Hexápodos entognatos: (A) Colembola; (B) Protura; (C) Japygina; (D) Archeognato; (E) Zigentoma (traça-de-livro). (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 870).

8.2 Os Insetos

Um dos principais motivos do sucesso ecológico dos insetos é o exoesqueleto duro que os protege da desidratação no meio terrestre. Os insetos co-evoluíram com os vegetais terrestres, ou seja, desenvolveram conjuntamente adaptações para seus processos alimentares. O inseto precisa se alimentar e na busca pelo néctar das flores, eles promovem a polinização destas. Mais de dois terços dos vegetais dependem de insetos para a polinização. Note a interdependência dos seres que, para a planta, geralmente, significa a polinização. Esses e tantos outros aspectos da biologia dos insetos os tornam fascinantes, como seus ciclos de vida, sua capacidade de voar e seu comportamento social.

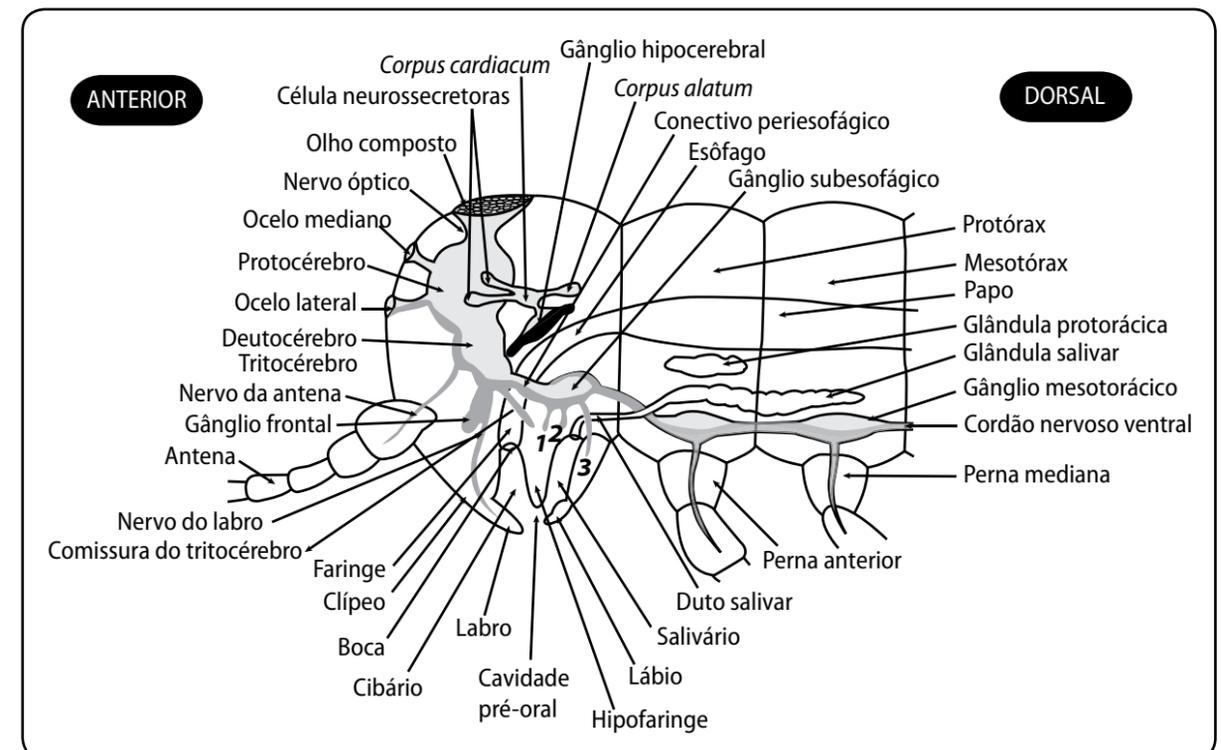
A palavra ‘holometábola’ significa “metamorfose total”, logo insetos holometábolos são aqueles que no decorrer da sua vida passaram por estágios morfológicamente distintos. Esses estágios são na maioria formas assexuadas, como larvas e pupas de moscas e lagartas de borboletas, que cumprem uma etapa da vida do organismo até atingir o estado adulto, o qual será sexualmente maduro. A vantagem de uma espécie possuir estágios ao longo da vida significa, por um lado, ocupar diferentes nichos ecológicos (o que reduz a competição) e, por outro, fazer que um mesmo indivíduo, em diferentes fases da vida, utilize diversos recursos naturais. Não é por coincidência que os quatro táxons com maior número de espécies de insetos (besouros, borboletas, formigas e moscas que totalizam 870 mil espécies) são holometábolos.

Muitos insetos apresentam asas – os pterigotos - e geralmente isso ocorre nos adultos. Alguns grupos perderam as asas secundariamente, ou seja, descendem de um ancestral que possui asas e as perderam por adaptação a um meio de vida para o qual as asas não são necessárias. De maneira geral, apesar da grande variação de formas, o grupo apresenta um plano básico morfológico que será descrito a seguir.

8.2.1 Inseto generalizado

O corpo de um inseto é formado por 3 tagmas: cabeça, tórax e abdome. A cabeça é uma unidade rígida, formada pela fusão de 7 segmentos e dotada de apenas um par de antenas (Figura 8.2). A anatomia geral está apresentada nas Figuras 8.3 e 8.6 adiante. As peças bucais variam bastante entre os grupos e são importantes para o estudo das estratégias de alimentação dos insetos. Nas moscas as peças bucais sugam matéria orgânica com uma almofada bucal e os pernilongos sugam nosso sangue após causar uma microperfuração na pele (Figura 8.4). Alguns tipos de peças bucais, conhecidas como picadoras sugadoras, são usadas para perfurar e sugar as seivas dos tecidos vegetais. Nas borboletas, as peças bucais funcionam para sugar líquidos nas flores, sem perfurações (Figura 8.5). Nas formigas as mandíbulas são poderosas armas para a predação (herbivoria e carnivoria). Hexápodos são dioicos com fecundação interna e geralmente ocorre cópula para transferência de espermatozoides. Em alguns grupos de apterigotos, a transferência é indireta. A produção de espermatóforo também ocorre na maioria dos grupos (Figura 8.7 adiante).

Figura 8.2 - Inseto em vista lateral com detalhes anatômicos da região anterior. Os números 1, 2 e 3 referem-se a terminações nervosas das peças bucais. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 852).



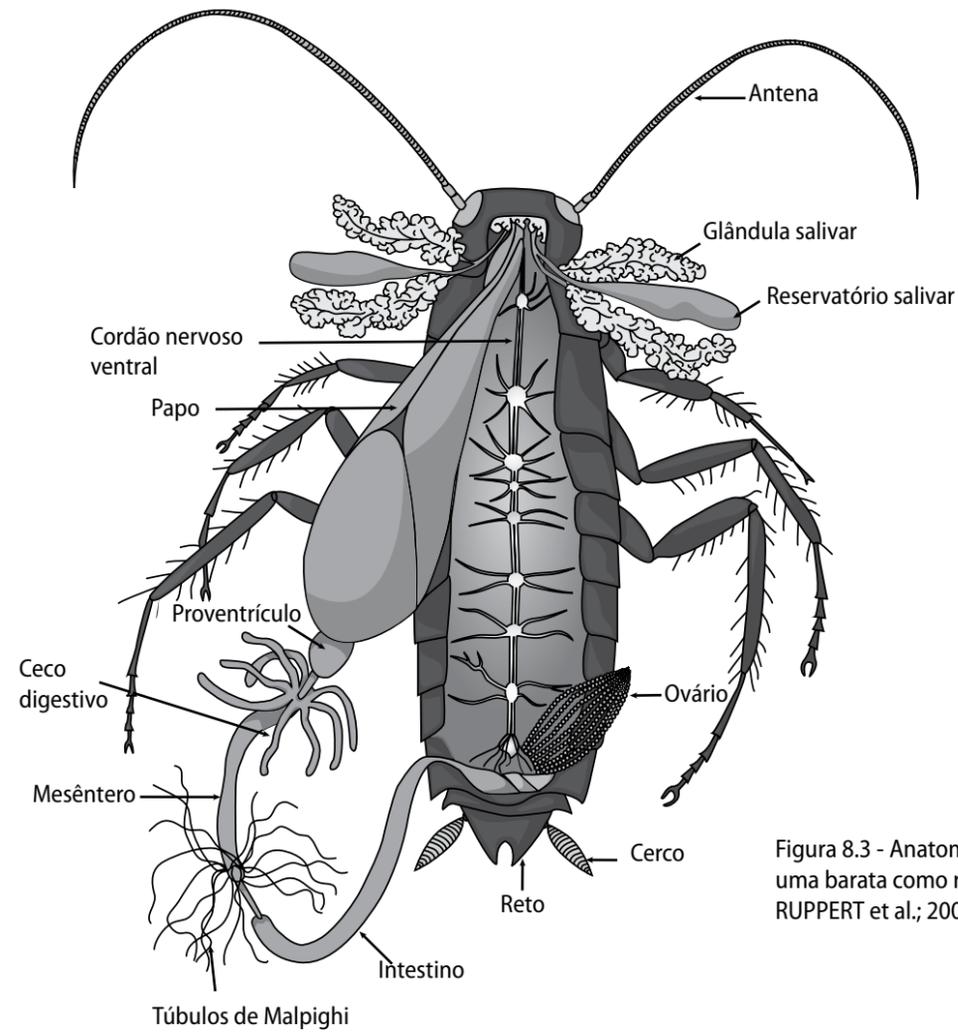


Figura 8.3 - Anatomia interna de um hexápodo; uma barata como representante. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 853).

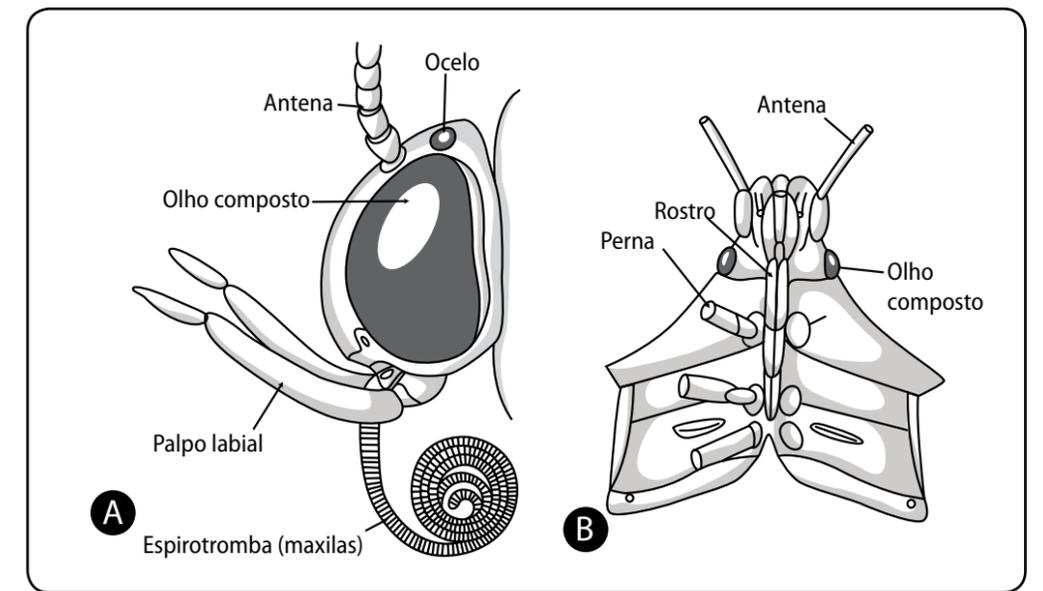


Figura 8.5 - Hexápodo em vista da região anterior de lepidópteros (borboletas) para mostrar as peças bucais sugadoras (A) e de hemípteros (cigarrinhas) para mostrar as peças picadoras e sugadoras (B) em vista ventral. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 849-850).

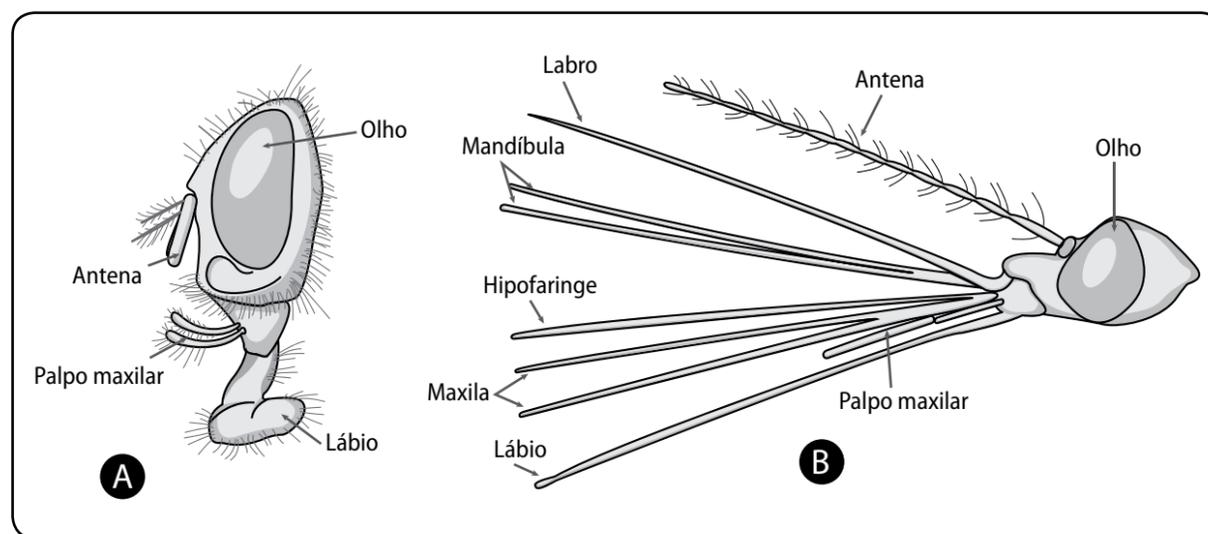


Figura 8.4 - Vista lateral da cabeça para mostrar as peças bucais de dois insetos dípteros: sugadoras com esponja de moscas (A) e sugadoras e picadoras de pernilongo (B). (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 850-851).

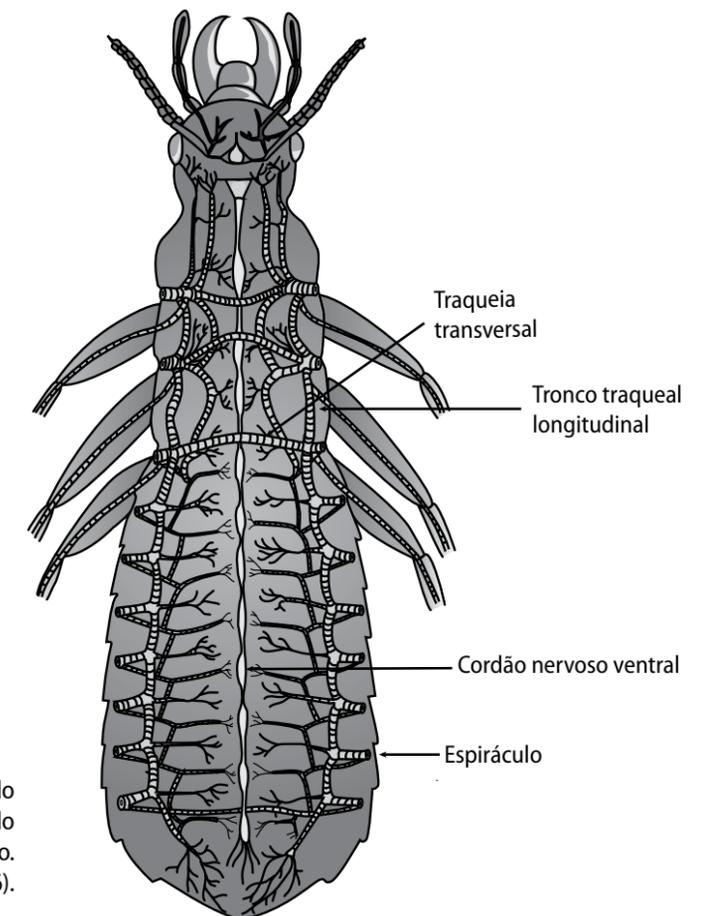


Figura 8.6 - Sistema respiratório de um hexápodo generalizado. Os espiráculos são as aberturas do sistema de traqueias para o meio externo. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 856).

