

**Filo
Chordata**

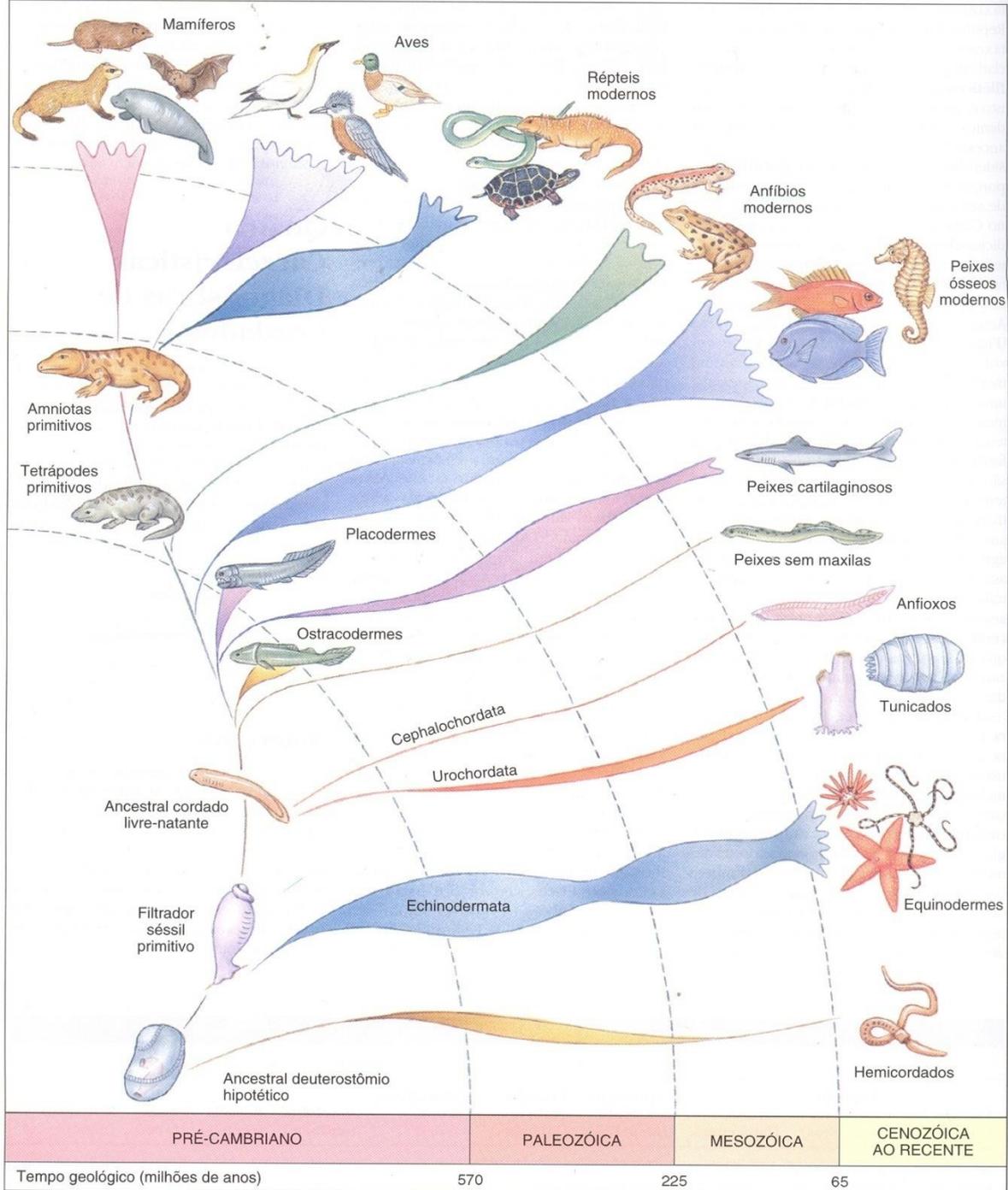
**Subfilo
Vertebrata**

**Superclasse
Pisces**

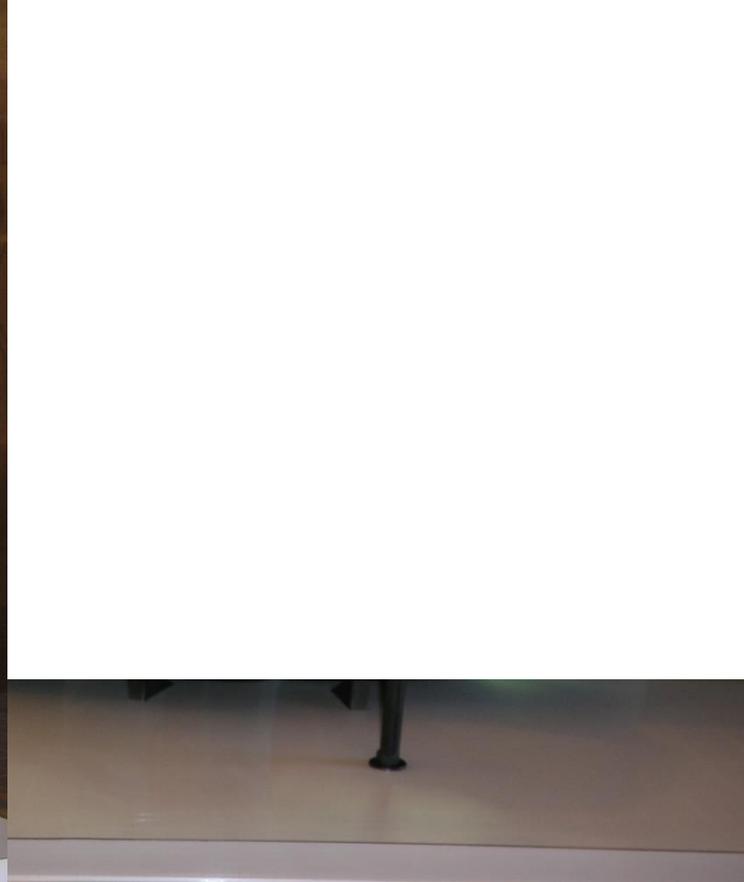
Profa Maria Célia
Portella

IMPORTÂNCIA

- **Origem** dos peixes: Período Cambriano (ou talvez no Pré-Cambriano). Siluriano (444-416m.a.) – peixes mandibulados; Devoniano (416-359 m.a.)– irradiação dos peixes ósseos
- **Maior grupo de vertebrados:** ~24.000 espécies viventes; ocupam praticamente todos os ambientes aquáticos;
- Desenvolvimento de inúmeras **adaptações** morfo-fisiológicas;
- **Termo Pisces** (peixes) como unidade taxonômica é discutível ⇒ não formam um grupo monofilético (ancestral dos peixes é também ancestral dos vertebrados terrestres, que são excluídos desse termo PISCES);



Os peixes descendem de um ancestral desconhecido ⇒ **protocordado livre-natante;**



Placodermi

Cladograma

Sistemática Filogenética

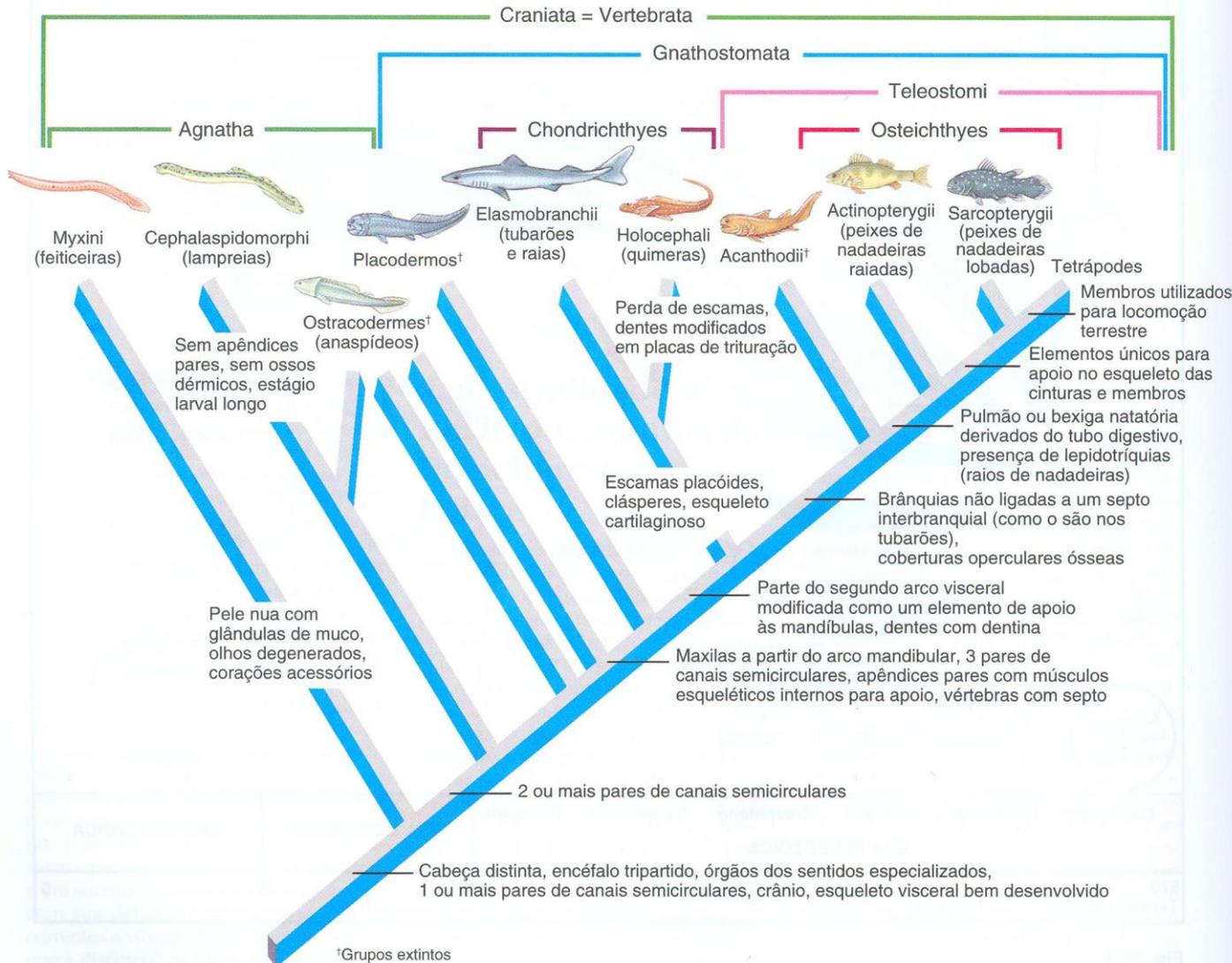
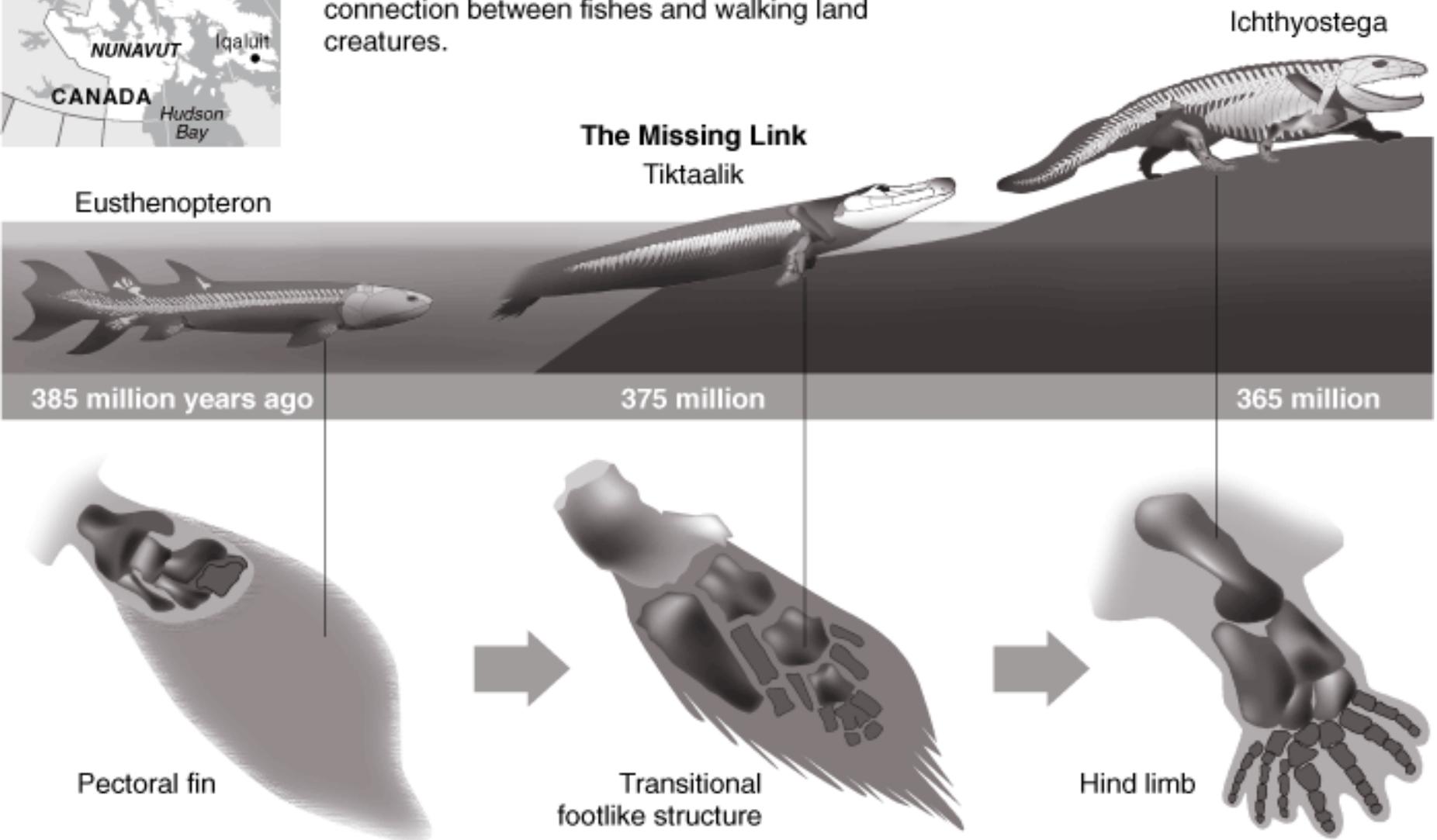