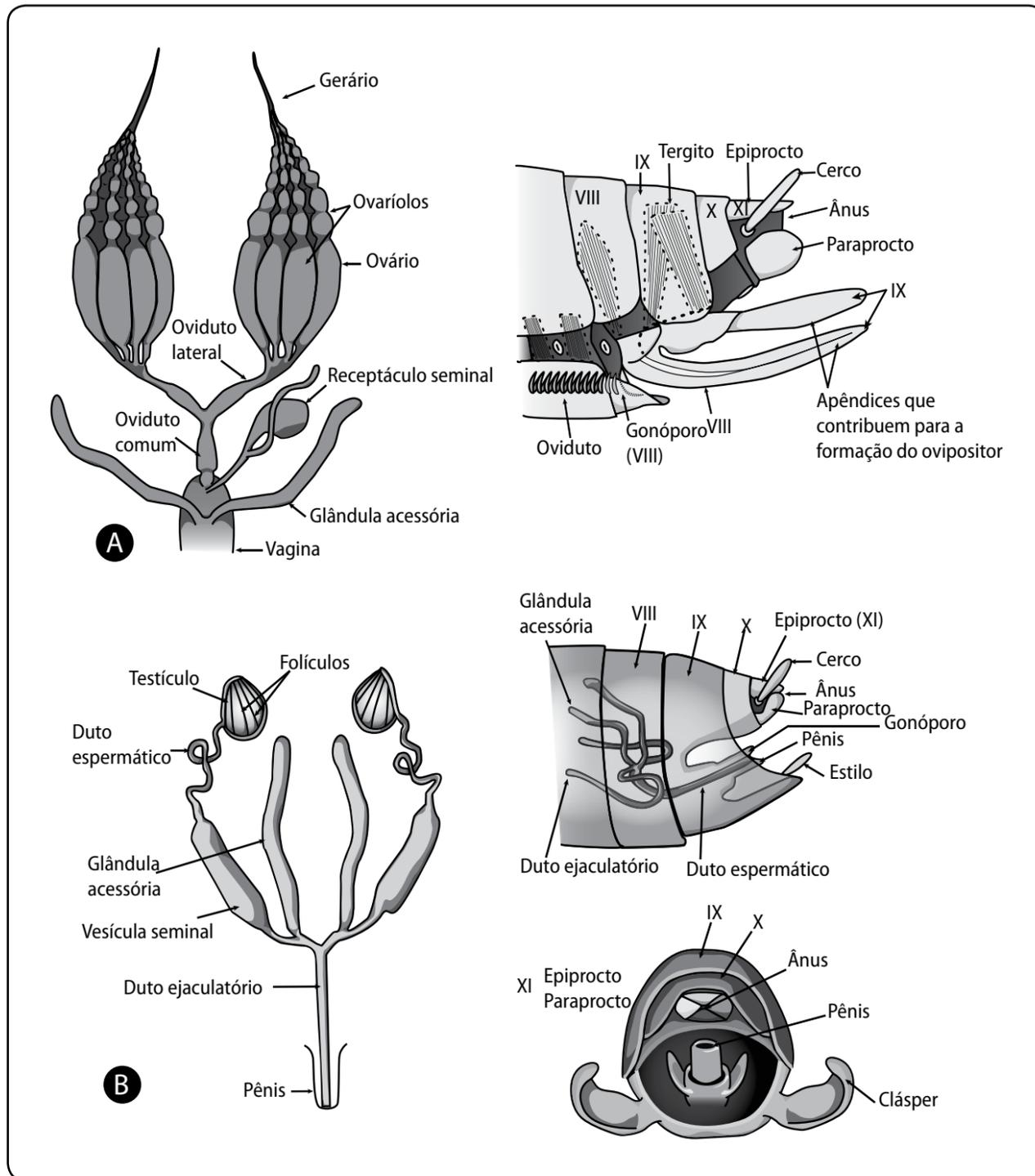


Figura 8.7 - Sistema reprodutor de hexápodos: (A) sistema feminino e (B) sistema masculino; nesse último, observa-se em detalhe a extremidade posterior do abdome. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 859-860).

Ciclos de Vida dos Hexápodos

Os diferentes estágios de desenvolvimento podem ser divididos em ínstares, ou seja, em estágios larvais, separados por mudas. Há quatro padrões básicos de desenvolvimento em hexápodos:

- 1. Apterigotos** – os juvenis são idênticos aos adultos, mas imaturos. Os ínstares não têm asas e a única diferença externa é o tamanho;
- 2. Hemimetábolos** – os juvenis sem asas e imaturos são chamados ninfas, as asas surgem à medida que fazem mudas e crescem. Exemplos são os efemerópteros;
- 3. Paurometábolos** – é o desenvolvimento com metamorfose gradual e incompleta, adultos e ninfas são similares. Exemplos são os gafanhotos e as baratas;
- 4. Holometábolos** – insetos com metamorfose completa que ocorre em abelhas, borboletas, besouros e formigas (Figura 8.8).

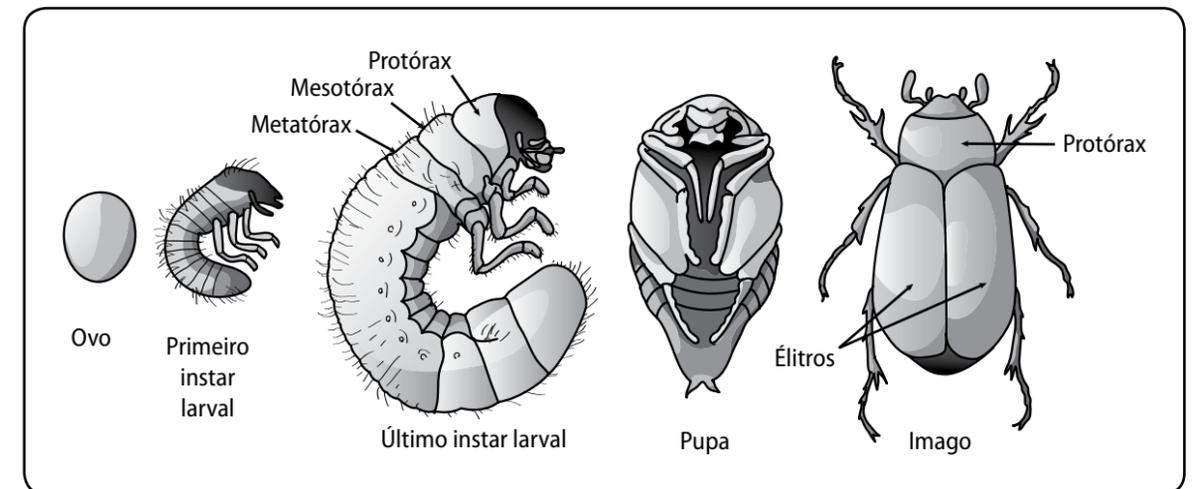


Figura 8.8 - Desenvolvimento com metamorfose total (holometábolo) de uma espécie de besouro. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 862).

8.2.2 Asas e Voo

Alguns grupos são ápteros – animais desprovidos de asas - e muitos insetos apresentam asas em apenas um estágio de vida. Por exemplo, os cupins alados são uma geração produzida apenas com objetivo de realizar uma revoada nupcial. As lagartas de borboletas são verdadeiros vermes encouraçados, mas, em suas formas adultas, já como borboletas, podem voar com eficiência. As asas das borboletas, estruturas vivas, são projeções muito finas da parede do corpo e cada uma delas é formada por camada dupla de epiderme e cutícula com áreas reforçadas e **esclerotizadas**. Essas asas articulam-se com **escleritos do tergo** sobre um **fulcro da pleura** do meso e do metatórax, chamado processo pleural. A **origem evolucionária das asas**, provavelmente, é a de estas terem sido **bordas lamelares** projetadas dos tergos para **planar** e que foram se especializando em movimento, avançando no desenvolvimento de novas formas de voo. O movimento das asas é executado por musculatura longitudinal e vertical, os **grandes músculos do voo** (Figura 8.9). Diferentes tipos de voos são feitos com usos e combinações diferentes de forças desses músculos, por isso a habilidade de voo varia muito.

- **Esclerotizadas**
Endurecidas.
- **Fulcro**
Ponto de apoio, sustentáculo.

• **Feromônios**
Substância química secretada por insetos e mamíferos e que tem várias funções para a biologia populacional desses animais.

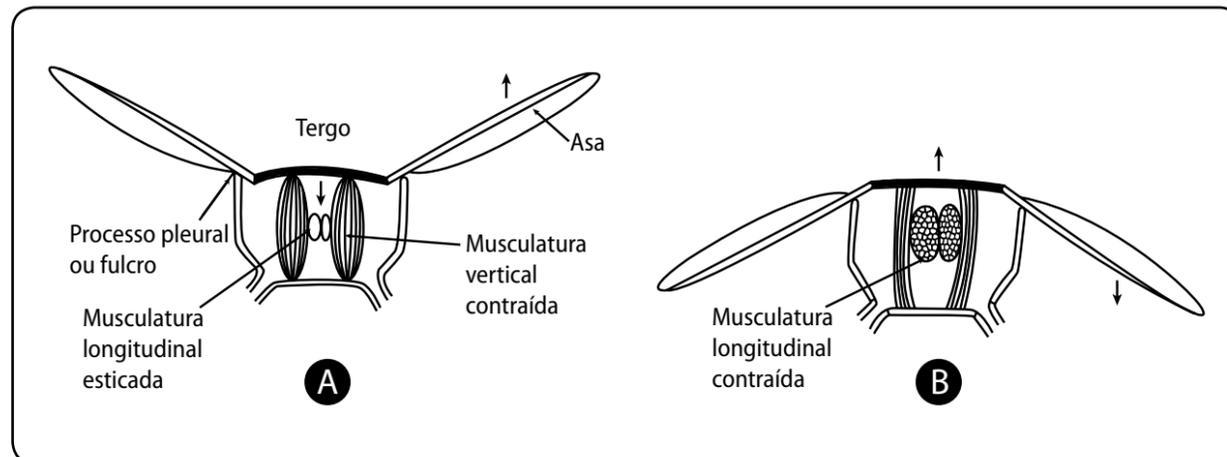


Figura 8.9 - Esquemas mostrando a relação entre asas, tergo, pleura e o mecanismo básico de batimento das asas em um inseto. Em (A) ocorre contração da musculatura vertical e em (B) ocorre contração da musculatura longitudinal. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 847).

8.2.3 Coevolução, parasitismo, fitoparasitismo, comunicação e comportamento social.

Estes são temas muito importantes entre os hexápodos e, devido ao fácil acesso às pesquisas, existe um volume enorme de informações. Em relação à coevolução, pode-se dizer que a grande variação morfológica geral e de peças bucais dos insetos ocorreu em resposta à evolução das flores, ou vice-versa, pois ambos sempre obtiveram vantagens com a relação simbiótica.

Já no que concerne ao fitoparasitismo, trata-se de uma estratégia importante entre os insetos e que pode afetar o agronegócio. Mas a maioria das espécies de insetos fitoparasitas tem mais importância para a ecologia do que para a economia.

No que tange à comunicação e ao comportamento social, lembramos das colônias de insetos como formigueiros e vespeiros, populações muito organizadas e com comunicação química, na forma de **feromônios**, os quais garantem a coesão e o aumento populacional. Trata-se da história evolutiva de um grupo que demonstra o maior sucesso adaptativo, que pode ser percebido pelo fato da elevada diversidade de espécies desse grupo.

Resumo

Os insetos são artrópodos com o maior número de espécies, principalmente nos ecossistemas de florestas tropicais. São invertebrados bilaterais, protostômios esquizocelomados, hiponeuros, segmentados e com exoesqueleto duro, que sofrem mudas ao longo do crescimento. As principais questões e que devem ser estudadas são: comunicação, insetos sociais e ciclos de vida complexos. Para aplicação nas nossas vidas, os insetos são de interesse, principalmente, nas questões de polinização, para a agricultura e para a saúde pública.

Referências

BARNES, R. S. K.; CALOW, P.; OLIVE, P. J. W. **Os invertebrados**. Uma nova síntese. São Paulo: Atheneu, 1995. 526 p.

RIBEIRO-COSTA, C. S.; ROCHA, R. M. (Coords.). **Invertebrados**. Manual de Aulas Práticas. 2. ed. Ribeirão Preto, SP: Holos, 2006. 271p.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados**. Uma abordagem funcional evolutiva. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005. 1145 p.



Filo Artrópodos - Subfilo Miriápodos

Neste capítulo você deverá ser capaz de diferenciar os dois grupos de miriápodos devido ao tronco segmentado e número de pares de apêndices locomotores. Deverá também reconhecer o papel de predadores dos quilópodos e de detritívoros dos diplópodos.

9.1 Introdução

As centopeias são, no mínimo, bichos muito curiosos devido ao movimento rápido das centenas de pares de pernas. São, também, amedrontadores, pois as lacraias são predadoras e possuem veneno que pode causar problemas para a saúde humana. Os miriápodos somam mais de 13.000 espécies e vivem por baixo de rochas, troncos e no meio da serapilheira de florestas. São terrestres e apresentam apêndices com apenas um ramo (ou unirramosos). Podem ter entre dez e até mais de 200 pares de apêndices no tronco, com tamanho variando desde formas microscópicas até 30 cm de comprimento. Algumas espécies apresentam glândulas repugnantes, as quais secretam substâncias que funcionam como defesa. Os dois principais grupos de miriápodos são os quilópodos e os diplópodos (as centopeias) e, a seguir, apresentaremos as características desses animais.

9.2 Os Quilópodos

As centopeias ou lacraias são miriápodos com mais de 2.500 espécies em regiões tropicais e temperadas, apresentando um par de apêndices locomotores por segmento. São formas predadoras dotadas de mandíbulas poderosas, que têm como presas os invertebrados, mas há também registros de lacraias predadoras de rãs e até mesmo aves. As mandíbulas, ligadas às glândulas de veneno, representam a modificação de um par de apêndices locomotores anterior. As características gerais da morfologia externa de uma lacraia estão apresentadas na Figura 9.1. Ocorre um órgão na cabeça, sensível a vibrações e umidade, chamado órgão de Tomosvari.

Os machos possuem fiandeiras no átrio genital que secretam seda para a construção de um local em que se possa depositar um **espermatóforo**, já a fêmea pega o espermatóforo e o acomoda no seu receptáculo. Em muitas espécies ocorre incubação dos ovos e em outros casos os ovos, antes de eclodir, são deixados no solo.

9.3 Os Diplópodos

Também podem ser conhecidos como centopeias ou piolhos-de-cobra. A principal característica é a presença de dois pares de apêndices locomotores por segmento (Figura 9.2), pois cada segmento observado externamente é originado da fusão de dois segmentos, desde o embrião. Esse aspecto é evidenciado internamente no cordão nervoso ventral, no qual se percebem dois gânglios por segmento. No coração, ao longo do corpo, ocorrem dois pares de óstios em cada segmento. Diplópodos tendem a ter o corpo cilíndrico, são detritívoros, omnívoros e como mecanismo de defesa possuem glândulas repugnantes, que se abrem em poros na base dos tergitos do tronco.

Figura 9.1 - Quilópodos: morfologia externa dos animais inteiros. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 821).

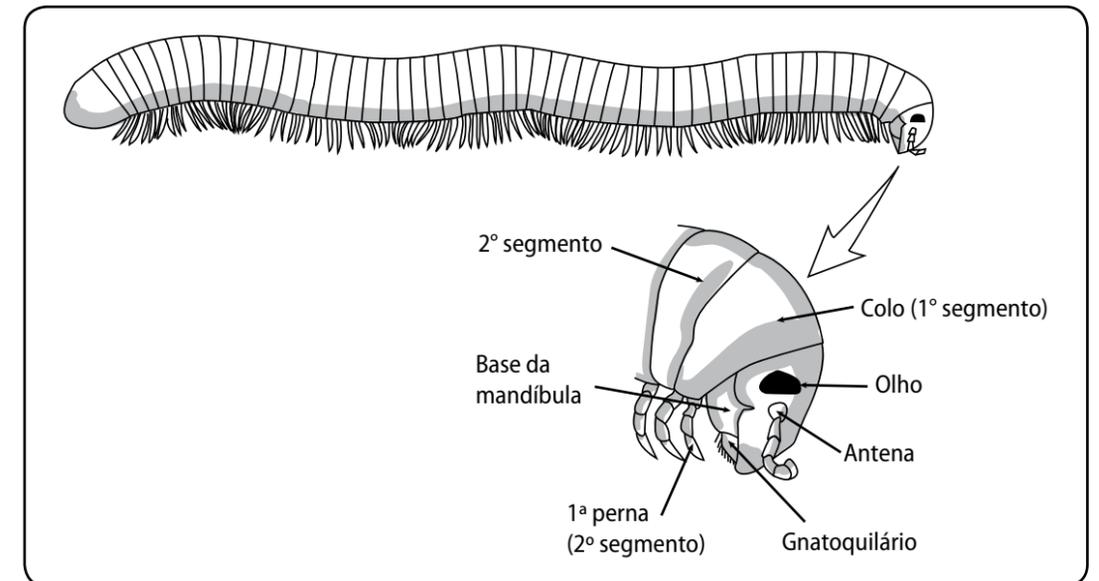
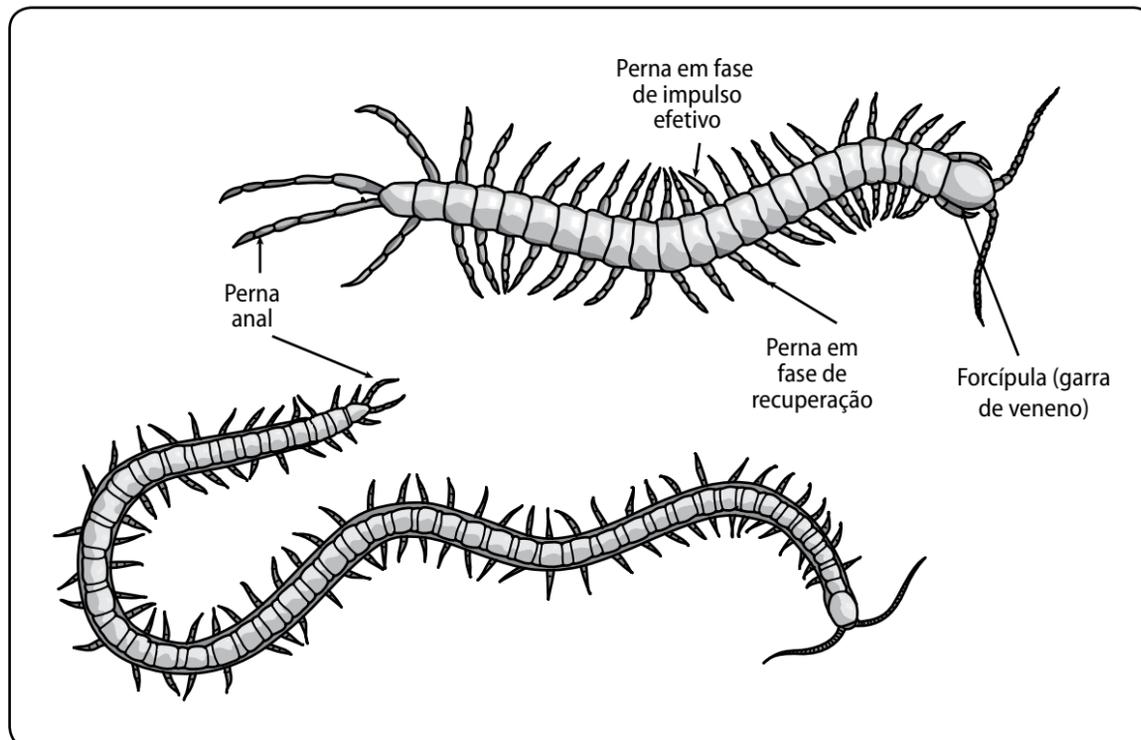


Figura 9.2 - Diplópodos: morfologia externa de um animal em vista lateral e detalhe da região cefálica. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 832).