Fig. 26.2
Cladograma dos peixes, mostrando as relações prováveis dos principais táxons monofiléticos de peixes. Várias relações alternativas têm sido propostas. Grupos extintos são designados por uma cruz (†). Alguns dos caracteres derivados compartilhados que marcam as ramificações são mostrados à direita dos pontos dos ramos. Os grupos Agnatha e Osteichthyes, apesar de serem graus estruturais parafiléticos e considerados indesejáveis na classificação cladística, são, de maneira conveniente, reconhecidos na sistemática por compartilharem padrões amplos de organização funcional e estrutural.

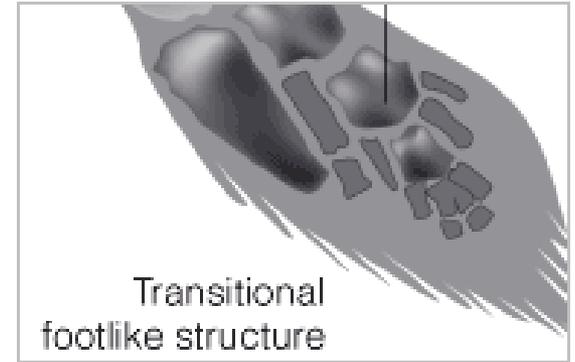
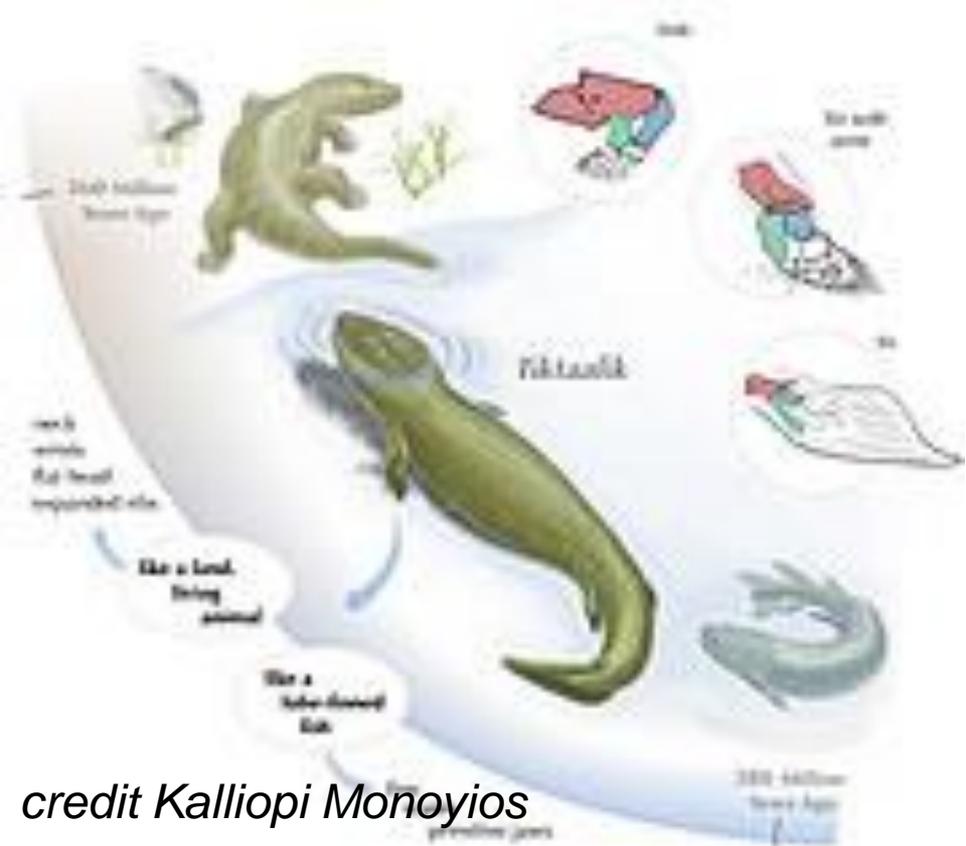


A 'Missing Link' Is Found

With the discovery of fossils of the Tiktaalik, or "large shallow water fish," scientists have found a missing connection between fishes and walking land creatures.



Tiktaalik roseae



credit Kalliopi Monoyios



credit Ted Daeschler



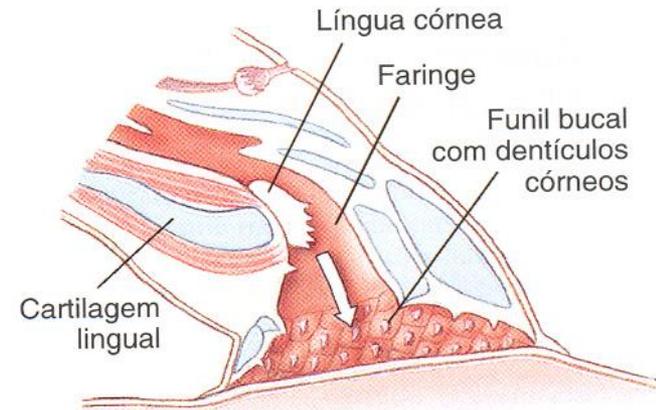
Wilford (2006)

AGNATAS

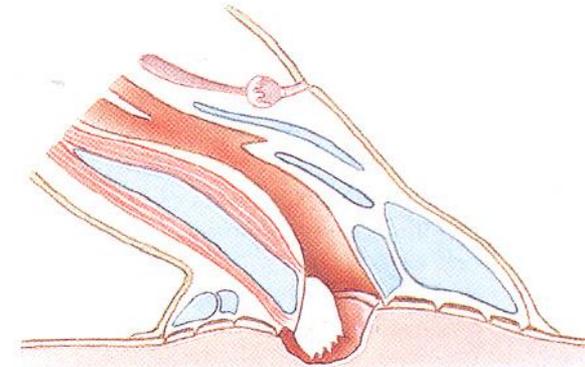


Fig. 26.4
Lampreia marinha, *Petromyzon marinus*, alimentando-se de fluidos corpóreos de um peixe moribundo.

Classe
Cephalaspidomorphi
(lampréias)_



Fixação ao peixe com os dentículos córneos e a sucção



Língua protraída para raspar a carne

Fig. 26.6

Como a lampreia utiliza sua língua córnea para se alimentar. Após ter-se fixado firmemente ao peixe por sua ventosa, a língua protraível rapidamente raspa uma abertura através do tegumento do peixe. O fluido corpóreo, a pele retirada e a musculatura são ingeridos.

Hickman et al. (2004)

AGNATAS

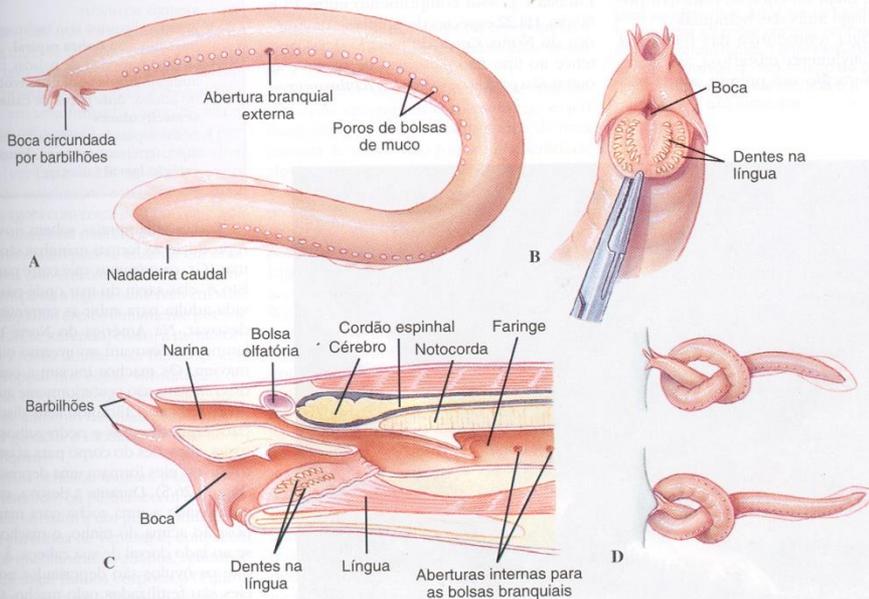


Fig. 26.3
A feiticeira do Atlântico *Myxine glutinosa* (classe Myxini). **A.** Anatomia externa. **B.** Vista ventral da cabeça, mostrando as placas córneas utilizadas para raspar durante a alimentação. **C.** Seção sagital da região da cabeça (observe a posição retraída da língua raspadora e as aberturas internas em uma fileira de bolsas branquiais). **D.** Feiticeira formando um nó, mostrando como obtém força para cortar a carne de uma presa.

Classe Myxini (feiticeiras)

Características da Classe Chondrichthyes (peixes cartilagenosos)



- **Subclasse Holocephali**
(aparência íntegra da cabeça) = quimeras



Subclasse Elasmobranchii
(brânquias lamelares) =
tubarões, cações e raias



Classe Osteichthyes

- **Peixes ósseos.** Representam 98 % dos todos os peixes existentes. Estão distribuídos em 35 Ordens com 408 Famílias e cerca de 23.600 espécies viventes



Classificação da Classe Osteichthyes

- **Classe Osteichthyes**

- ▶ **Subclasse Actinopterygii** (peixes de nadadeiras raiadas)
 - ✓ **Superordem Chondrostei** (Chondro = cartilagem + ostei = osso) ⇒ bichir, esturjão e peixe-espátula (paddlefish).
 - ✓ **Superordem Neopterygii** (Neo = novo e pteryx = nadadeira) ⇒ **todos os peixes ósseos modernos**. Duas Ordens mais primitivas (Lepisosteiformes e Amiiformes) e os modernos Teleostei
- ▶ **Subclasse Sarcopterygii** (peixes de nadadeira lobada). Dez Ordens extintas e Ordens viventes ⇒ celacanto e peixes pulmonados.

Subclasse Actinopterygii

Superordem Chondrostei

Esturjão



Bichir



Peixe-espátula
paddlefish



Peixes ósseos mais primitivos

Hickman et al. (2004)

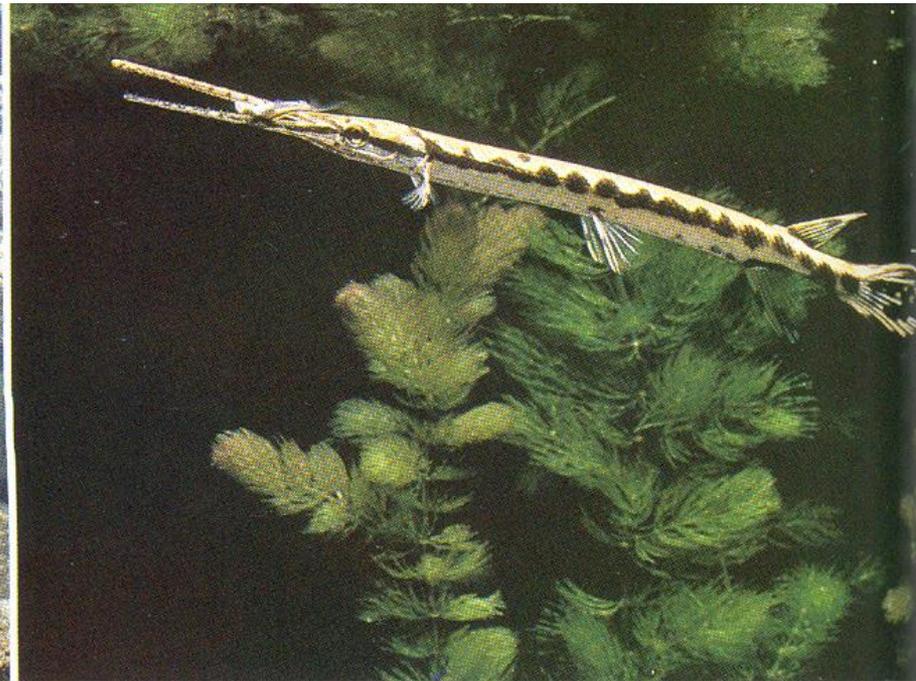
Subclasse Actinopterygii

Superordem Neopterygii –
(não teleósteos)



Amia

(Amiiformes)

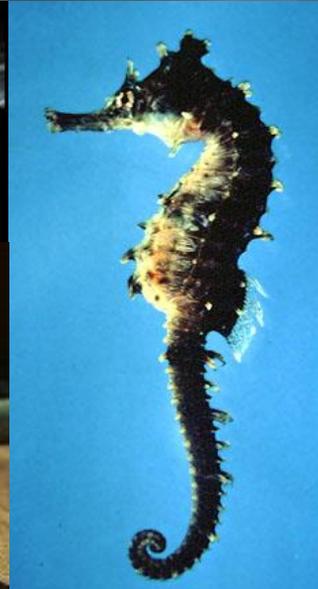


Gar

(Lepisosteiformes)

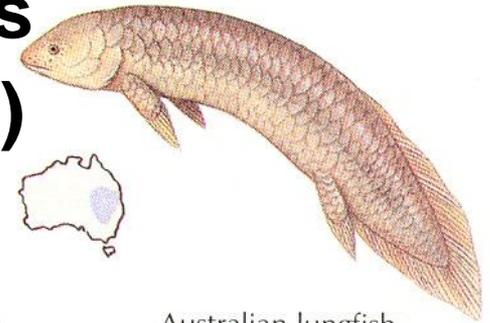
Subclasse Actinopterygii

Superordem Neopterygii –
(modernos Teleostei)

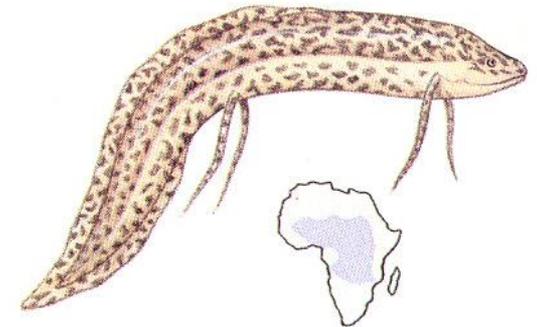


Subclasse Sarcopterygii

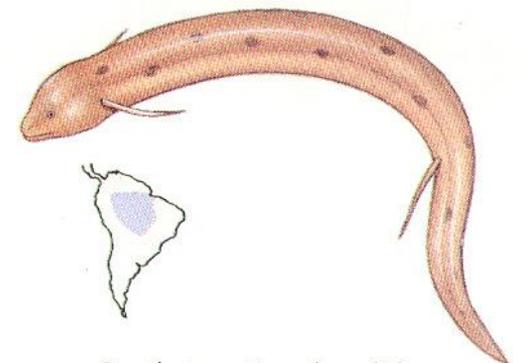
Peixes pulmonados
(inclui a pirambóia)



Australian lungfish



Protopterus



South American lungfish

Hickman et al. (2004)

Celacanto (*Latimeria*)



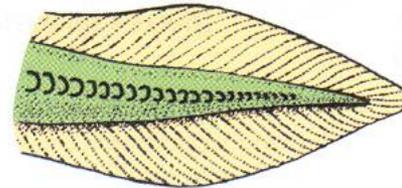
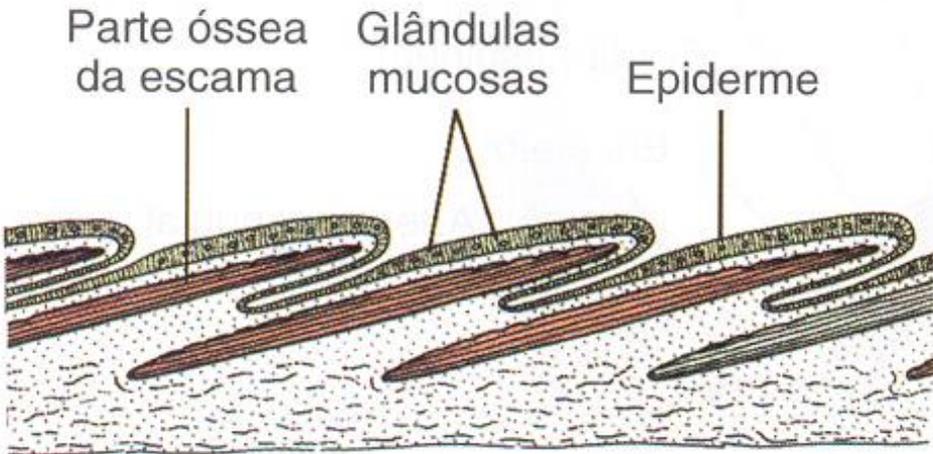
Nadadeiras lobadas



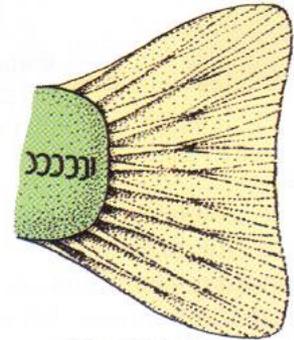
Osteichthyes

- São os chamados peixes ósseos. São os mais derivados de todos os outros peixes. No **Devoniano** (416-359 m.a.) médio eram **dulcícolas** e só vieram invadir os **mares no final do Paleozóico** (251 m.a). Hoje ocupam os dois habitats.
- Os peixes mais antigos apresentavam **dupla respiração** (branquial e pulmonar). Seus hábitos alimentares eram variáveis: tanto podiam ser herbívoros como comedores de lama. Sua resistência devido a sua estrutura era a maior entre todos os peixes.
- Dividem-se em duas subclasses: *Actinopterygii* (peixes dominantes) e *Sarcopterygii* (pulmonados e celacanto).