Resumo

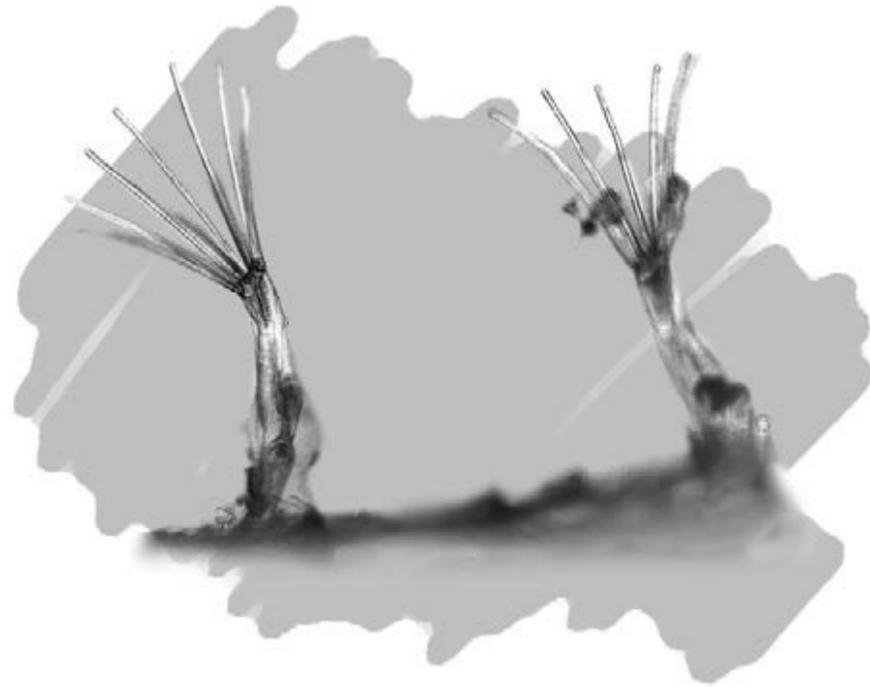
Os miriápodos são artrópodos com tronco segmentado. Os dois grupos principais diferem pelo número de pares de apêndices por segmento: diplópodos têm dois pares e quilópodos têm apenas um par por segmento. O interesse maior nesse grupo reside no fato de que os quilópodos possuem glândulas de veneno para imobilizar presas, mas podem causar acidentes aos humanos desavisados. Diplópodos são detritívoros e contribuem com a decomposição de matéria orgânica.

Referências

BARNES, R. S. K.; CALOW, P.; OLIVE, P. J. W. **Os invertebrados**. Uma nova síntese. São Paulo: Atheneu, 1995. 526 p.

RIBEIRO-COSTA, C. S.; ROCHA, R. M. (Coords.). **Invertebrados**. Manual de Aulas Práticas. 2. ed. Ribeirão Preto, SP: Holos, 2006. 271p.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados**. Uma abordagem funcional evolutiva. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005. 1145 p.



Os Lofoforados

Ao final deste capítulo você deverá ser capaz de reconhecer um organismo lofoforado foronídeo, braquiópodo ou briozóário, poderá descrever as suas características gerais e particularidades de cada grupo. Deverá também demonstrar conhecimentos de filogenia, ou seja, das relações de parentesco do grupo dentro do Reino Animal.

Lofóforo

Estrutura localizada na região anterior de briozoários, foronídeos e braquiópodos, formada por tentáculos ciliados e preenchidos por celoma, que circundam a boca.

10.1 Introdução

Os lofoforados são invertebrados bilaterais celomados que reúnem três filas: os foronídeos, os braquiópodos e os briozoários (Quadro 5). São organismos aquáticos – os dois primeiros filas são exclusivamente marinhos e os briozoários possuem mais de 5000 espécies marinhas e cerca de 50 de água doce. Esses animais compartilham como característica a presença de um órgão chamado **lofóforo**, usado para a captação de alimentos, ou seja, são comedores de suspensões ou filtradores. Também compartilham a característica de apresentarem um revestimento de exoesqueleto secretado, em forma de concha ou tubo, com uma única abertura. A boca, o ânus, os nefridióporos e os gonóporos comunicam-se com o meio externo através dessa abertura. O tubo digestivo é em forma de “U” e a boca situa-se no centro do **lofóforo**. Geralmente o ânus é dorsal à boca e com tendência a abrir fora do lofóforo (Figura 10.1). O corpo é dividido em duas ou três regiões, sendo que cada uma possui uma cavidade celomática. A primeira região é o mesossoma, com a mesocele, que é o celoma do lofóforo; a segunda é o metassoma ou tronco, com a metacele ou celoma do tronco. O epístoma, que é um lobo antero-dorsal, pode anteceder o mesossoma e, nesse caso, é preenchido pelo “protocele” (saco celômico do prossoma) (Figura 10.1).

Características						
Filos	Cavidades do Corpo	Orientação do Corpo	Simetria Esqueleto	Massa Visceral	Reprodução	Especiais
Braquiópodos	Enteroceloma; Procele ausente; Mesocle=lofóforo; Metacele = menor porção do corpo.	Solitários: valvas dorsal e ventral.	Conchas bivalves articuladas ou inarticuladas.	Dentro do manto na concha.	Gônadas ausentes; Larva semelhante ao adulto.	Brânquias; Epifauna e alguns com pedúnculo.
Foronídeos	Esquizoceloma; Procele reduzida; Mesocle=lofóforo; Metacele = maior porção.	Solitários: Tubícolas vermiformes da infauna.	Secretam tubo quitinoso com areia.	Tubo digestivo em U.	Dioicos: larva cifonauta e actinotróca.	Apenas dois gêneros conhecidos.
Briozoários	Enteroceloma; Procele reduzida; Mesocle=lofóforo; Metacele = maior porção.	Colônias muito diversificadas.	Envoltório protetor = zoécio.	Tubo digestivo em U.	Monoicos: larva cifonauta e actinotróca	Sistema Funicular em colônias.

Quadro 5 – Análise comparativa da anatomia e características gerais dos grupos lofoforados.

10.2 Os Foronídeos

São um dos menores e menos familiares grupos de invertebrados, com apenas 12 espécies. Alguns foronídeos atuais secretam muco que agrega areia do fundo do mar e assim produzem tubos; outros secretam quitina para a construção dos tubos. São vermiformes e não apresentam segmentação e nem regionalização no tronco. A base de inserção dos tentáculos do lofóforo tem forma de ferradura ou é espiralada (Figura 10.1). A epiderme é recoberta por uma fina cutícula e abaixo da derme estão os tecidos musculares. Músculos longitudinais também são encontrados no lofóforo. O enteroceloma (Figura 10.1) é tripartido e funciona como esqueleto hidrostático para as espécies que vivem dentro de tubos. A reprodução assexuada por brotamento é conhecida para algumas espécies. São dotados de capacidade de **regeneração**. A maioria dos foronídeos é **hermafrodita** e os **espermatóforos** são produzidos em **órgãos lofoforais**, os quais são liberados na água do mar, onde são capturados por outros indivíduos. Espermatozoides ameboides entram no celoma e neste fecundam os óvulos que são posteriormente lançados ao meio externo através dos metanefrídeos.

O desenvolvimento embrionário com clivagem radial é uma mistura de caracteres de deuterostômios com protostômios e leva à formação de uma larva chamada actinotróca, livre-natante planctônica.

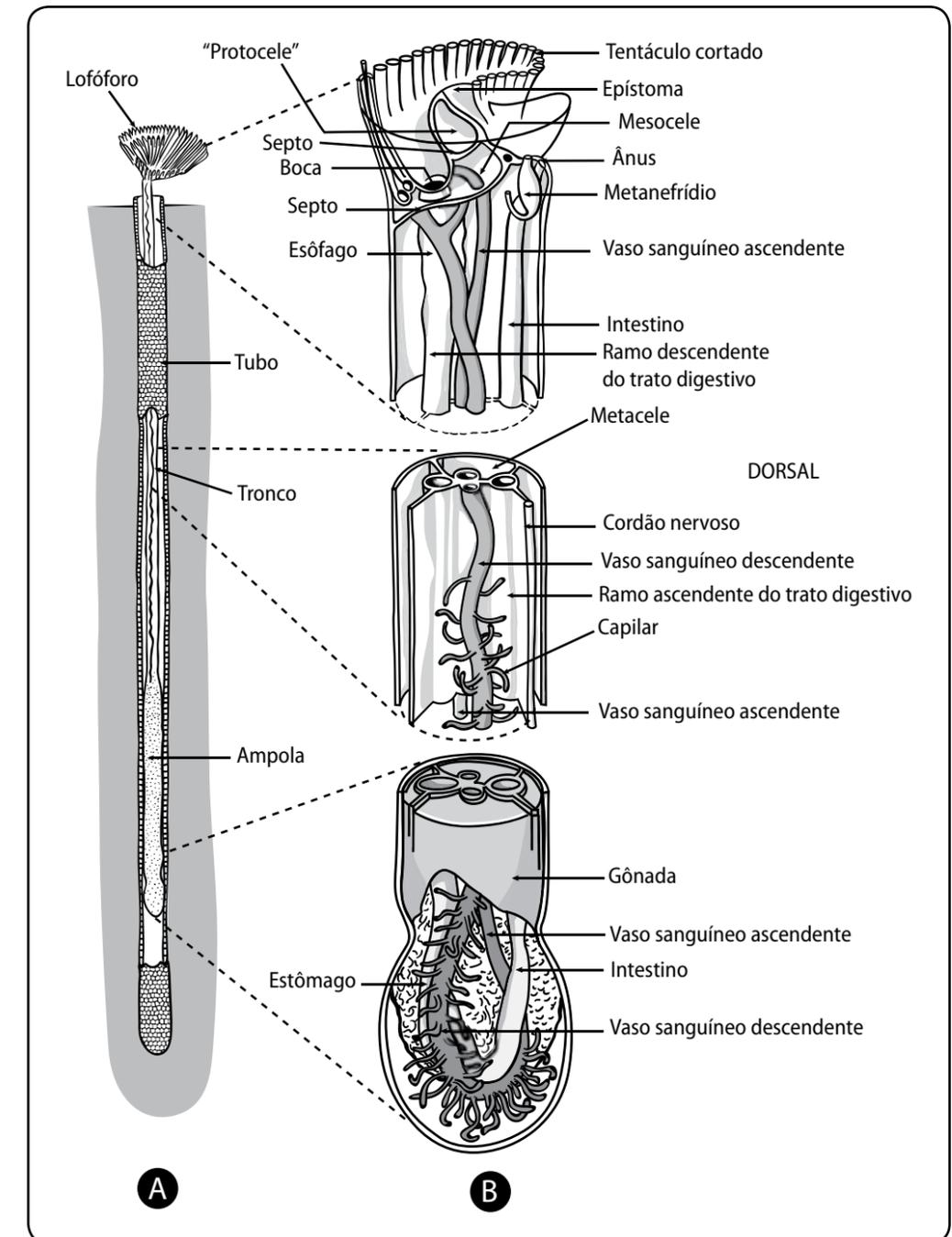


Figura 10.1 - (A) Ilustração esquemática de um foronídeo dentro do tubo, no fundo do mar; (B) três seções mostrando a anatomia em diferentes regiões do corpo. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 954).

10.3 Os Braquiópodos

Todos braquiópodos são bentônicos marinhos e as conchas têm orientação ventral-dorsal, ou seja, não são laterais como nos moluscos. Mas as similaridades das partes moles, como o manto, dentro da concha, são notáveis, assim como o hábito sedentário suspensívoro. Nos braquiópodos o que se vê dentro das conchas é o lofóforo (nos moluscos se vê as brânquias). A maioria das 350 espécies atuais vive sobre fundos de plataforma, aderindo-se a materiais duros; destas, apenas poucas se enterram em sedimentos moles e habitam preferencialmente águas frias, em grandes profundidades e mares polares. Toda a anatomia mais a estrutura do lofóforo podem ser vistas na ilustração a seguir (Figura 10.2).

10.4 Os Briozoários

Os briozoários, que significa “animais-musgo”, são organismos cujas formas coloniais podem ser laminares aderidas e cobrindo superfícies com uma aparência de musgos, ou em formas eretas, arborescentes e semelhantes a macroalgas (Figura 10.3). Cada in-

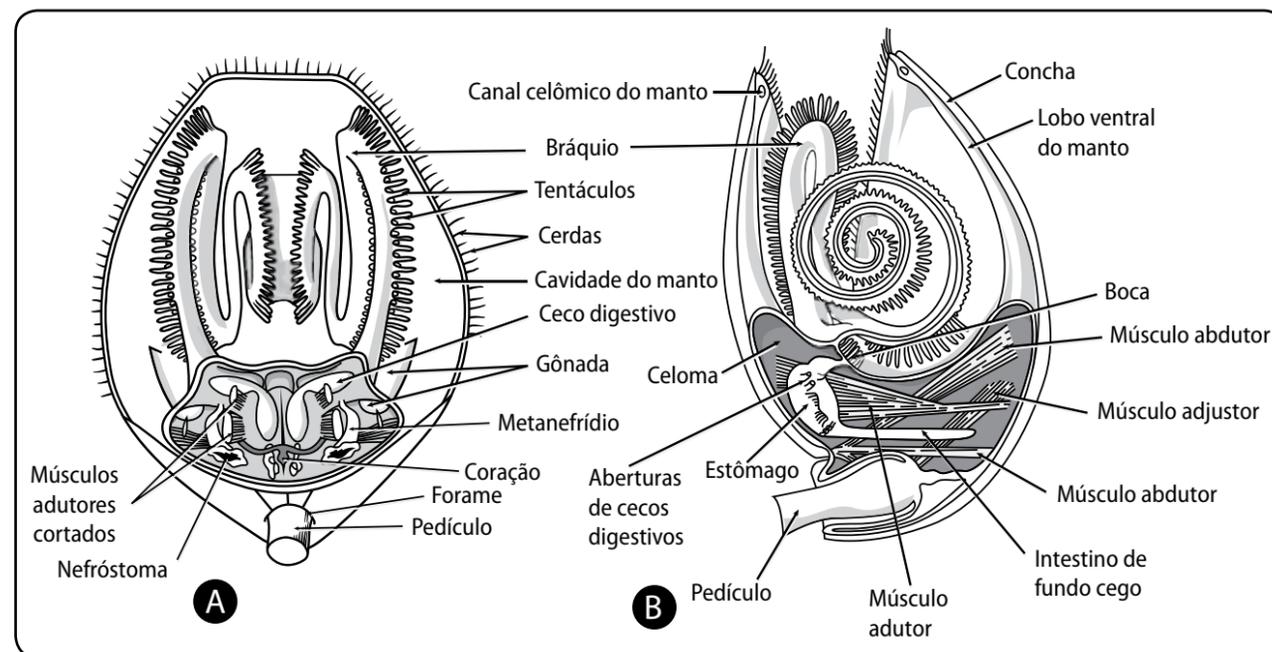


Figura 10.2 - Ilustração de braquiópodos em vista dorsal (A) e em secção sagital (B). (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 961).

divíduo de uma colônia é chamado de zooide, com tamanho reduzido e poucos milímetros (Figuras 10.4 e 10.5). As colônias podem apresentar relações epifíticas sobre talos e lâminas de macroalgas, ou seja, sobrepondo-se a eles, usando-os como suporte, mas sem lhes causar prejuízos.

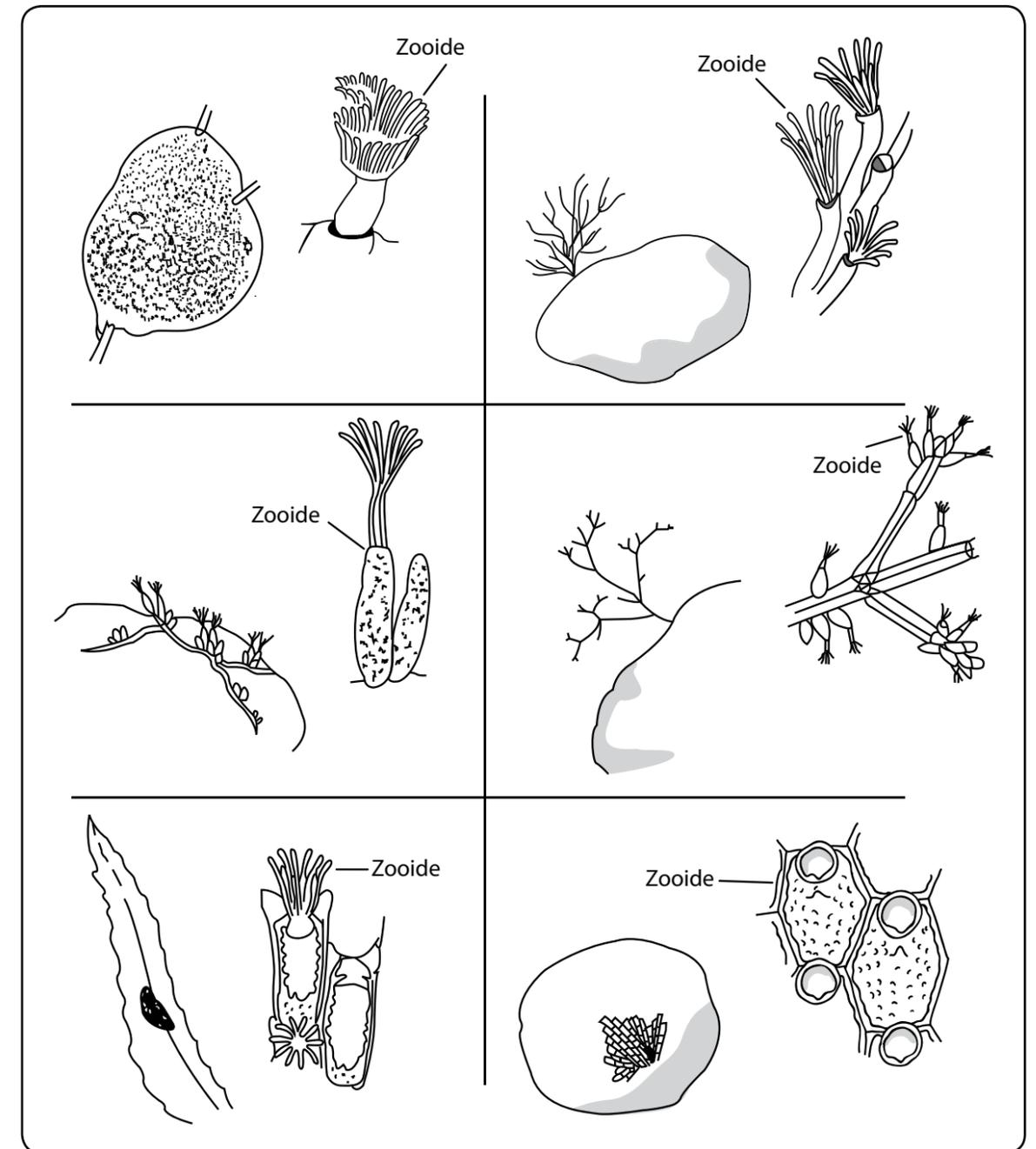


Figura 10.3 - Ilustração de vários tipos de colônias de briozoários, com detalhes dos zoides. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 967).

Cada zooide tem cerca de 0,5 mm e a epiderme do metassomo, que secreta o exoesqueleto protetor, chamado **zoécio** (Figura 10.5), pode ser de quitina, proteína ou carbonato de cálcio. As colônias apresentam polimorfismo de zooides para cumprir diferentes funções como zooides de alimentação, chamados autozooides, e zooides que realizam várias funções, chamados heterozooides. Também são conhecidos cenozooides, que são heterozooides modificados para servir como estolões, discos adesivos, fixação e espinhos protetores. Aviculárias e vibráculas são heterozooides defensivos. Zooides adjacentes são conectados entre si por meio de poros interzooídais. A comunicação e o transporte ocorrem por diversos mecanismos, em alguns grupos há troca de líquidos e em outros ocorrem barreiras celulares que controlam o fluxo. Um **sistema funicular** tubular preenchido de líquido é encontrado no celoma de todos os briozoários. Trata-se presumivelmente de um sistema circulatório que se liga ao trato digestório e a ele podem estar associado o desenvolvimento de gônadas. Através desse sistema ocorre a ligação nos poros interzooídais. A reprodução assexuada por brotamento é conhecida para algumas espécies. A maioria

Funículo – estrutura tubular formada por peritônio e preenchida por líquido nos briozoários. Esses túbulos conectam o tubo digestivo de um zooide ao sistídio, no qual se encontram poros de comunicação com outros zooides. Trata-se de um meio de comunicação e troca entre zooides vizinhos.

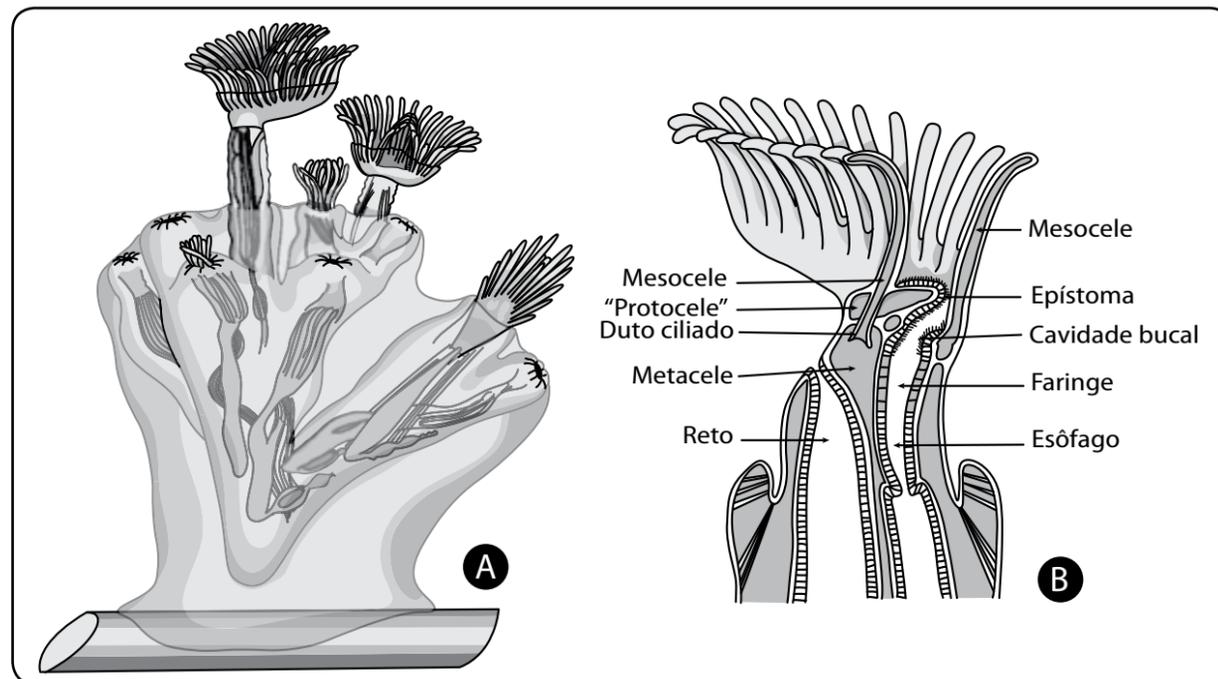


Figura 10.4 - (A) Ilustração de uma colônia de briozoários, com alguns lofóforos distendidos e alguns retraídos. (B) A anatomia do corpo, com coroa de tentáculos aberta. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 970).

das espécies marinhas e todas de água doce são hermafroditas. A morfologia das larvas planctônicas, cujo nome é sifonauta, varia muito. A colônia surge de um zooide que é a primeira forma bentônica, chamada ancestrula.

Resumo

Os lofoforados são invertebrados filtradores de suspensões da água do mar, e para obter esse alimento usam um aparato filtrador, que é uma coroa de tentáculos ciliados em torno da boca, chamada lofóforo. Apresentam sempre algum revestimento rígido no corpo, como concha ou tubo construído com o uso de mucos. Não são segmentados e a cavidade do corpo deve ser um enteroceloma

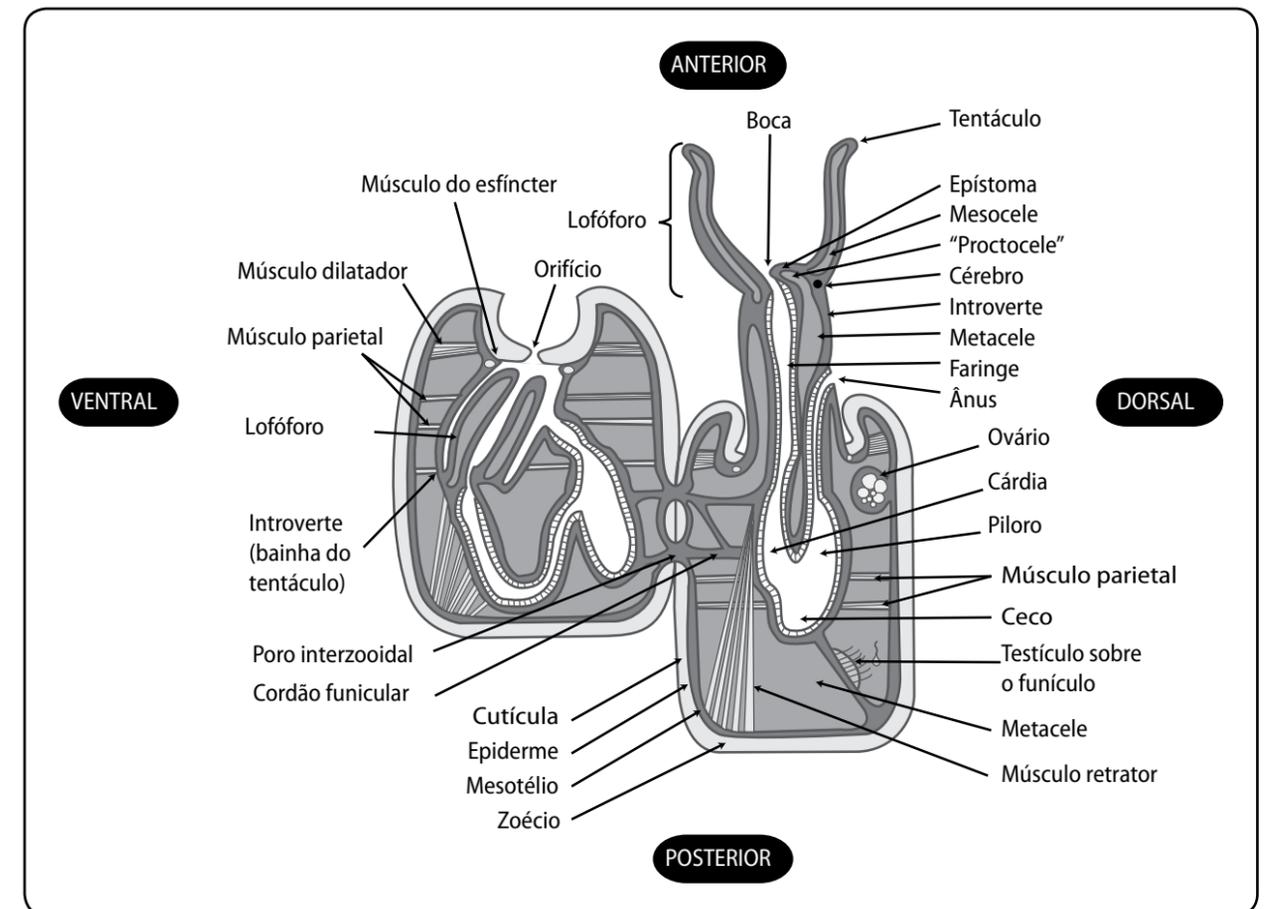


Figura 10.5 - Ilustração esquemática de zooides de briozoário, com lofóforos distendidos à direita e retraídos à esquerda. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 969).

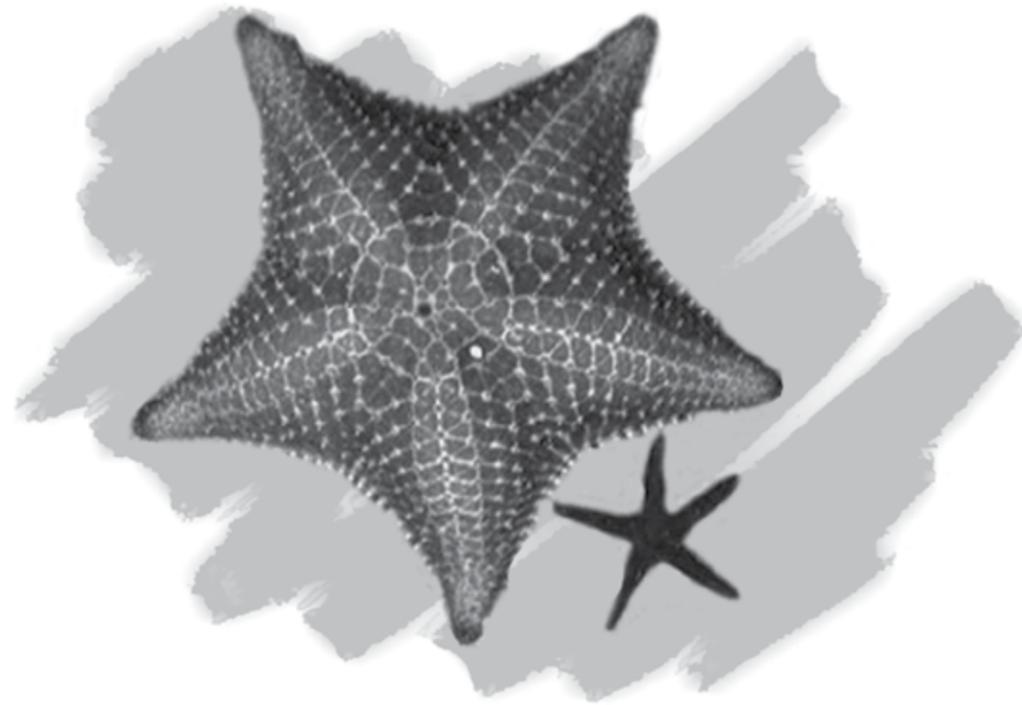
que é tripartido. Foronídeos são vermes sem muita riqueza morfológica e com poucas espécies; os braquiópodos são mais comuns em águas de plataforma e profundidades maiores, sendo pouco abundantes. Os briozoários são animais coloniais e assemelham-se a macroalgas, eretas e ramificadas, ou como formas incrustantes sobre superfícies duras, e por essas aparências são mais familiares.

Referências

BARNES, R. S. K.; CALOW, P.; OLIVE, P. J. W. **Os invertebrados**. Uma nova síntese. São Paulo: Atheneu, 1995. 526 p.

RIBEIRO-COSTA, C. S.; ROCHA, R. M. (Coords.). **Invertebrados**. Manual de Aulas Práticas. 2. ed. Ribeirão Preto, SP: Holos, 2006. 271p.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados**. Uma abordagem funcional evolutiva. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005. 1145 p.



Introdução aos Deuterostômios

Ao final deste capítulo você deverá ser capaz de compreender os diversos planos corporais dos invertebrados com modelo de construção enterocelomado e deuterostômio, bem como suas implicações para o animal adulto e para os sistemas de órgãos vitais.

Deuterostômio
Desenvolvimento
embrionário no qual a
boca do adulto será uma
nova abertura na larva e
o blastóporo se tornará a
abertura anal.

11.1 Introdução

Daqui para frente, neste livro, dedicaremos o nosso estudo a um conjunto de filos animais que são denominados os **Deuterostômios**: Filos Quetognatos e Equinodermados.

11.2 Evolução e Desenvolvimento

Ainda não existe conhecimento suficiente pra determinar se os protostômios são ancestrais dos deuterostômios, ou vice-versa. O atual modelo de organização do reino animal com os deuterostômios sendo analisados após os protostômios é uma saída que os autores encontraram por reconhecerem que os cordados são animais mais complexos.

Nos deuterostômios, durante o **desenvolvimento embrionário** o celoma se forma como bolsas no arquênteron, por isso é chamado de **enteroceloma** (Figura 11.1). Esses grupos possuem clivagem do óvulo do tipo radial, que é diferente do modelo de clivagem espiral comum a todos os animais protostômios.

Nos deuterostômios, a evolução resultou em várias diferenças fundamentais entre os planos corporais básicos dos táxons maiores. Anfioxos e vertebrados têm evidências de segmentação, mas no plano básico deuterostomado, o corpo é **trimérico**, ou seja, é dividido em três regiões distintas: (i) o **prossoma**, que é pré-oral; (ii) o **mesossoma**, que é a região com a boca; e (iii) o **metassoma**, com vísceras e gônadas.

Veremos a seguir os equinodermados, cujas larvas são bilaterais com três pares de cavidades celomáticas: **proceles, mesoceles e metaceles**. Durante o desenvolvimento larval, ocorrem metamorfoses que levam à redução de alguns celomas, até esses animais atingirem uma simetria pentâmera, como nas estrelas e ouriços do mar.

Resumo

Os eumetazoários reúnem-se em dois grandes agrupamentos de organismos, baseados nas formas de desenvolvimento embrionário para atingir o estado adulto: os protostômios esquizocelomados e os deuterostômios enterocelomados. Os enterocelomados compartilham algumas características, sendo que uma das mais importantes é a questão do celoma embrionário tripartido; os adultos podem perder essa característica e apresentar plano corporal completamente diferente das larvas.