Características da Classe Osteichthyes

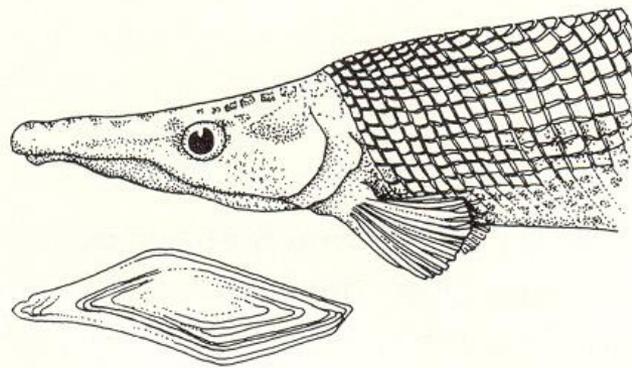


Dificerca
(peixe pulmonado)

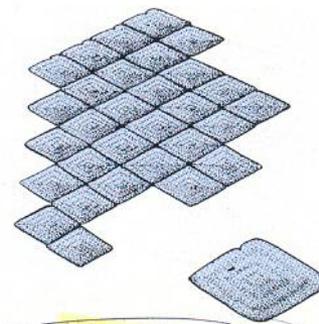


Homocerca
(perca)

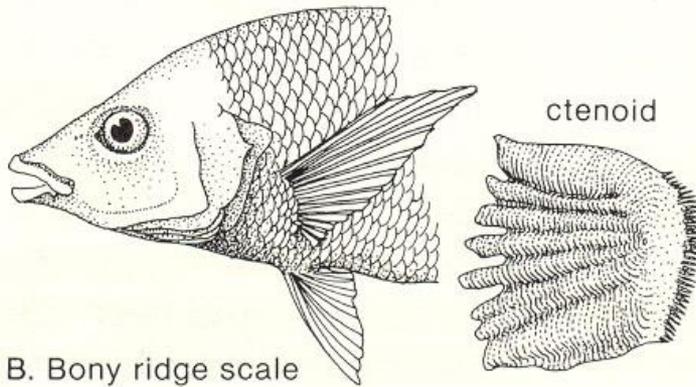
- 1. Esqueleto** (mais ou menos) ossificado; **numerosas vértebras**, notocorda pode persistir em parte (em alguns grupos); nadadeira caudal **homocerca** (raras **dificercas**);
- 2. Pele** com **escamas** sobrepostas imbricadas na **derme** e revestidas pela **epiderme** que contém **células mucosas**. Escamas de três tipos: **ganóide**, **ciclóide** e **ctenóide**. Muitos sem escamas. Ausência de escamas placóides;



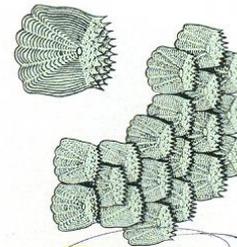
A. Ganoid



Ganoid scales
(primitive bony fishes)

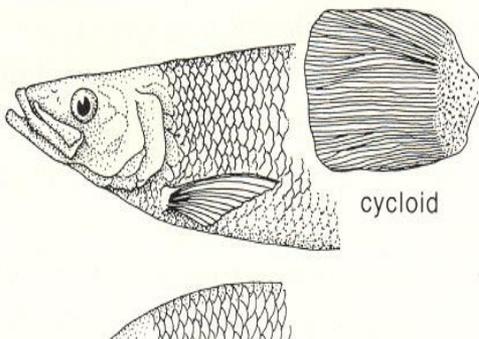


B. Bony ridge scale

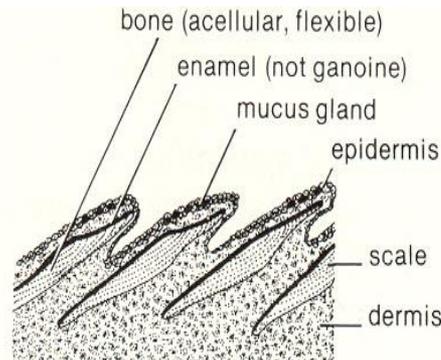


Ctenoid scales
(teleost fishes)

A. Ganoid

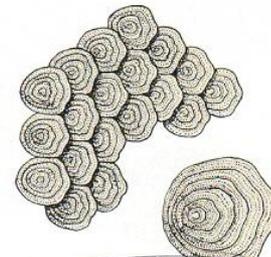


cycloid



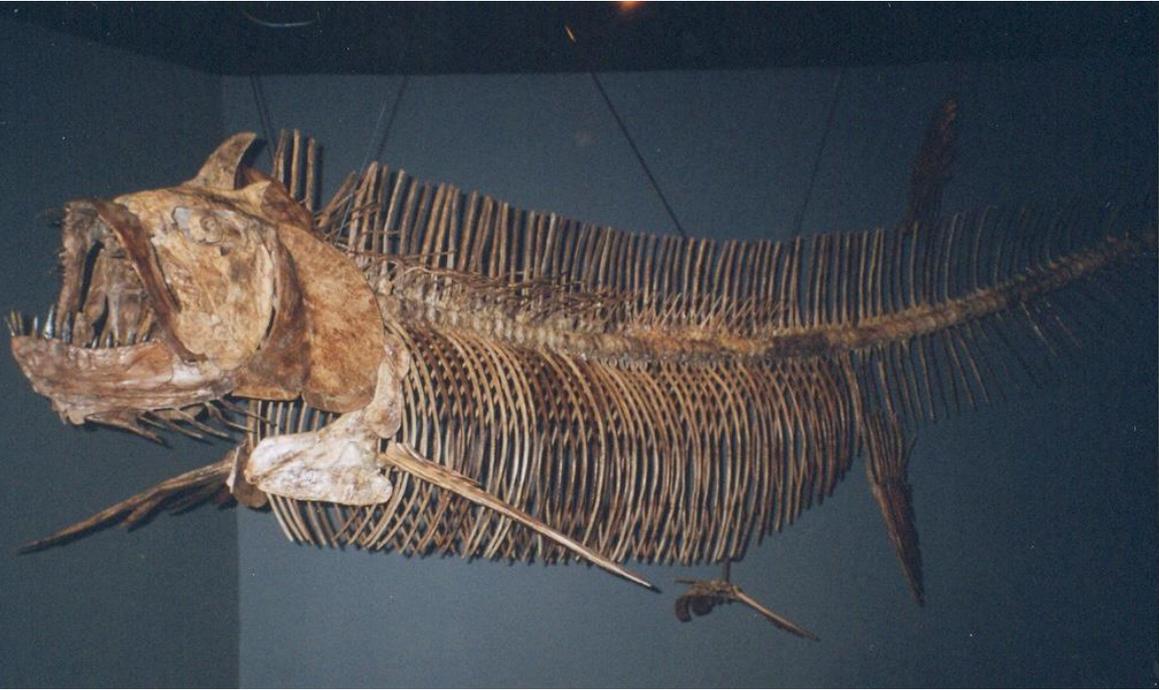
scale

dermis

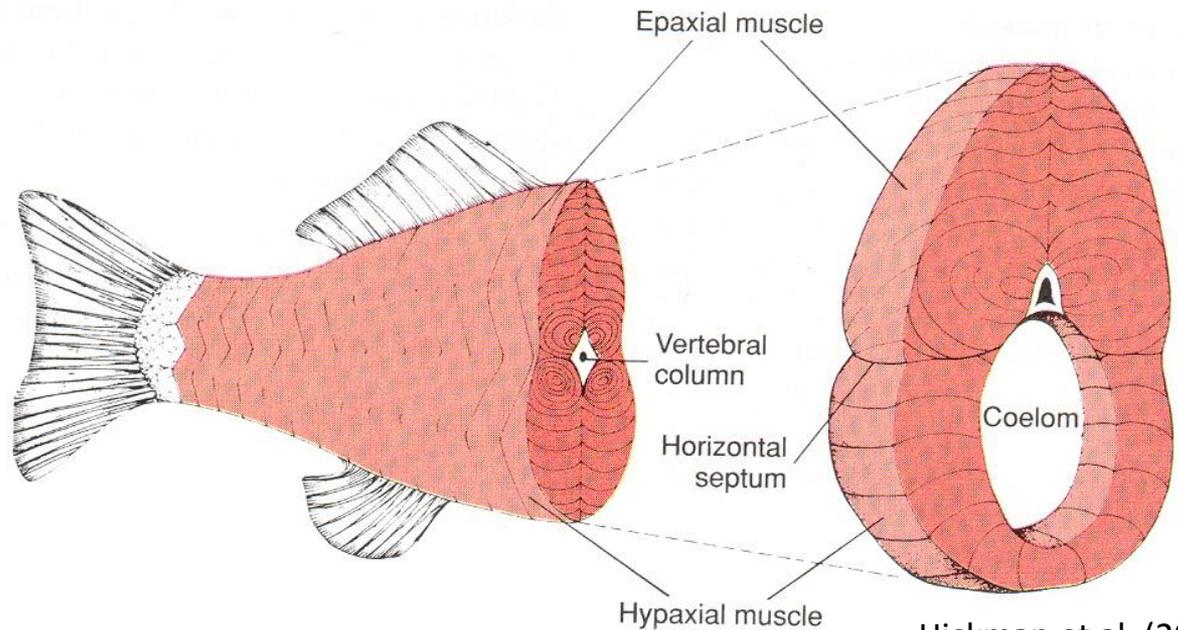


Cycloid scales
(teleost fishes)

Esqueletos

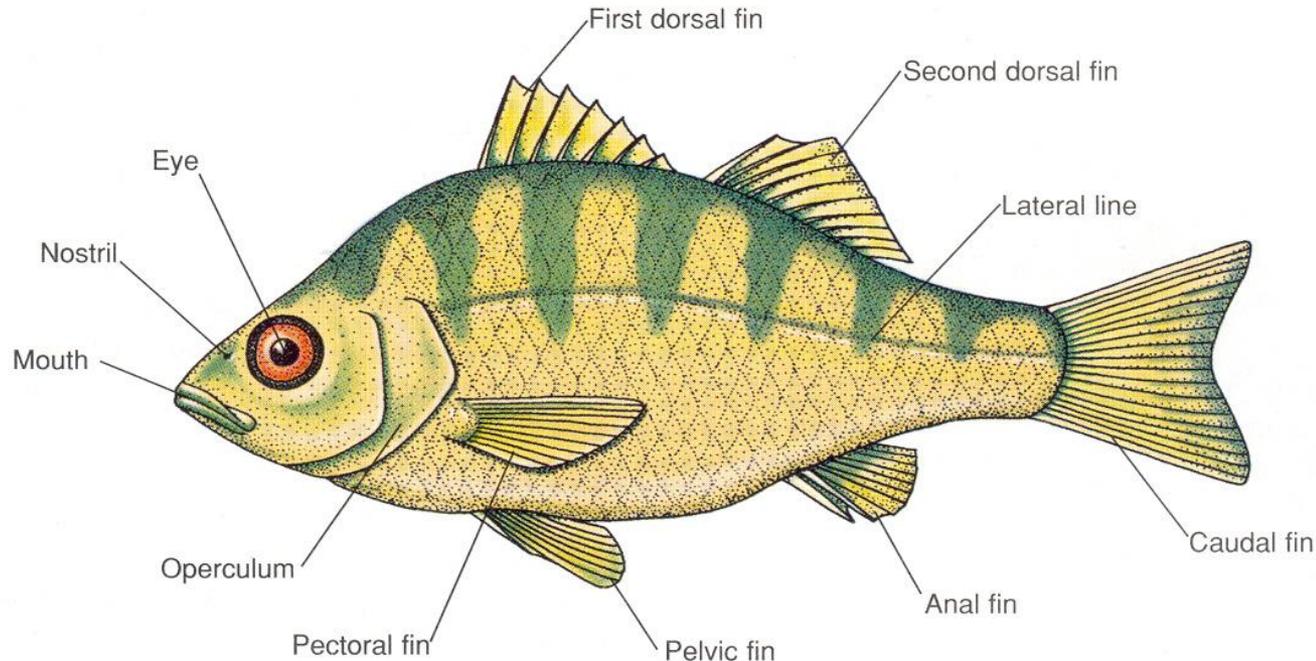


Musculatura e Celoma



Hickman et al. (2004)