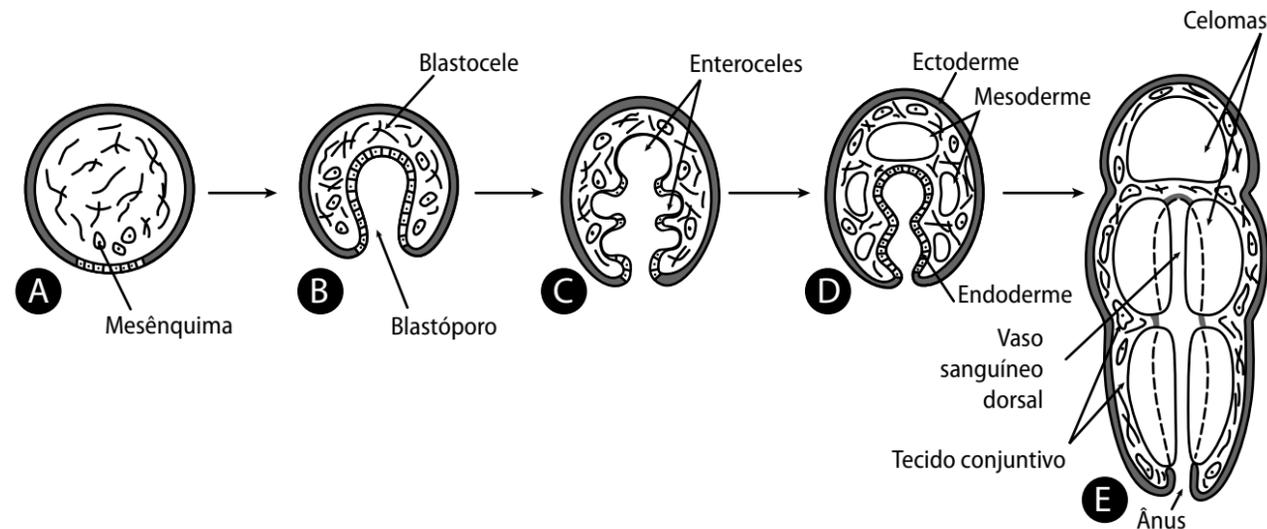


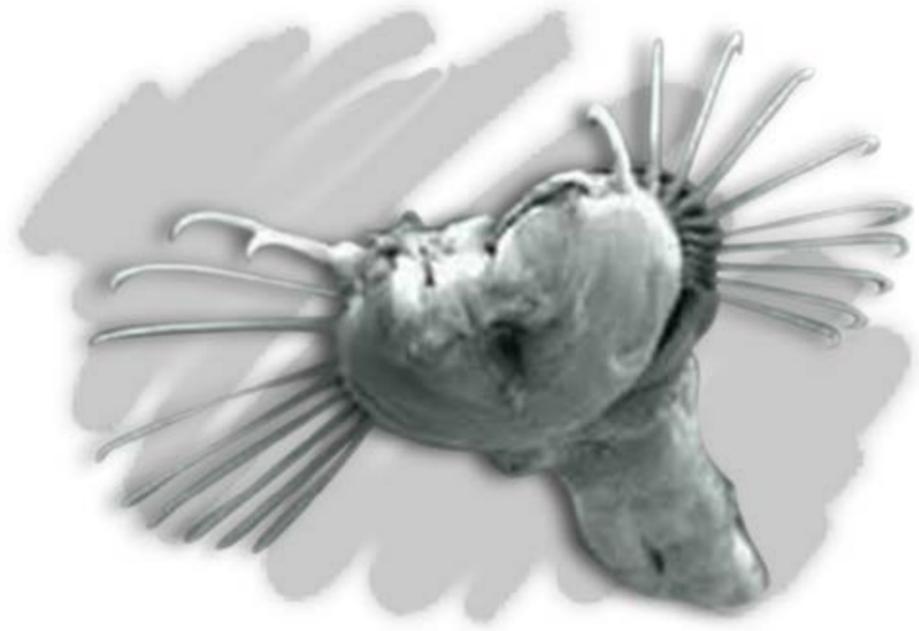
Figura 11.1 - Etapas da formação do enteroceloma em hemicordados. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 250).

Referências

BARNES, R. S. K.; CALOW, P.; OLIVE, P. J. W. **Os invertebrados**. Uma nova síntese. São Paulo: Atheneu, 1995. 526 p.

RIBEIRO-COSTA, C. S.; ROCHA, R. M. (Coords.). **Invertebrados**. Manual de Aulas Práticas. 2. ed. Ribeirão Preto, SP: Holos, 2006. 271p.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados**. Uma abordagem funcional evolutiva. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005. 1145 p.



Os Quetognatos

Ao final desse capítulo você deverá ser capaz de reconhecer um quetognato em uma amostra de zooplâncton marinho e descrever as características gerais do grupo.

Vestíbulo
Depressão ventral da cabeça onde se encontra a abertura bucal.

Vesícula seminal
Local onde são formados os espermátóforos, como duas estruturas proeminentes da parede do corpo, anteriores à nadadeira caudal.

12.1 Introdução

Os quetognatos são um grupo de animais de tamanho reduzido, e todas as cerca de 150 espécies são marinhas, de formas predominantemente planctônicas, mais comuns nos mares tropicais. São bons nadadores e por isso são predadores do plâncton.

12.2 Estrutura Geral

O corpo desses animais é dividido em cabeça, tronco e cauda pós-anal achatada. A cabeça é dotada de espinhos de captura (Figura 12.1), a parede do corpo é coberta por uma **epiderme estratificada** e a **cutícula** só ocorre na cabeça. Esta é oval, com um **vestíbulo** ventral onde se encontra a boca. **Cílios sensoriais** ocorrem na superfície do corpo, algumas vezes arranjados em fileiras, chamadas cercas ciliares. O tronco é dotado de nadadeiras laterais (pares) e na região posterior ocorre uma nadadeira caudal. Internamente existem septos que separam as regiões (Figura 12.1). Os quetognatos são hermafroditas e o acasalamento se dá após um comportamento sinalizador, quando o macho libera os gametas a partir da **vesícula seminal**, como uma bolsa de espermatozoides (ou espermátóforo), que ficará aderida à superfície do corpo do parceiro. Os espermatozoides migram até o gonóporo feminino e a fertilização é interna. Os zigotos são liberados para a água ou fixam-se ao fundo do mar.

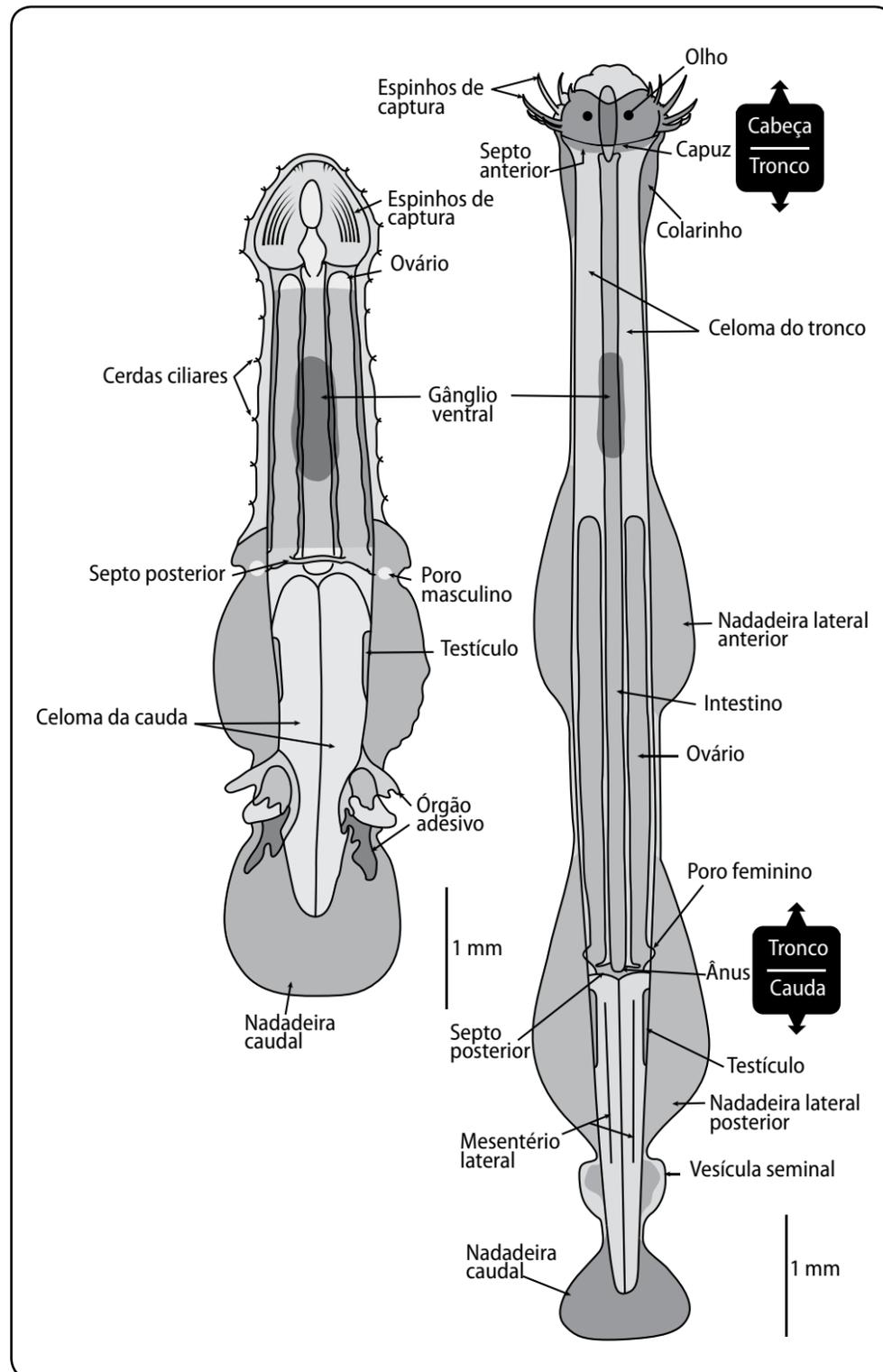


Figura 12.1 - Ilustração esquemática da anatomia de duas espécies de quetognatos, mostrando detalhes das cerdas da cabeça e das nadadeiras, dos celomas e dos sistemas internos. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 993).

Resumo

Os quetognatos são organismos microscópicos e planctônicos marinhos. Distinguem-se por apresentar uma simetria bilateral, nadadeira ímpar caudal e nadadeiras pares no tronco, para natação. A cabeça é dotada de uma coroa de espinhos que são usados para capturar presas no plâncton marinho.

Referências

BARNES, R. S. K.; CALOW, P.; OLIVE, P. J. W. **Os invertebrados**. Uma nova síntese. São Paulo: Atheneu, 1995. 526 p.

RIBEIRO-COSTA, C. S.; ROCHA, R. M. (Coords.). **Invertebrados**. Manual de Aulas Práticas. 2. ed. Ribeirão Preto, SP: Holos, 2006. 271p.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados**. Uma abordagem funcional evolutiva. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005. 1145 p.



Filo Equinodermados

Este capítulo lhe auxiliará a descrever as características e reconhecer os diferentes grupos de equinodermados. Os dois pontos principais são: (i) orientação do eixo oral-aboral e (ii) estrutura e função do sistema aquífero.

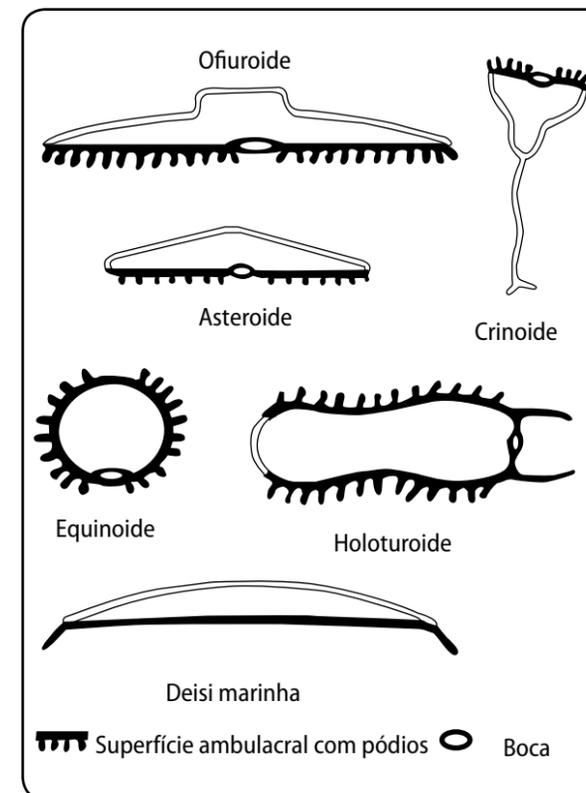


Figura 13.1 - Ilustrações esquemáticas mostrando as orientações dos eixos orais-aborais nos diversos grupos de equinodermados. (Adaptado de BRUSCA; BRUSCA, 2003, p. 804).

13.1 Introdução

Além de tornar bonito o cenário submari-
no, os equinodermados destacam-se no reino
animal por apresentarem um plano corporal
peculiar. Nas estrelas-do-mar, por exemplo,
observa-se cinco braços, ou seja, simetria **ra-
dial** montada sobre uma **base pentâmera**. Os
equinodermados têm como características o
corpo com raios ou braços em número de cin-
co, como já fora exemplificado com as estrelas
do mar, mas também em múltiplos de cinco,
evidente nos ofiúros e crinoides. Internamen-
te, esses animais são dotados de um **sistema
de canais** preenchidos com água, ou **sistema
aquífero**, o qual assume importantes funções
na vida desses organismos. Essa morfologia,
pode-se dizer, é um tanto estranha entre os de-
mais grupos do reino animal, pois os equino-
dermados não possuem uma região anterior
com cabeça definida (Quadro 6).

O corpo dos equinodermados

O corpo dos equinodermados é disposto ao lon-
go de um **eixo oral-aboral**. Nas estrelas, ouri-
ços e ofiúros a boca é voltada para o lado “ven-
tral” ou lado do fundo do mar. Nos crinoides, sés-
seis, a boca está voltada para cima, ou seja, o lado
oposto do fundo do mar e, nas holotúrias, o eixo
oral-aboral é paralelo ao substrato (Figura 13.1).

Existe um grupo de **ouriços** atuais, os ouriços
cordiformes, cuja tendência evolutiva vem dei-
xando-os com uma postura **bilateral**, ou seja,
há um deslocamento da boca mais para adiante
e do ânus mais posteriormente. Acredita-se que
as formas sésseis, como os crinoides atuais, com
modo de alimentação do tipo suspensívoros ou
filtradores, seriam as formas ancestrais.

Classes	Características					
	Esqueleto e Simetria	Eixo Oral/ Aboral	Sistema Aquífero	Massa Visceral	Outras	Especiais
Crinóides	Muito calcificado e base pentâmera evidente; Os braços podem ser ramificados.	Eixo perpendicular ao substrato; Superfície oral voltada para cima.	Sem placa madreporíca, opera só com fluido celomático; Pódios voltados para cima.	Disco central ou cálice.	Geralmente fixos (com ou sem pedúnculo) às rochas por meios de cirros; Filtradores.	Podem mover-se rolando pelo fundo do mar; Brotamento assexuado.
Asteróides	Calcificado com base pentâmera evidente; Os braços podem ser ramificados.	Eixo perpendicular ao substrato; Superfície oral voltada para baixo.	Completo com placa madreporíca aboral.	Disco central, mas com cecos e gônadas nos braços.	Braços pouco móveis.	Eversão total de estômago para digestão de presas.
Ofiuroídes	Muito calcificado, com base pentâmera evidente; Os braços não são ramificados.	Eixo perpendicular ao substrato; Superfície oral voltada para baixo.	Completo com placa madreporíca oral.	Disco central.	Braços muito móveis a partir do disco central.	Bolsas genitais e respiratórias.
Equinóides	Calcificado com base pentâmera pouco evidente e carapaça globosa e achatada.	Eixo perpendicular ao substrato; Superfície oral voltada para baixo.	Completo com placa madreporíca aboral.	Contida na carapaça.	Lanterna de Aristóteles.	Ouriços cordiformes com tendência à bilateralidade.
Holoturoídes	Base pentâmera pouco evidente; Braços ausentes, vermiformes.	Eixo paralelo ao substrato; Superfície oral é a face anterior.	Completo com placa madreporíca interna.	Sistema Hemal muito complexo.	Reto funciona como cloaca.	Árvore respiratória; Brotamento assexuado; Evisceração.

Quadro 6 – Análise comparativa da anatomia e características especiais de cada classe dos equinodermados.

13.1.1 Revestimento e sustentação

Os equinodermados possuem um **esqueleto** feito de placas ou **ossículos dérmicos** de carbonato de cálcio e espinhos (e que dá nome ao grupo (equino = espinho, e dermados = derme). Esses ossículos e **espinhos** são recobertos por uma fina epiderme e por isso é considerado um **endoesqueleto** (Figura 13.2). Nos ouriços, as placas reúnem-se fortemente, já nas estrelas são reunidas mas permitem alguma movimentação dos braços. Nos pepinos-do-mar as placas são microscópicas ou chamadas de “ossículos” mergulhados na parede do corpo couriácea.

Os ossículos dos equinodermados possuem uma microestrutura típica: são finas redes de carbonato de cálcio que formam um **estereoma**. Cada placa do esqueleto é um cristal de carbonato de cálcio, muito finamente ramificado e estruturado. Além dos

Estereoma

Estrutura composta por tecidos e células que tem a função mecânica de dar suporte físico.