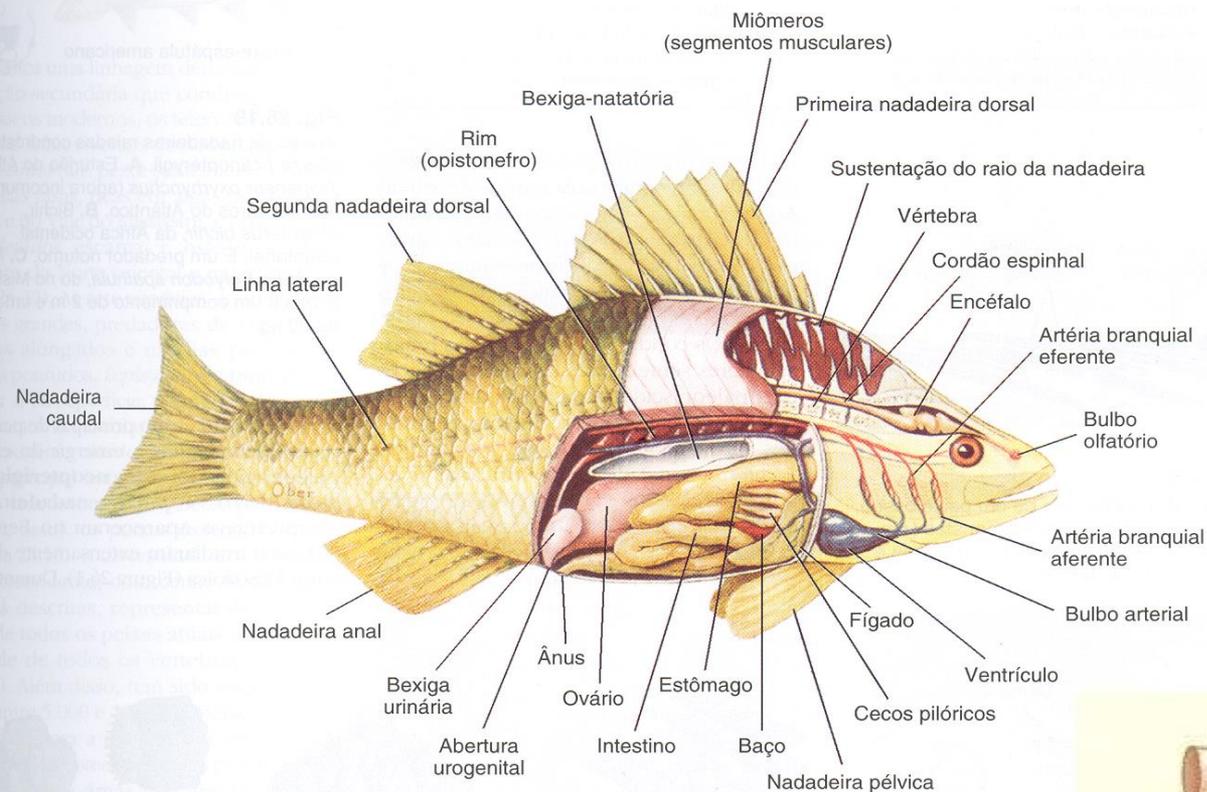
Características da Classe Osteichthyes



9

3. Presença de **nadadeiras pares** (peitorais e pélvicas) e ímpares (dorsal, caudal, anal e adiposa – não necessariamente todas presentes no mesmo indivíduo). Presença de **raios ósseos** ou cartilagosos nas **nadadeiras**;

Características da Classe Osteichthyes



Moyes & Schulte (2010)

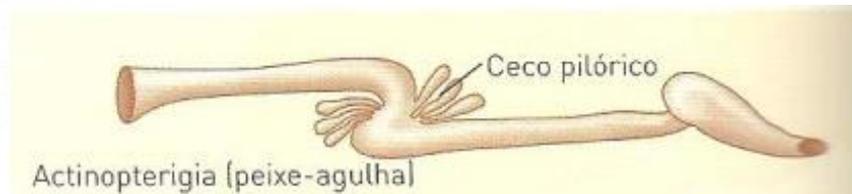
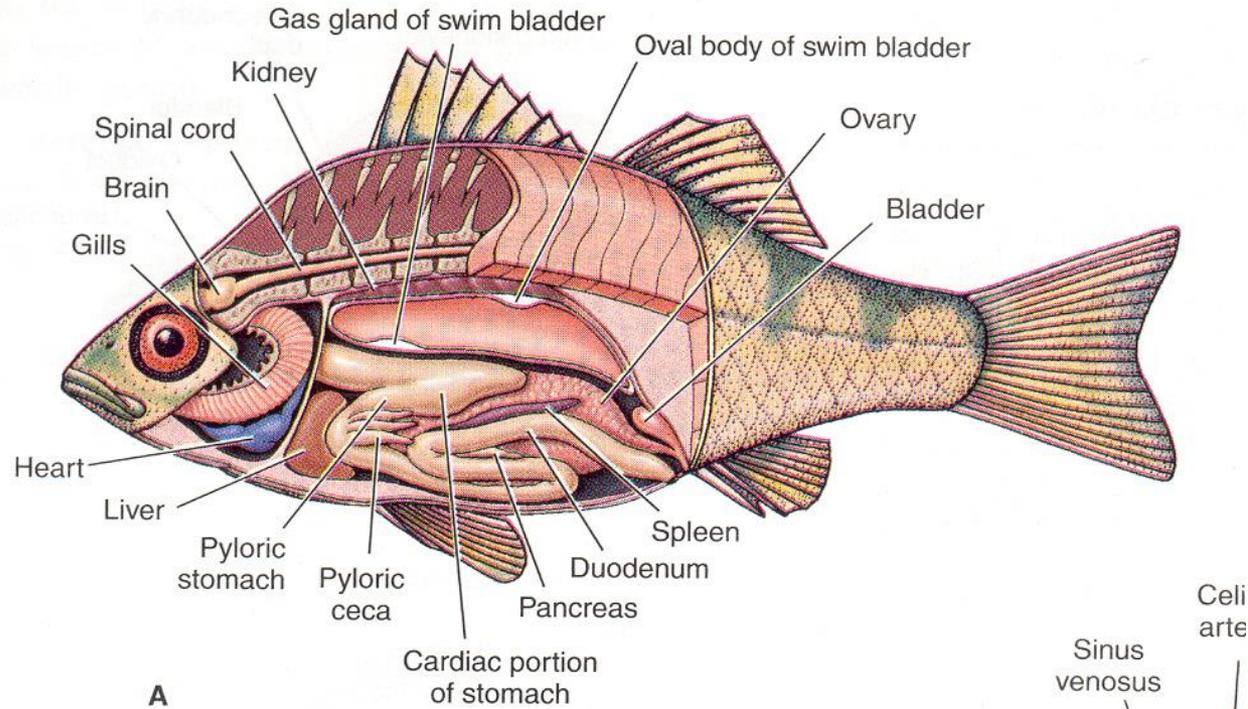


Figura 11.19 Morfologia do intestino de vertebrados.

4. Boca terminal com muitos dentes (alguns desdentados); **maxilas presentes** [maxilar (superior) e mandíbula (= maxila inferior)]; **bulbos olfatórios** pares que podem ou não estar ligados à cavidade oral;

Hickman et al. (2004)

Características da Classe Osteichthyes



- 5. Respiração** através de **brânquias**, que são suportadas por arcos branquiais ósseos e cobertas pelo opérculo (placa);
- 6. Vesícula gasosa** (bexiga natatória) muitas vezes presentes. Pode estar ou não conectada por ducto com o esôfago;



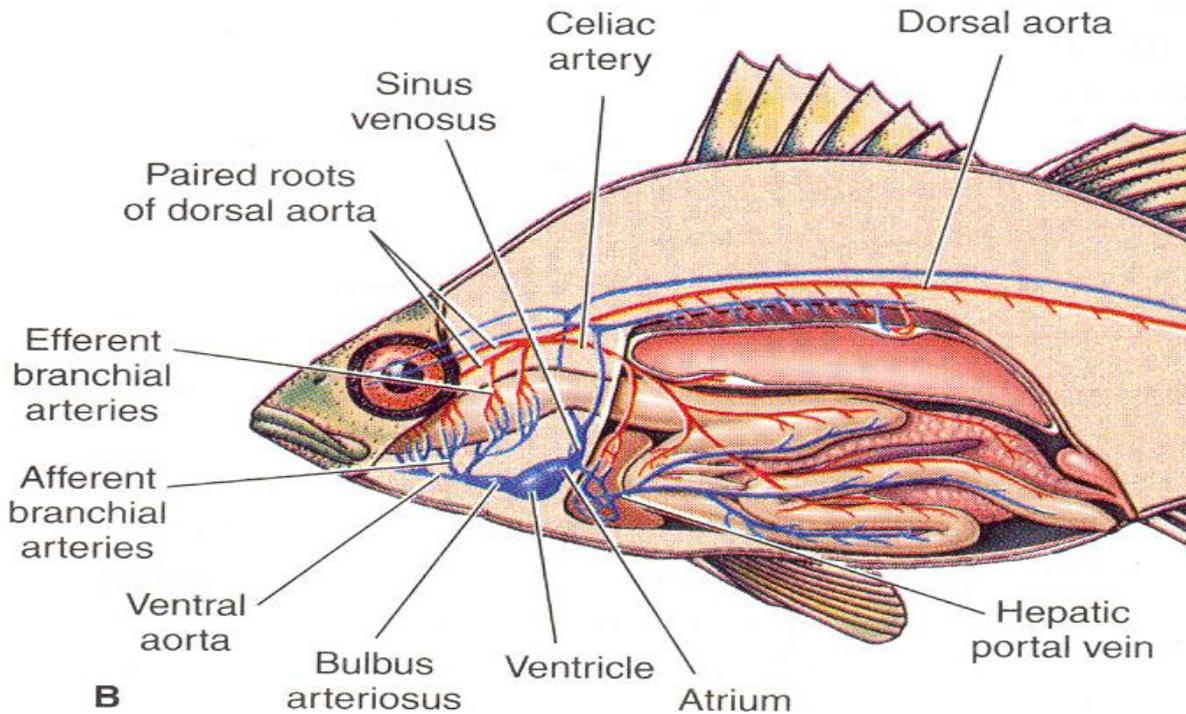
Brânquias

Os peixes ósseos possuem 4 pares de arcos branquiais localizados na cavidade orofaríngea e recobertos por estruturas ósseas e musculares que compõem o opérculo.

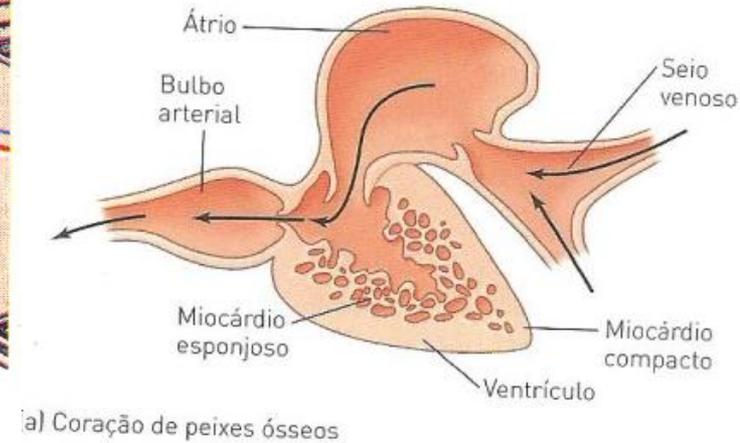
Movimentos coordenados entre a boca e o opérculo movem a água através das brânquias. Os arcos são constituídos pela barra branquial, que sustenta os rastos e os filamentos branquiais. Os rastos protegem as brânquias de contato com objetos sólidos ou presas. Em peixes como as sardinhas, os rastos são adaptados para promover a filtração da água, para obtenção de alimento.



Características da Classe Osteichthyes



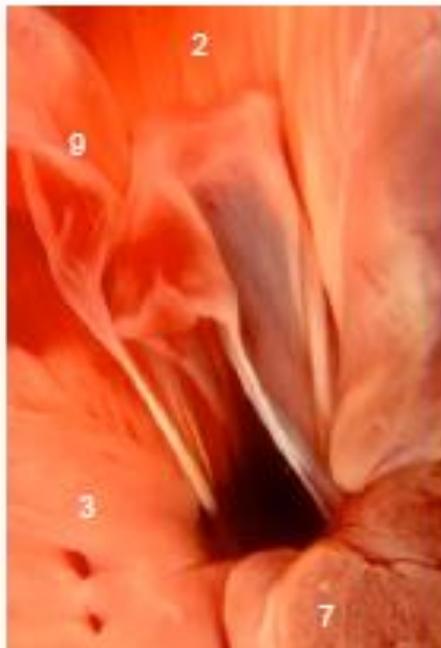
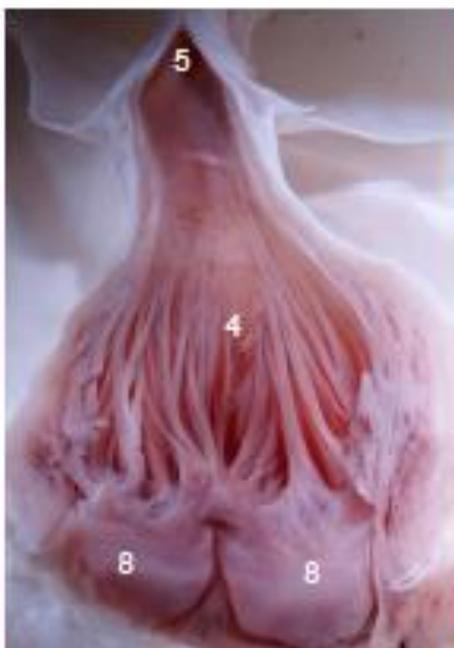
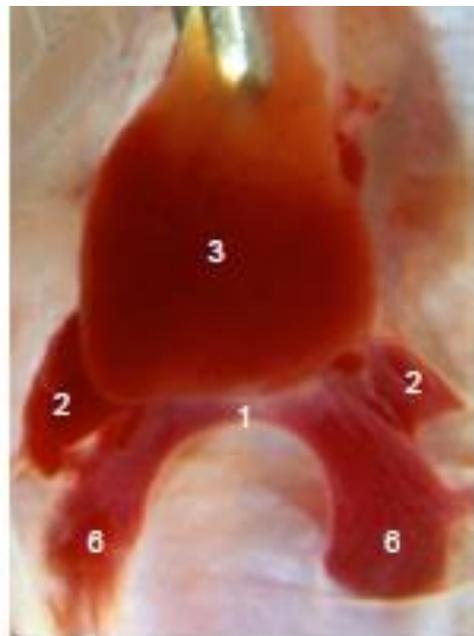
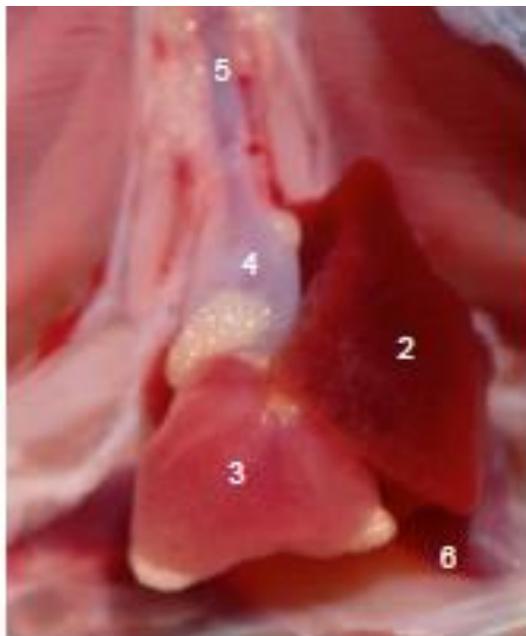
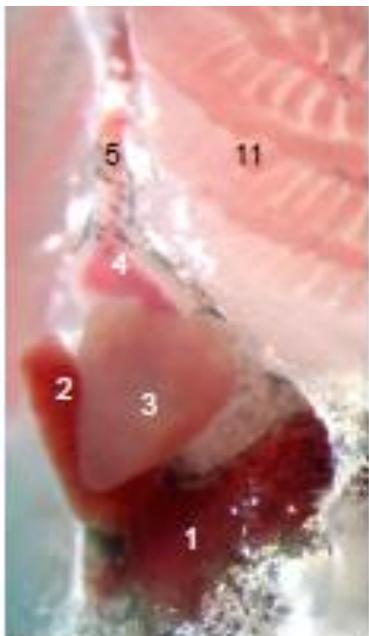
B
Hickman et al. (2004)



Moyes & Schulte (2010)

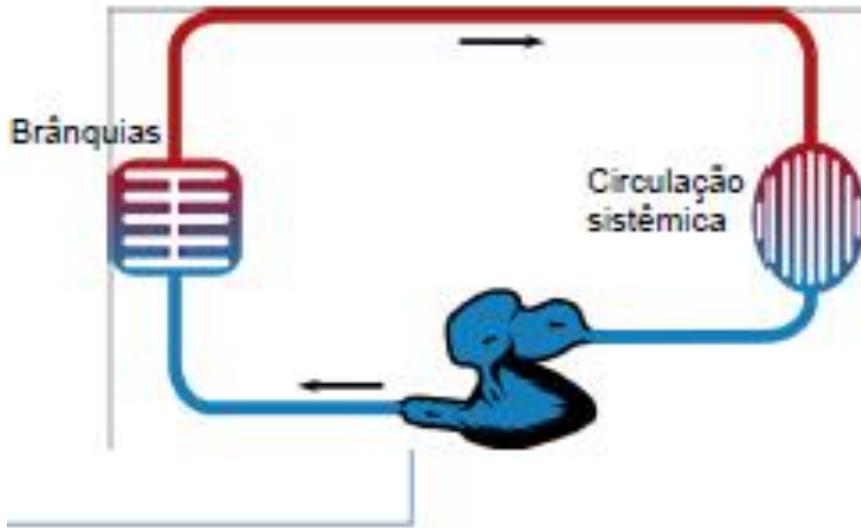
7. Circulação fechada; coração com quatro câmaras (seio venoso, átrio, ventrículo e bulbo) que bombeiam um único fluxo de sangue não oxigenado; sistemas arterial e venoso; caracteristicamente quatro partes de arcos aórticos; sangue com células sangüíneas; **hemáceas nucleadas;**

LACV – UnB • OSTEICHTHYES
 CORAÇÃO e SISTEMA CARDIOVASCULAR

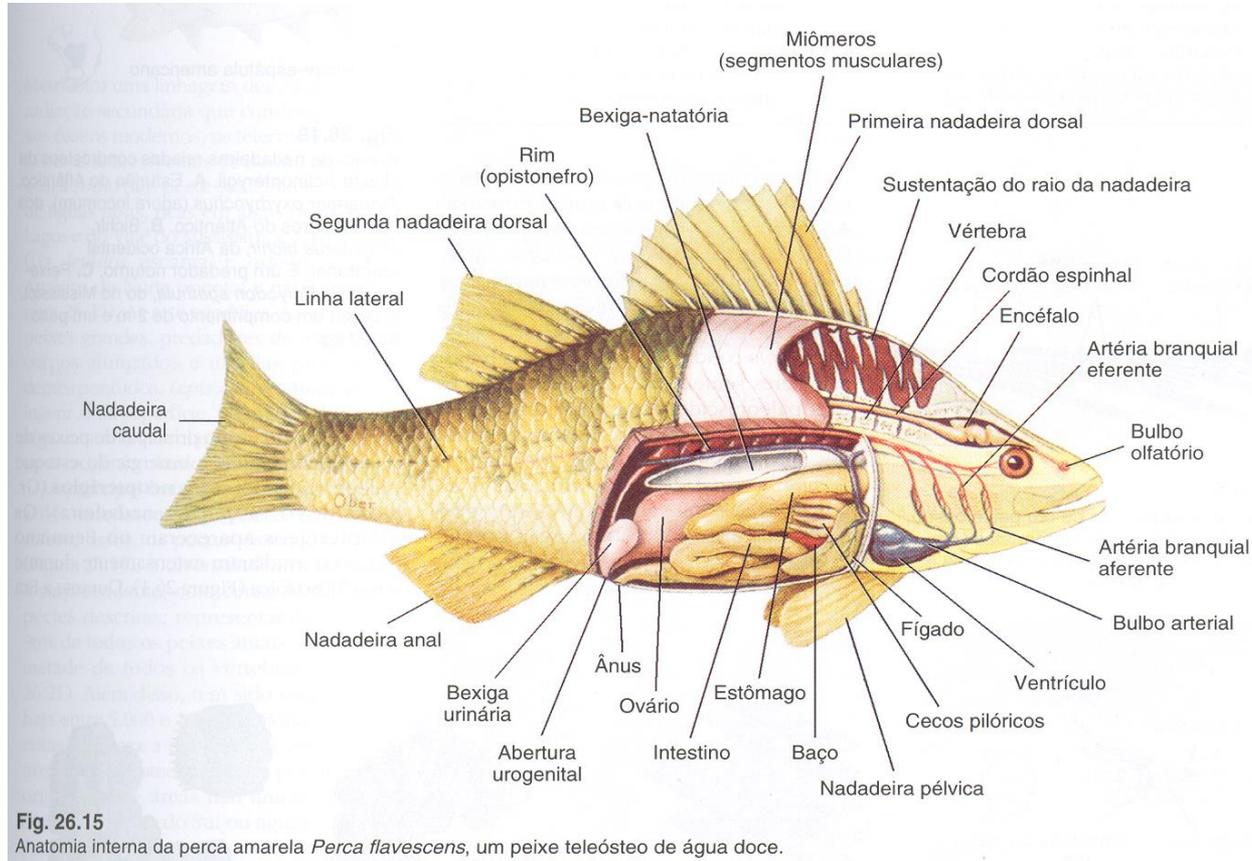


- 1. seio venoso
- 2. átrio
- 3. ventrículo
- 4. bulbo arterioso
- 5. artéria aorta ventral
- 6. v. cardinal