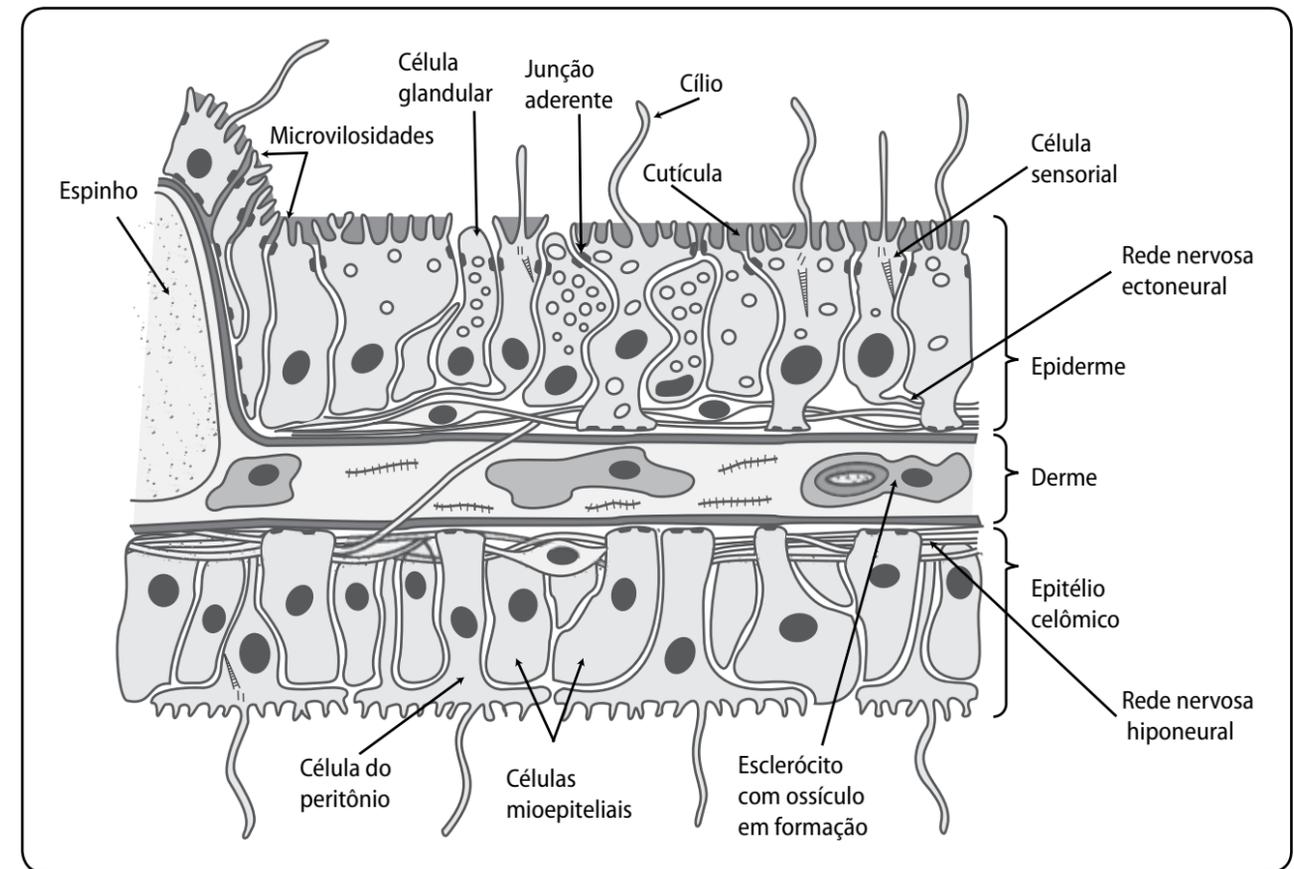


Figura 13.2 - Ilustração esquemática de uma pequena porção da parede do corpo de um equinodermado. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 1024).

espinhos, apresentam outras estruturas especiais da parede do corpo, derivadas de ossículos, que são as **paxilas** e as **pedicelárias** (Figura 13.3) que têm função de proteção de brânquias e defesa, respectivamente.

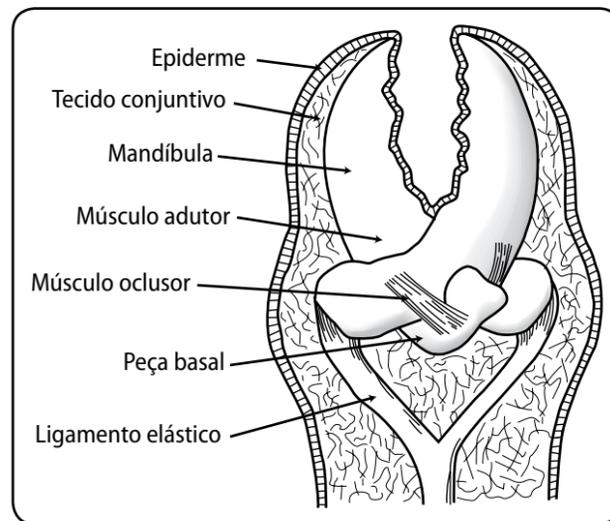


Figura 13.3 - Ilustração esquemática de uma pedicelária de asteroide. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 1026).

13.1.2 Locomoção

Em geral deslocam-se muito lentamente, arrastando-se sobre o fundo do mar, usando **pés ambulacrais** ou **pódios** (Figura 13.5) que, na maioria, são dotados de **ventosas**. O funcionamento do mecanismo de locomoção é baseado no **sistema aquífero** que termina nos pódios, formando o **sistema ambulacrário**. As ventosas dos pódios auxiliam na fixação do animal em superfícies verticais e, também, na alimentação. Crinoides vivem fixos, porém algumas espécies desprendem-se do substrato e podem rolar no fundo do mar, até um novo local.

13.1.3 Sistemas de transportes internos

Os equinodermados possuem sistemas de transportes internos especializados, formados por canais preenchidos de água e fluídos corporais: o **sistema aquífero** e o **sistema hemal**. A abertura do sistema aquífero ao meio externo se dá através da **placa madreporica** ou madreporito.

Paxilas

Espinhas modificadas, com extremidade achatada, na forma de pequenos “guarda-chuvas”, os quais recobrem as pápulas, nos asteroídeos.

Pedicelárias

Estruturas epidérmicas em forma de pinça, formadas por ossículos calcários, com função de defesa, limpeza e apreensão de alimentos.

Pápulas

Pequenas bolsas formadas por projeção do celoma e recobertas por epiderme, na região aboral das estrelas-do-mar; respondem por trocas gasosas.

Pódios

Projeções do sistema ambulacrário que se estendem externamente ao corpo dos equinodermados. São musculares, executam vários movimentos e são empregados em várias funções, como fixação, locomoção, proteção, excreção e respiração.

Ventosas

Estrutura alargada e glandular presente na extremidade dos pódios do sistema ambulacrário.

Sistema hemal

Sistema circulatório dos equinodermados.

Placa madreporica

O mesmo que madreporito; trata-se de uma placa perfurada que faz a ligação entre o sistema ambulacrário interno e o meio externo.

O sistema aquífero participa principalmente da locomoção e o sistema hemal é responsável pela distribuição de nutrientes e gases. Os fluídos dentro desses sistemas movem-se através de movimentos ciliares e bombeamento muscular. (Figuras 13.4 e 13.5).

O sistema digestório abre-se na boca, no lado oral da maioria das espécies, e termina no ânus, no lado aboral (Figura 13.5). Nos lírios-do-mar o ânus está no mesmo lado que a boca. As trocas gasosas de estrelas ocorrem através de **pápulas**, nos ouriços ocorrem através de brânquias, nos ofúros através de bolsas respiratórias e, nas holotúrias, a cloaca pode funcionar para tais trocas (Figura 13.6).

13.1.4 Sistemas sensorial, nervoso e endócrino

Como não há uma cabeça definida para a centralização do sistema nervoso, virtualmente qualquer região do corpo de um equinodermado pode perceber mudanças no ambiente e imediatamente reagir aos estímulos externos. O sistema nervoso é baseado em um anel nervoso (Figura 13.5) no disco central, com nervos radiais orais e aborais formando uma malha epidermal de nervos. Com relação ao senso de equilíbrio, se virarmos uma estrela-do-mar com o lado oral para cima, ela imediatamente inicia o endireitamento. Os hormônios são neurosecreções.

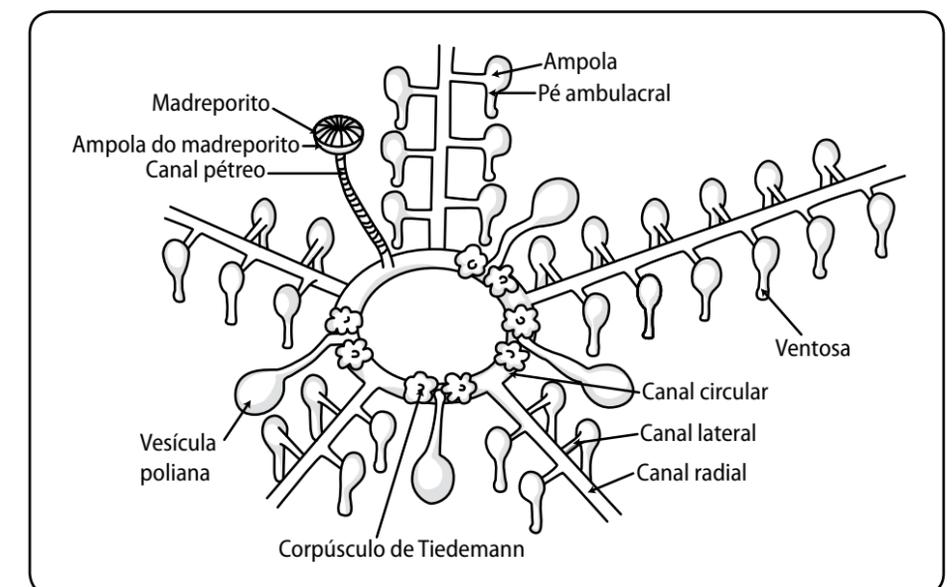


Figura 13.4 - Ilustração esquemática do sistema vascular aquífero de estrela-do-mar. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 1027).

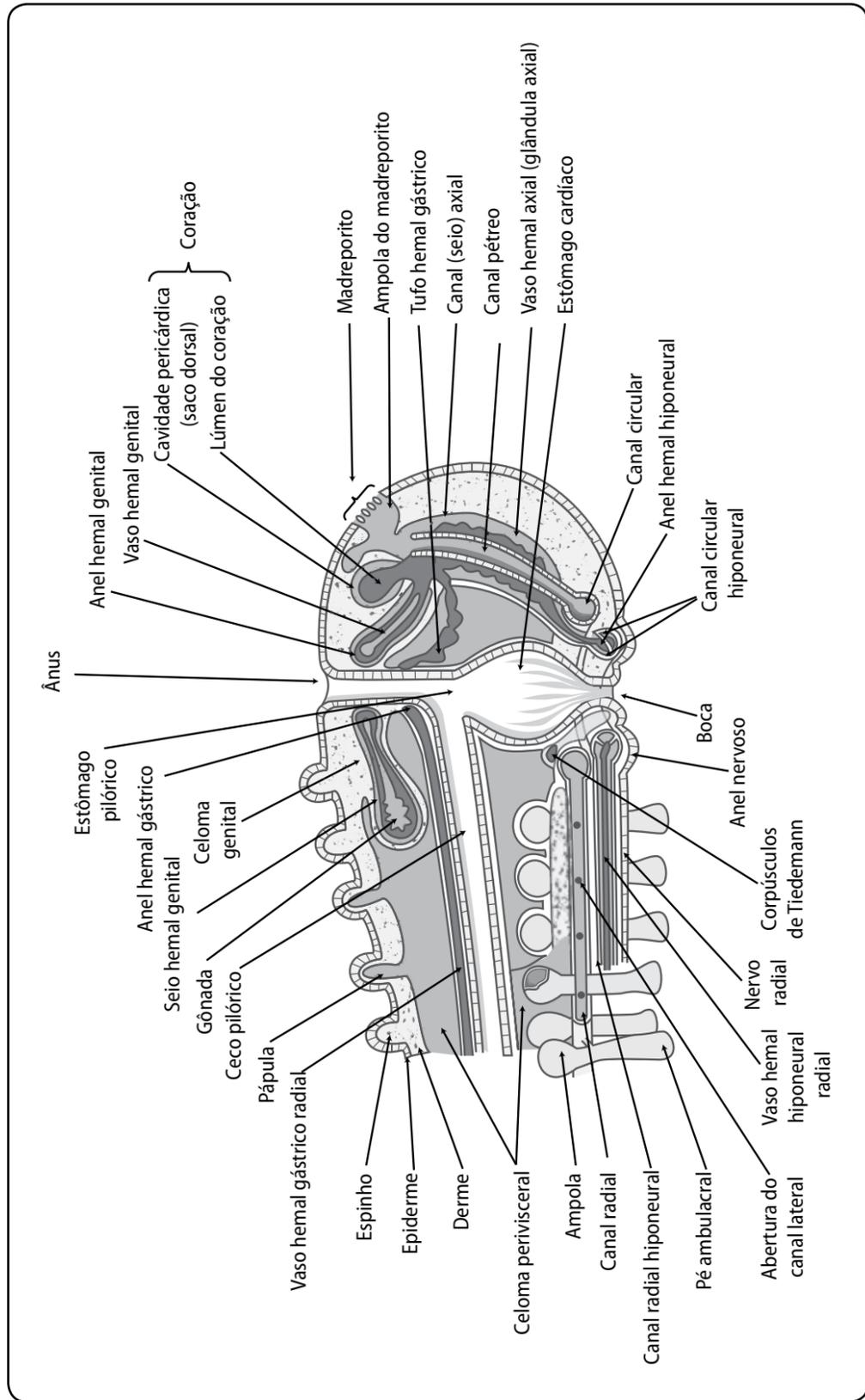


Figura 13.5 - Ilustração esquemática da anatomia de uma estrela-do-mar, mostrando celomas, trato digestivo, sistema hemal e pódios. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 1030).

13.1.5 Reprodução e desenvolvimento

Os equinodermados são dioicos e liberam seus gametas masculinos e femininos na água para a fecundação externa, e a regra é a formação de uma larva livre-natante. É comum a regeneração de braços em estrelas e alguns grupos podem incubar seus ovos em desenvolvimento.

13.2 Classe Crinoides

São os lírios-do-mar, que podem possuir formas com ou sem pedúnculos (Figura 13.6). Nas formas sem pedúnculo, o disco central possui garras chamadas cirros, que mantêm esses organismos fixos às rochas. Nos pedunculados, ocorrem muitos cirros. A membrana que cobre a superfície oral do disco central chama-se tégmen. Boca e ânus estão do lado oral (Figura 13.7). O sulco ambulacral com os pódios estende-se desde o tégmen até as pínulas.

Cirros :
Apêndice articulado dos crinoides, que ocorre em grande número na base do cálice e tem função de fixação do animal.

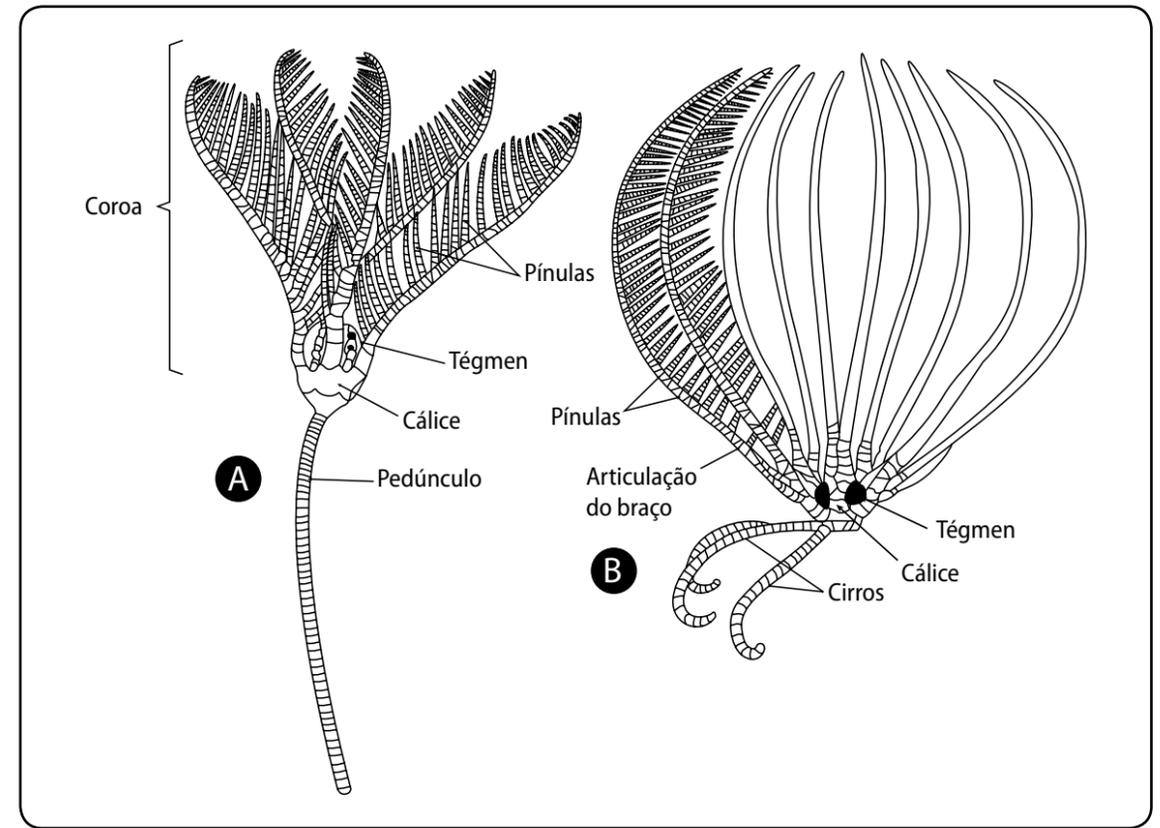


Figura 13.6 - Crinoides ou lírios-do-mar: (A) com pedúnculo e (B) sem pedúnculo. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 1070).

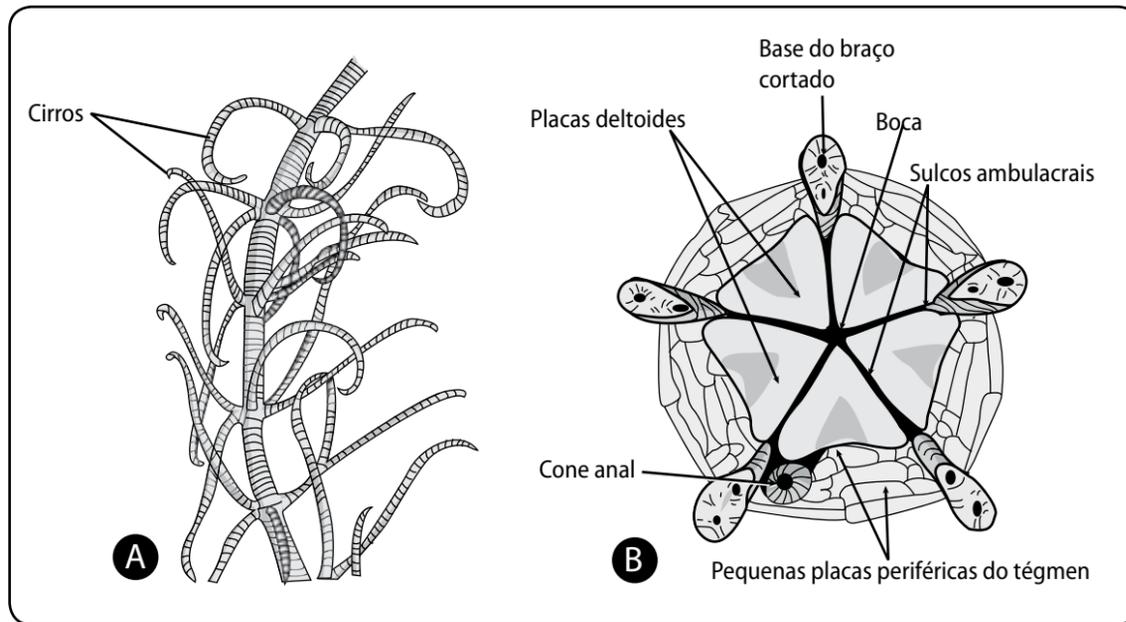


Figura 13.7 - Crinoides ou lírios-do-mar: (A) detalhe de um pedúnculo com cirros e (B) detalhe do lado oral ou tégmen. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 1071).