- 7. miocárdio ventricular
- 8. válvula ventrículo-bulbar
- 9. válvula átrio-ventricular
- 10. válvula sino-atrial
- 11. arcos branquiais

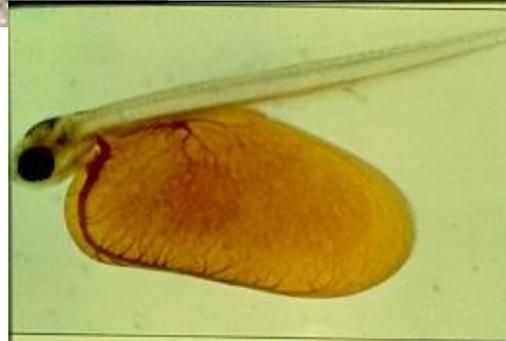


Características da Classe Osteichthyes



7. Sistema nervoso composto por cérebro com lobos olfatórios pequenos, lobos ópticos grandes e cerebelo; 10 pares de nervos cranianos, três pares de canais semi-circulares;

Características da Classe Osteichthyes



9. Sexos separados (reversão possível em muitos); gônadas pares; fertilização externa (em geral); maioria tem desenvolvimento **indireto** (formas larvais muito diferentes dos adultos; poucos com desenvolvimento direto

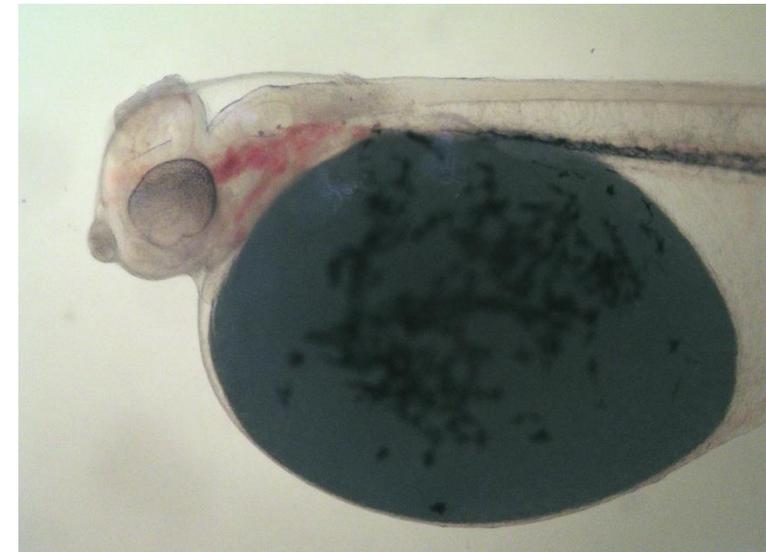
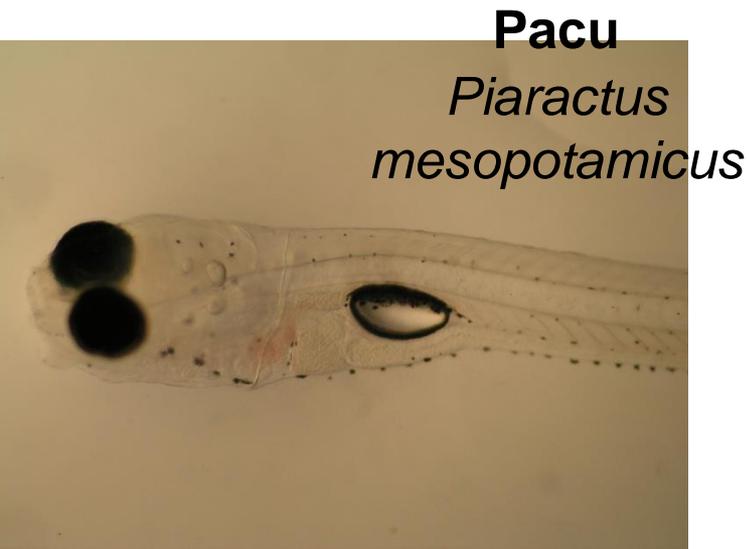


Larvas de peixes



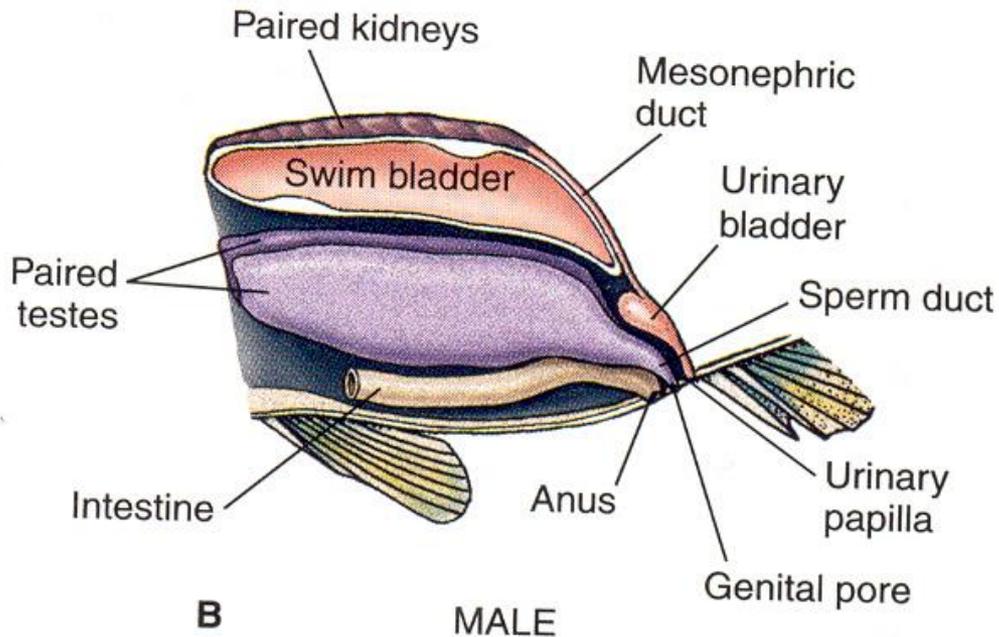
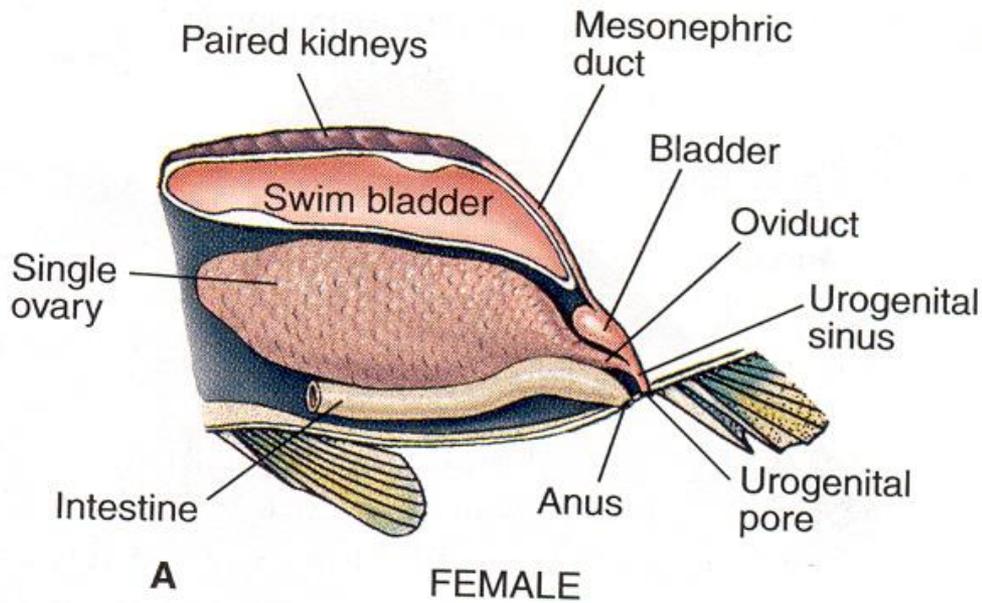
Pintado

Pseudoplatystoma coruscans



Oscar ou Apaiari
Astronotus ocellatus

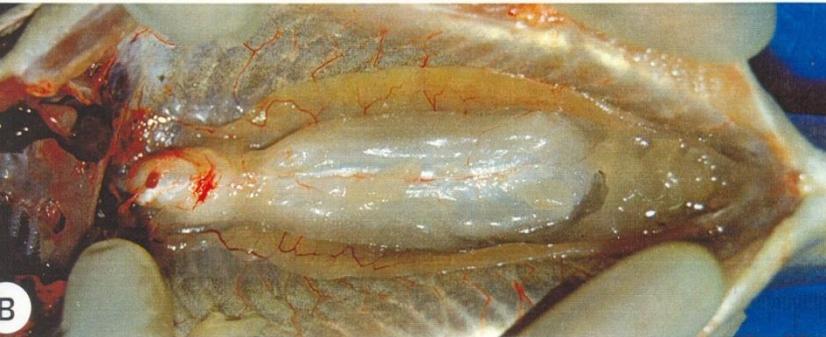
Gônadas dos Peixes



Escala de Maturidade *Brycon hilarii* – Macho



Estádio de Repouso



Estádio de Maturação



Estádio Maduro



Estádio de Regressão

Escala de Maturidade *Brycon hilarii* Fêmea



Estádio de Maturação



Estádio Maduro



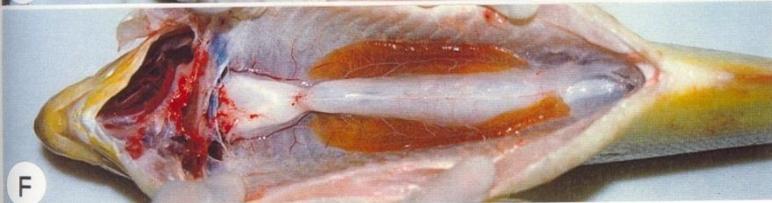
Estádio de Regressão



Estádio de Regressão



Estádio de Regressão



Estádio de Regressão

Adaptações Estruturais e Funcionais dos Peixes

470

Peixes

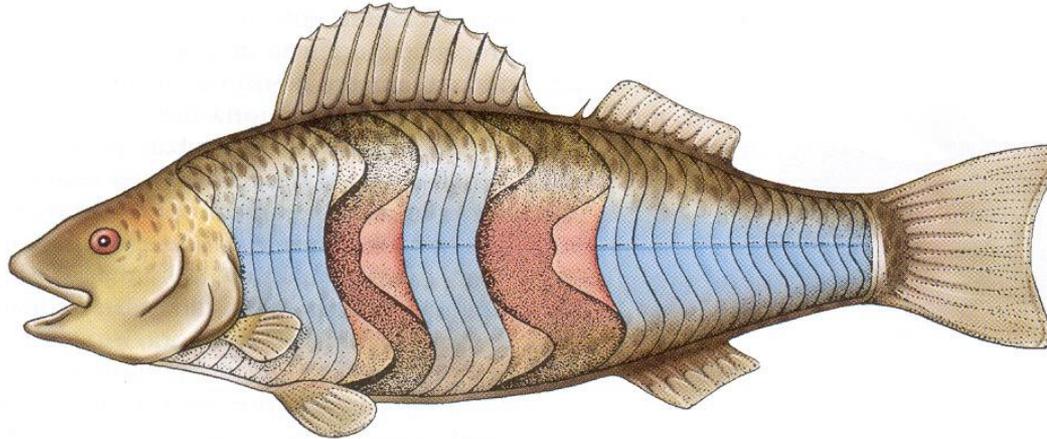


Fig. 26.24

Musculatura do tronco de um peixe teleosteo, parcialmente dissecado para mostrar o arranjo interno das bandas de músculos (miômeros). Os miômeros são dobrados em um agrupamento complexo e seriado, um arranjo que favorece a natação mais forte e controlada.