Crinoides também regeneram braços perdidos. São dioicos com gônadas nas pínulas. Quando óvulos e espermatozoides estão maduros, são liberados pela ruptura da parede das pínulas. Em espécies de mares polares, ocorre incubação dos juvenis (Figura 13.8).

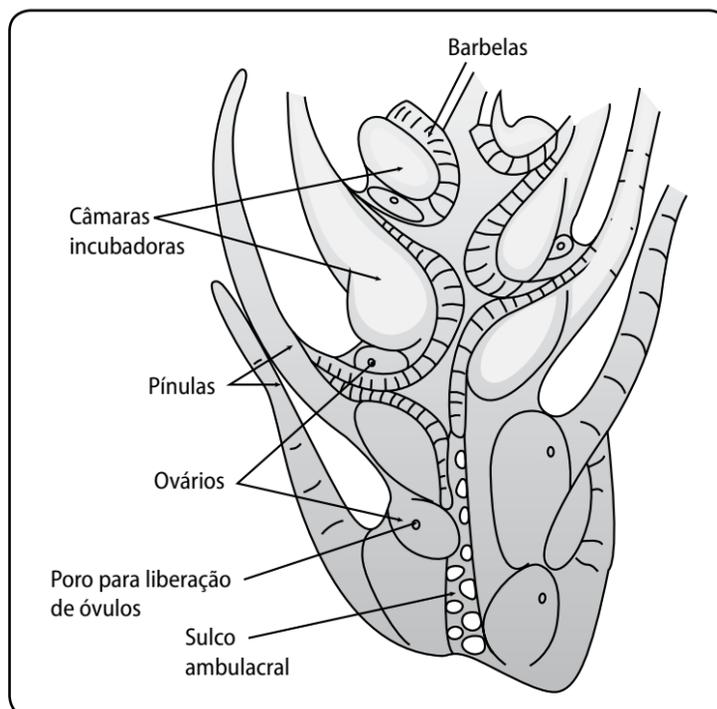


Figura 13.8 – Detalhe de um braço de um crinoide, mostrando o sulco ambulacral e as câmaras incubadoras. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 1071).

13.3 Classe Equinoides

Os ouriços e bolachas-da-praia possuem uma carapaça de ossículos fundidos em cinco **fileiras ambulacrais** pareadas, e outras cinco **fileiras interambulacrais** pareadas, de modo que o corpo é globoso ou mais achatado dorsalmente (Figuras 13.9 e 13.11). Possuem um par de poros para cada pé ambulacral. O **Periprocto**, ou seja, a região à roda do ânus, conta com dez ossículos: cinco **placas ocelares** e cinco **placas genitais**.

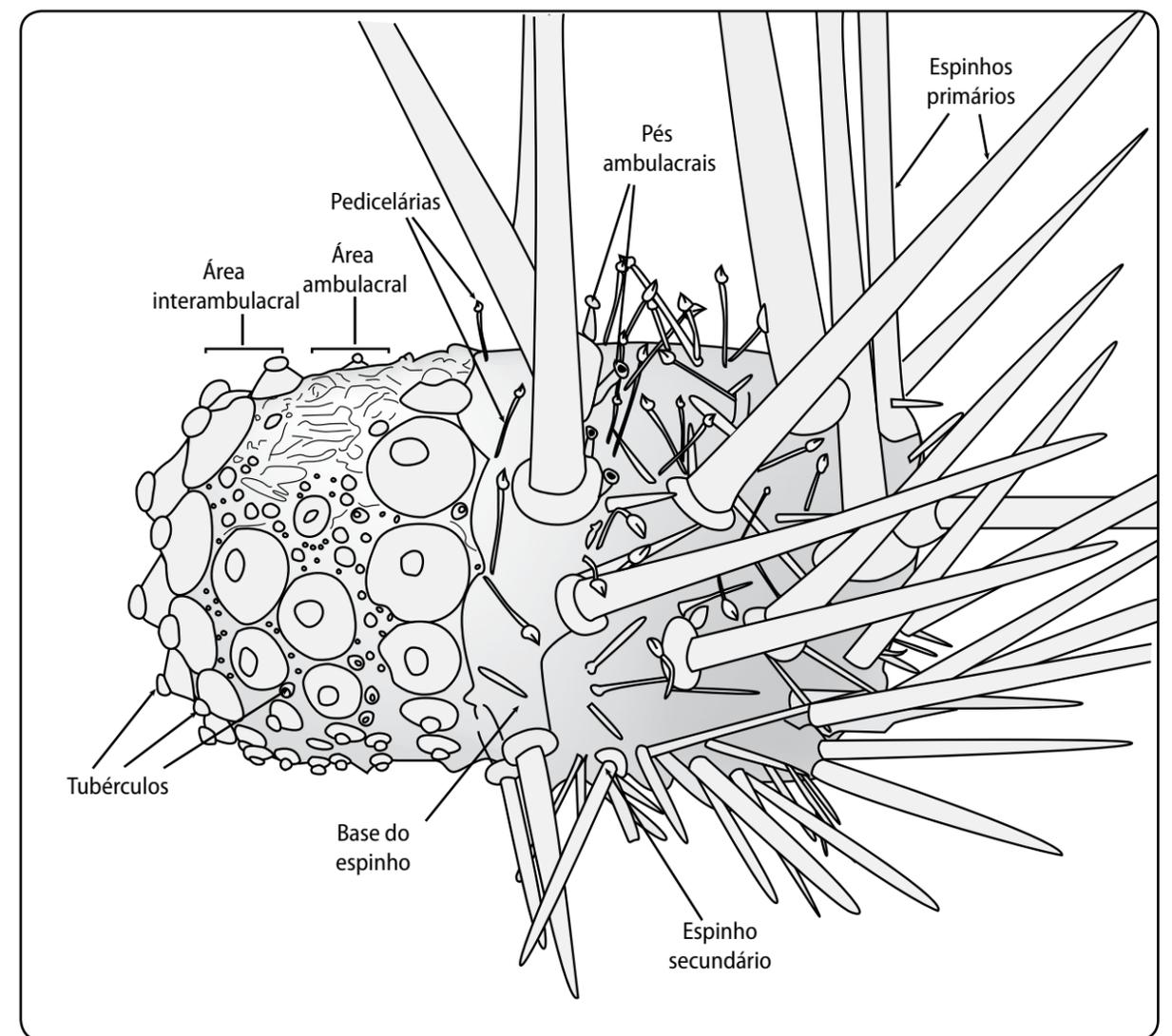


Figura 13.9 - Vista lateral do ouriço-do-mar, com os espinhos do lado esquerdo removidos para observação dos tubérculos. Figura mostra detalhes dos tipos de espinhos, dos pódios e das pedicelárias. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 1050).

Os locais nos quais se articulam os espinhos são denominados tubérculos (Figura 13.10). A disposição das placas forma faixas ambulacrais e interambulacrais, faixas essas que possuem poros do sistema aquífero e podem ser vistas na figura 13.11. A principal estrutura dos equinoides é a **Lanterna de Aristóteles**, formada por cinco dentes que emergem da membrana peristomial e os quais são sustentados por um conjunto de músculos e ossículos específicos (Figuras 13.11 e 13.12). Nas bolachas-da-praia, o corpo é achatado, os espinhos são curtos e também achatados;

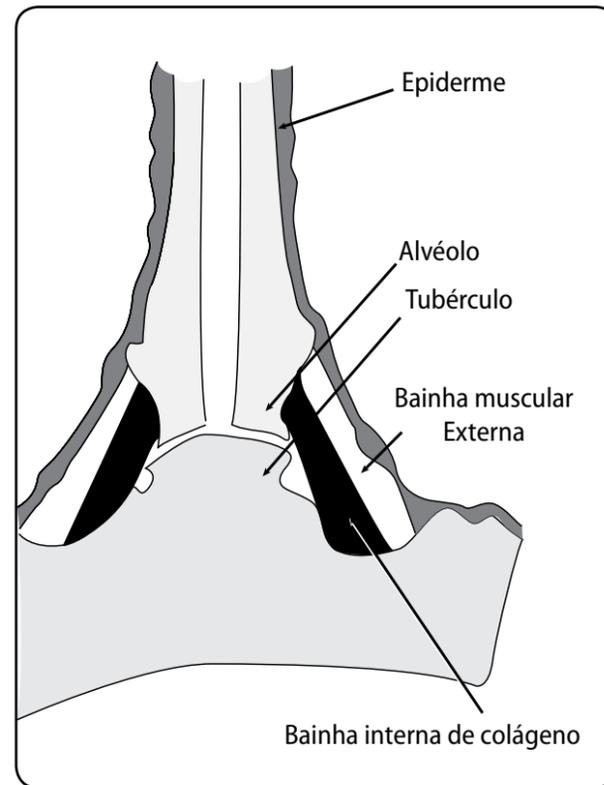


Figura 13.10 - Ilustração esquemática da base de inserção do espinho de um ouriço. Perceba que o **tubérculo** faz parte do ossículo dérmico. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 1049).

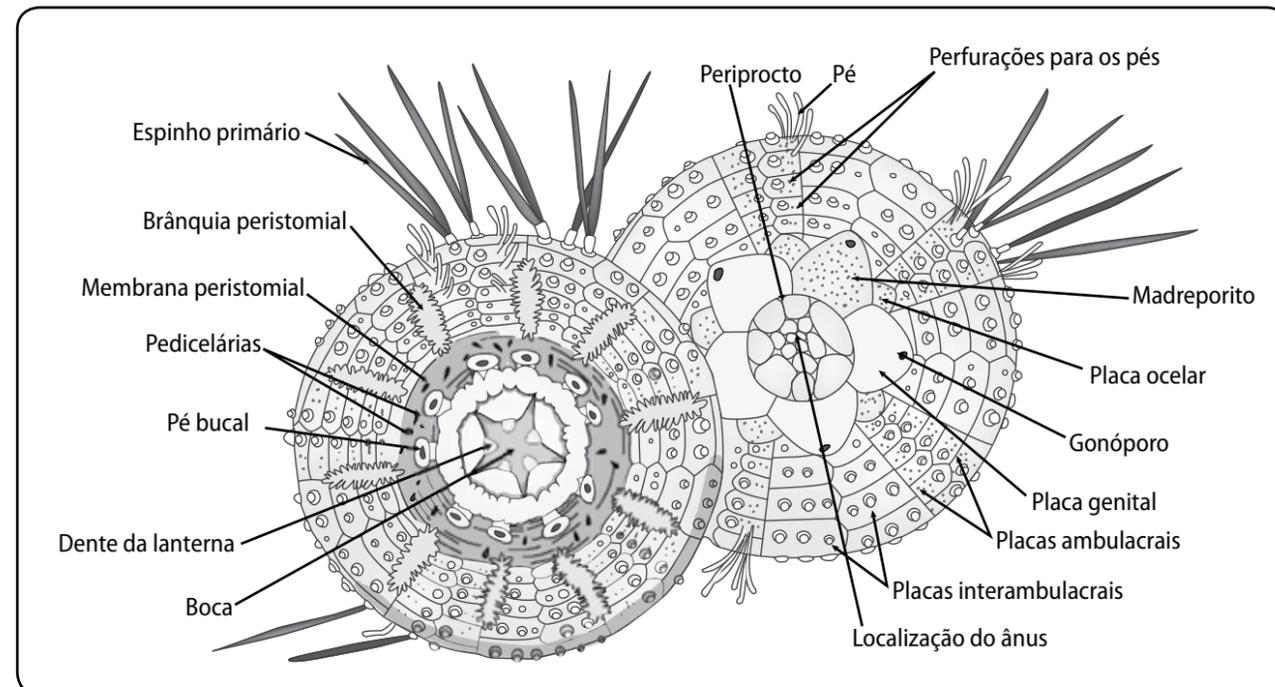


Figura 13.11 - À esquerda, vista oral do ouriço-do-mar. A figura à direita mostra o lado aboral do ouriço; em ambas as figuras, os espinhos foram removidos para observação das placas do endoesqueleto e dos tubérculos, nos quais se encaixam os espinhos. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 1048).

Figura 13.12 - Lanterna de Aristóteles de ouriço-do-mar. Os dentes distais são a única estrutura que aparece da Lanterna no animal vivo. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 1054).

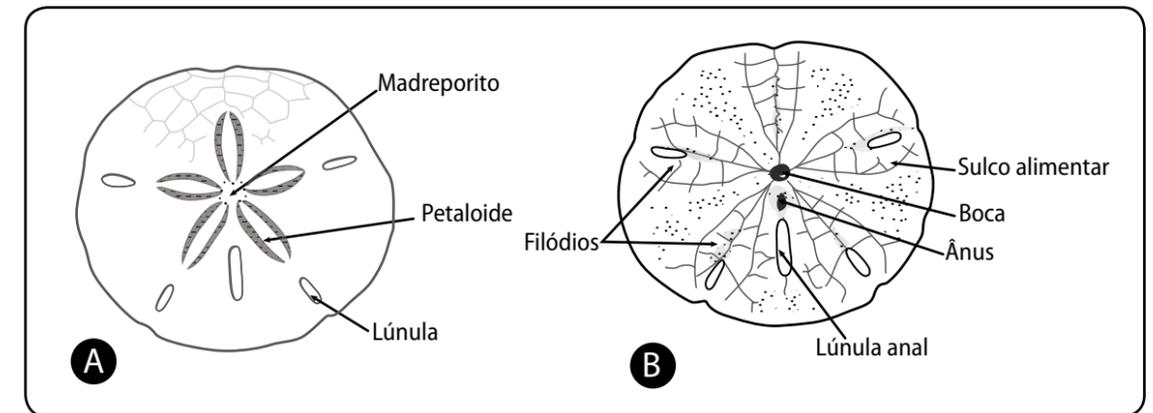
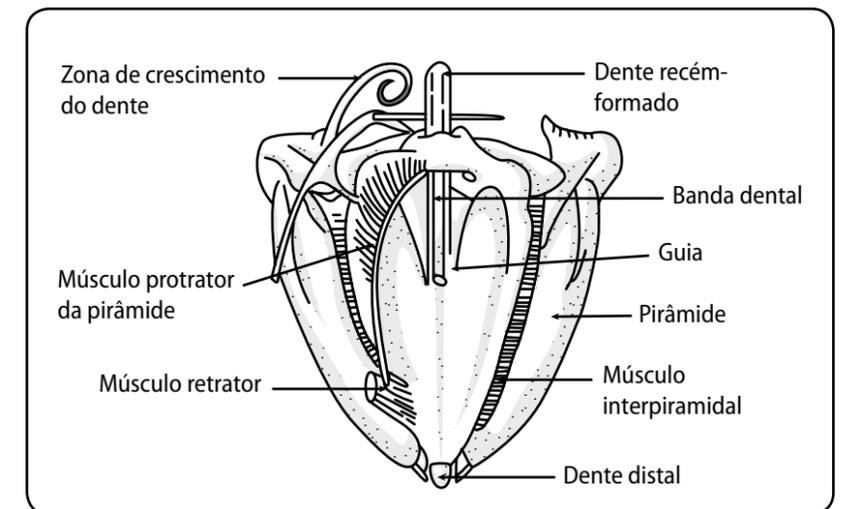


Figura 13.13 - Equinoides irregulares, em vista aboral (A) e oral (B). (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 1057).

a Lanterna nesse grupo não é visível externamente (Figura 13.13 adiante). Ouriços-do-mar são herbívoros importantes no consumo de macroalgas em fundos rochosos. As bolachas são detritívoras e vivem em fundos arenosos a areno-lodosos, algumas vezes logo atrás da zona de arrebenção das ondas de praias arenosas.

13.4 Classe Asteroides

Nas estrelas-do-mar, os **braços se articulam** amplamente com o **disco central** de modo que há **pouca mobilidade** destes. O **sulco ambulacral** é amplo, de onde emergem os pódios. As figuras 13.1,

13.4 e 13.5 mostram detalhes da anatomia das estrelas. Estrelas são predadoras e atacam mexilhões em fundos rochosos; para tal, inserem seu estômago entre as valvas do mexilhão e secretam enzimas digestivas nas partes moles, digerindo-as na própria concha. Estrelas podem **regenerar braços** perdidos e mesmo o disco central todo, caso o fragmento contenha a madreporita. A maioria é dioica, com liberação de gametas na água e fase larval planctônica.

13.5 Classe Ofiuroides

Nos ofiúros, os **braços** são nitidamente **distintos do disco** (Figura 13.14). Grande parte dos braços é de **ossículos vertebrais** e também possui placas de revestimento ósseo (Figura 13.16). Os ofiúros são detritívoros e carniceiros, mas podem se alimentar de suspensões. Entre as bases dos braços dos ofiúros localiza-se uma **bursa** com função na reprodução e para as trocas gasosas (Figura 13.15). Nessas bursas ocorre liberação de gametas para amadurecimento, que serão lançados ao mar.

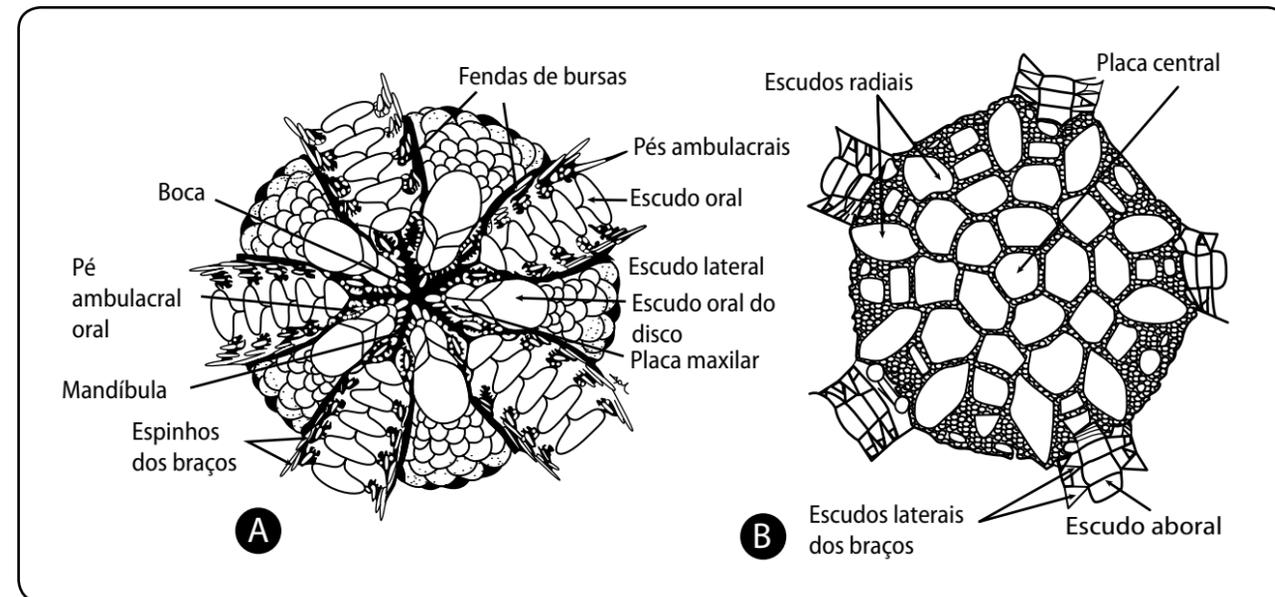


Figura 13.14 - Esquema da organização externa do disco central e início dos braços dos ofiuroides: em (A) o lado oral e em (B) o lado aboral. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 1040).

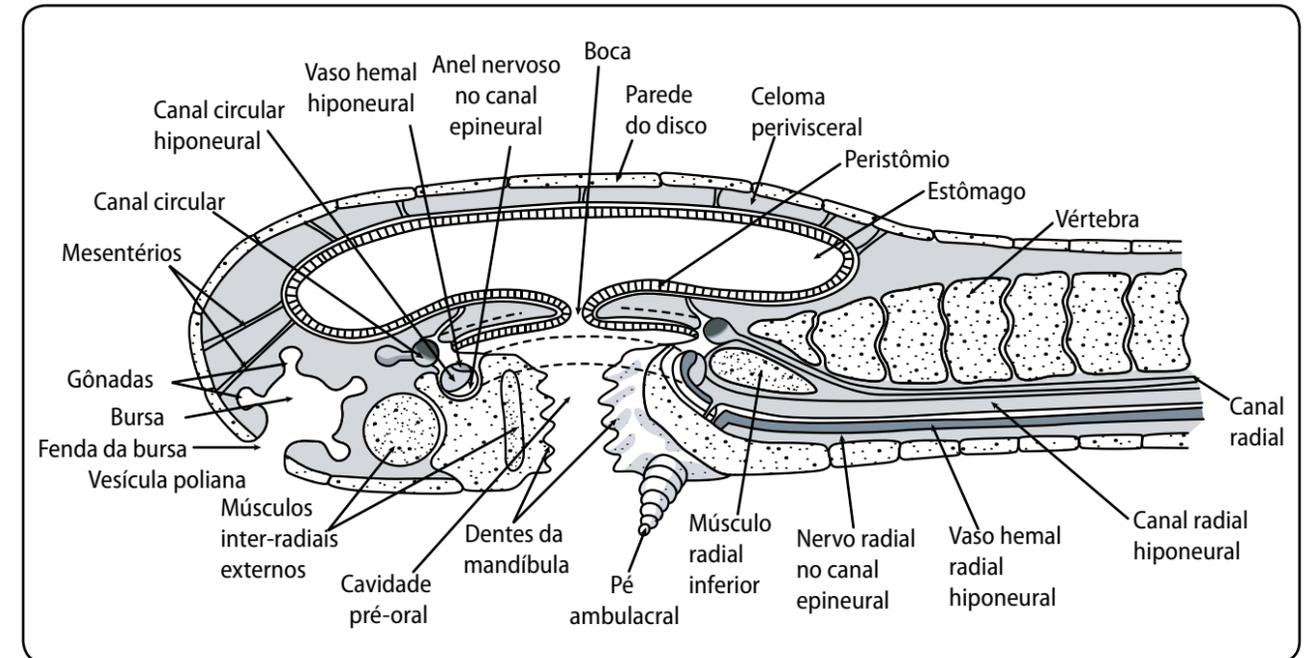


Figura 13.15 - Esquema da organização interna do disco central e início de um braço de ofiuroide. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 1041).

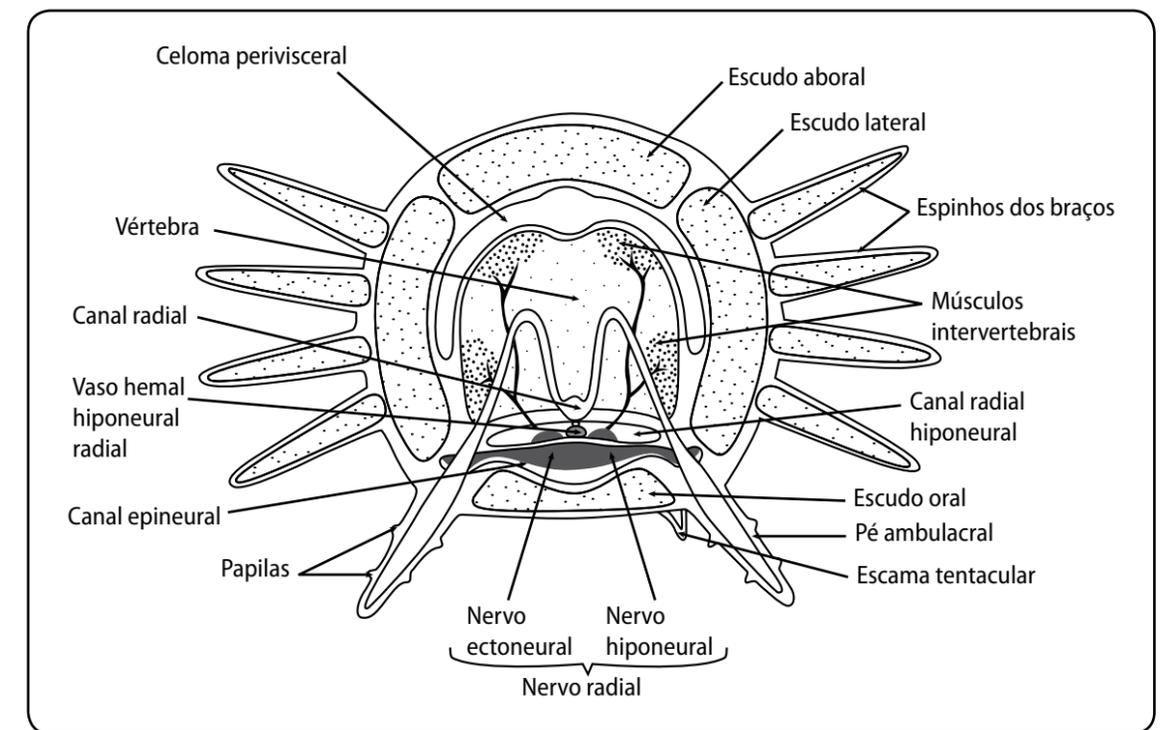


Figura 13.16 - Esquema da organização interna de um braço de ofiuroide. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 1040).

13.6 Classe Holoturoides

Os pepinos-do-mar algumas vezes são imperceptíveis no fundo do mar, mas também existem formas coloridas. São equinodermados que apresentam o eixo oral-aboral paralelo ao substrato. Possuem osículos minúsculos na derme espessa. A musculatura da parede do corpo é disposta em cinco bandas longitudinais (Figura 13.17).

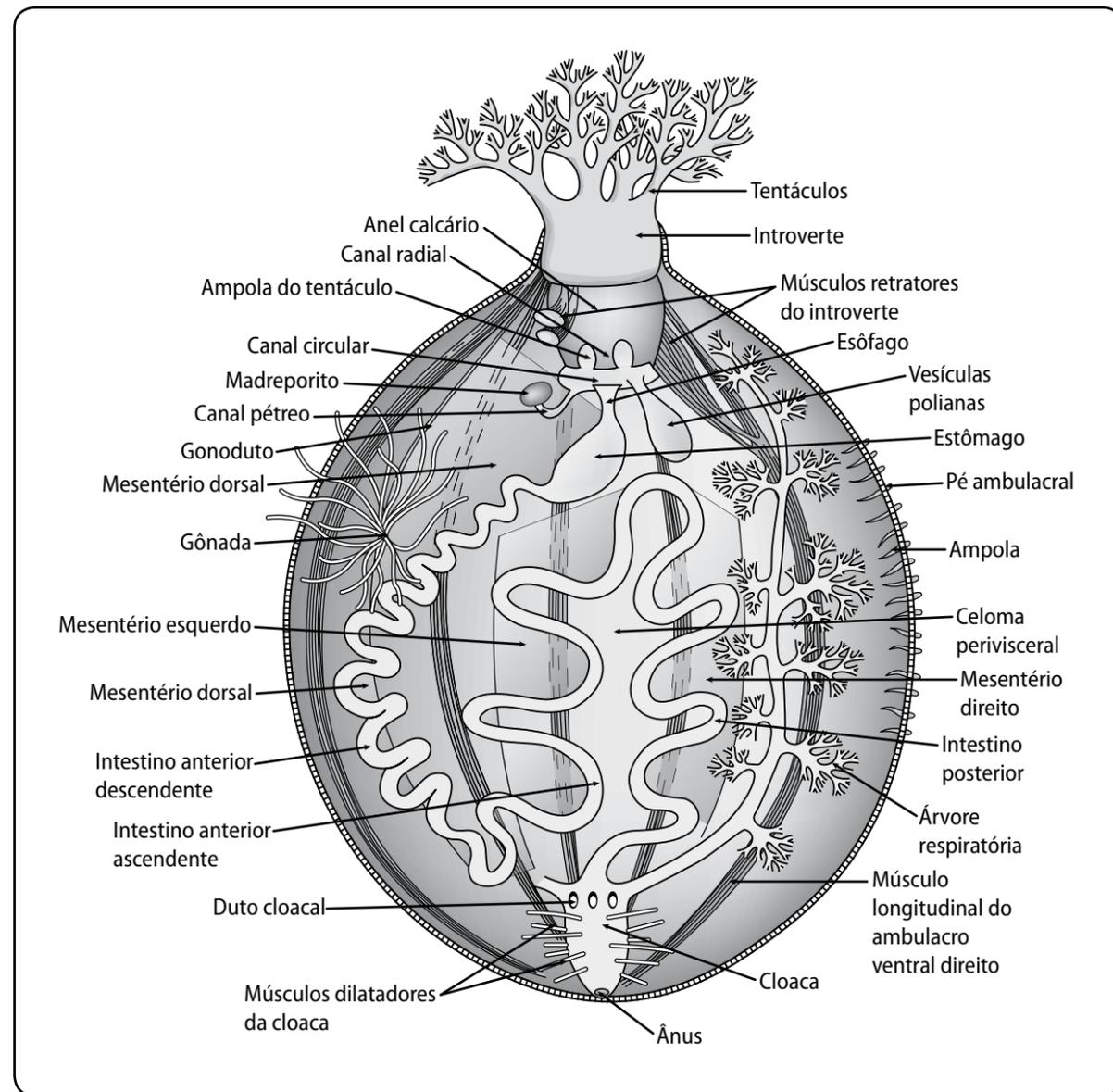


Figura 13.17 - Esquema da anatomia geral de holoturoide. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 1065).

Evisceração
 Ação ou resultado de eviscerar, de expulsar - com função de defesa - um órgão para fora da cavidade que o continha.

Os holoturoides possuem árvores respiratórias internas ligadas à cloaca. Realizam o processo de **evisceração** quando ameaçados, regenerando todos os órgãos perdidos, posteriormente. Os **Túbulos de Cuvier** são órgãos específicos de defesa, e quando eviscerados são pegajosos e atrapalham o predador. O sistema hemal acompanha o intestino e forma uma rede de capilares chamada “*rete mirabile*” (Figura 13.18), com função no transporte interno.

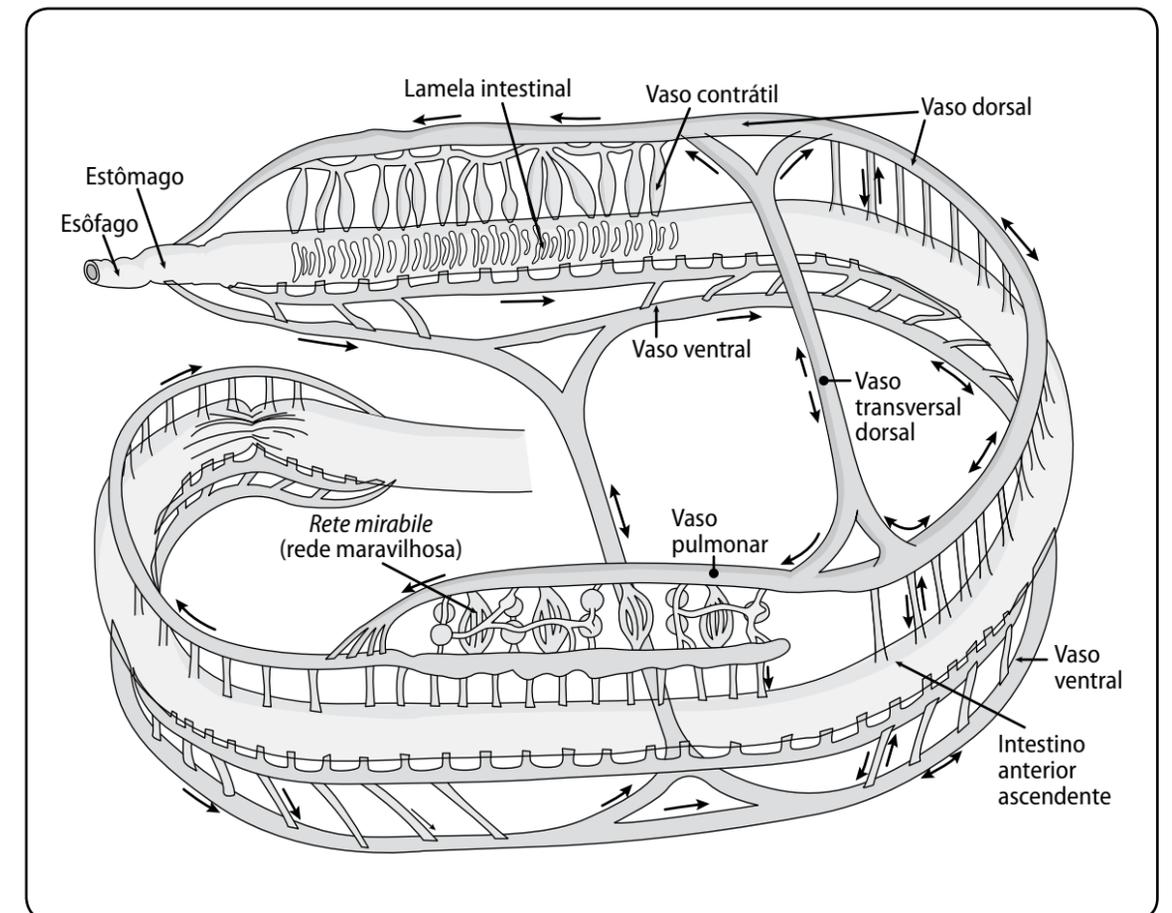


Figura 13.18 - Esquema da organização do sistema digestivo e hemal de holoturoide. (Adaptado de RUPPERT et al.; 2005, p. 1065).

Resumo

Os equinodermados são organismos muito visíveis devido ao tamanho, forma e cores. Distinguem-se por apresentar uma simetria corporal pentâmera. São bilaterais nos estágios larvais e, depois, com as metamorfoses, passam a ser radiais pentâmeros. São deuterostômios enterocelomados. Possuem esqueleto epidérmico formado por ossículos mais ou menos desenvolvidos. O transporte interno, a respiração, a excreção e a locomoção são relacionados com o sistema hidrovacular e o sistema hemal.

Referências

BARNES, R. S. K.; CALOW, P.; OLIVE, P. J. W. **Os invertebrados**. Uma nova síntese. São Paulo: Atheneu, 1995. 526 p.

BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. **Invertebrates**. 2nd. Sunderland: Sinauer Associates, 2002.

RIBEIRO-COSTA, C. S.; ROCHA, R. M. (Coords.). **Invertebrados**. Manual de Aulas Práticas. 2. ed. Ribeirão Preto, SP: Holos, 2006. 271p.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados**. Uma abordagem funcional evolutiva. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005. 1145 p.