- **Locomoção:** mecanismo propulsor é a **musculatura do tronco e cauda** ⇒ constituída por músculos (miômeros) arranjados em **zig-zag**. As fibras musculares dos miômeros se conectam com as dos adjacentes e com a coluna vertebral, de forma que o **movimento ondulatório** pode ser controlado.

Adaptações Estruturais e Funcionais dos Peixes

- **Muco**, produzido por células mucosas auxiliam, reduzindo o atrito com a água.
- Por outro lado, a **água suporta o peso** do animal, fazendo com que ele gaste menos energia para neutralizar a força da gravidade.

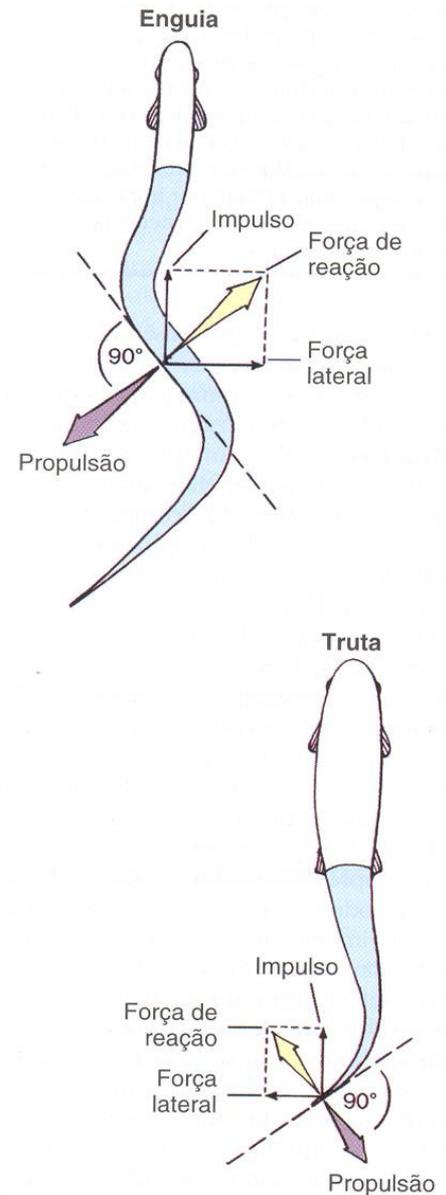
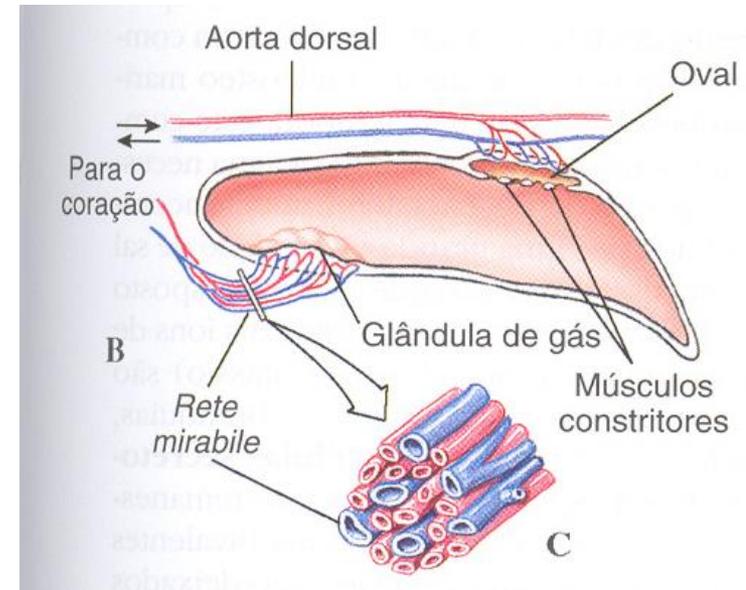
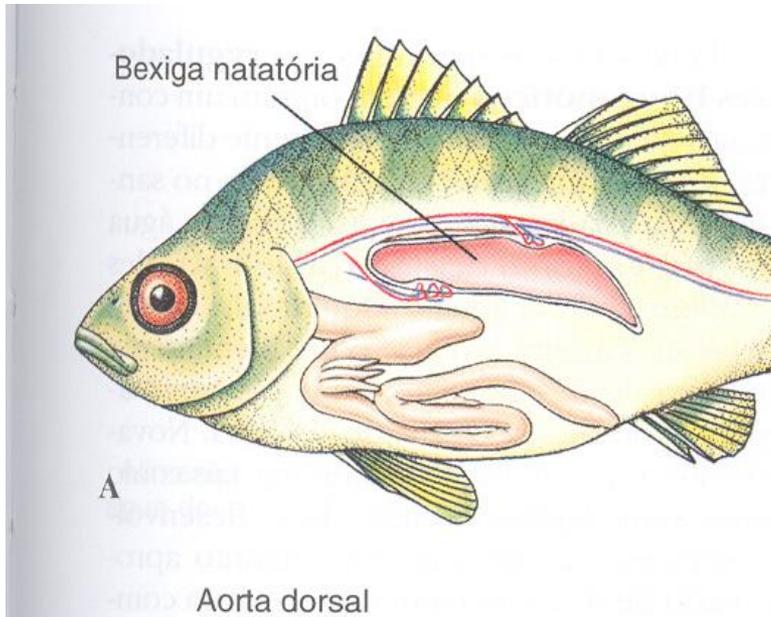
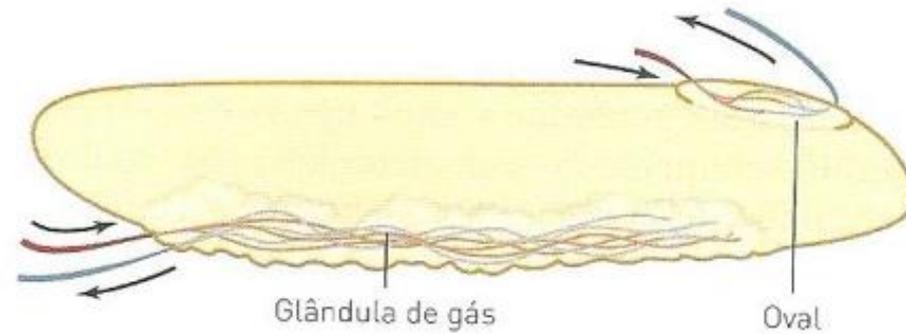


Fig. 26.25
Movimentos de peixes em natação, mostrando as forças desenvolvidas por um peixe em forma de enguia e em forma de fuso.

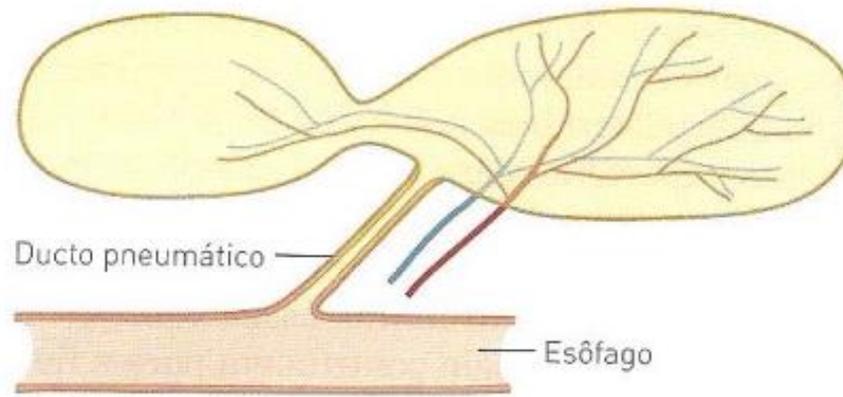
Adaptações Estruturais e Funcionais dos Peixes



- **Flutuação Neutra e Vesícula Gasosa (VG):** peixes são mais pesados que a água e tenderiam a afundar. A presença de VG e seu poder para **regular o volume de gás**, ajuda a regular a flutuação (neutra) e localizá-lo na coluna d'água.



(a) Bexiga natatória dos fisóclistos



(b) Bexiga natatória dos fisóstomos

Figura 12.27 Bexigas natatórias. **(a)** Os peixes fisóclistos inflam a bexiga natatória injetando oxigênio do sangue no interior da bexiga em uma região chamada de glândula de gás. Os gases podem escapar da bexiga por uma outra região vascularizada chamada de oval. **(b)** Os peixes fisóstomos inflam e desinflam a bexiga natatória por uma conexão direta entre o trato gastrointestinal e a bexiga natatória, chamada de ducto pneumático.

Adaptações Estruturais e Funcionais dos Peixes

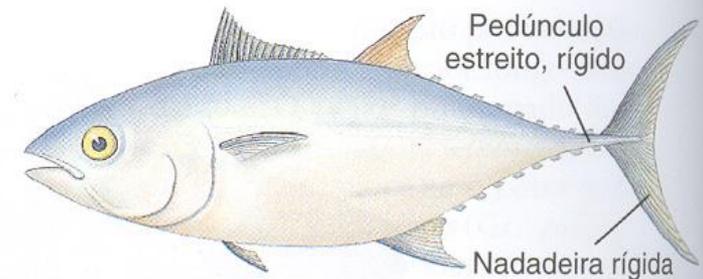


Fig. 26.26

Atum azul mostrando as adaptações para natação veloz. Poderosos músculos no tronco tracionam a estreita haste caudal. Como o corpo não se curva, toda a força vem da rígida cauda em forma de foice.

- **Tubarões** e outros peixes (**atum**) não possuem VG e precisam **nadar constantemente** para permanecer na coluna d'água. As nadadeiras ajudam na manutenção da posição e direcionamento do movimento.

Adaptações Estruturais e Funcionais dos Peixes

- **Respiração:** As brânquias são os órgãos mais eficientes para extrair o oxigênio ambiente que qualquer outra estrutura no reino animal. Na água há menos que 1/20 do oxigênio presente no ar.
- O **opérculo** (tampa) **protege** os brânquias e atua como um **sistema** bombeador da água da cavidade oral para as **brânquias**

Adaptações Estruturais e Funcionais dos Peixes

- **Brânquias** são compostas por filamentos finos cobertos por delicado tecido epidérmico que se dobra formando **lamelas**. As lamelas são ricamente vascularizadas, permitindo íntimo contato do sangue com a água. A **água** passa num **fluxo contrário** ao **sangue**, maximizando as trocas gasosas.

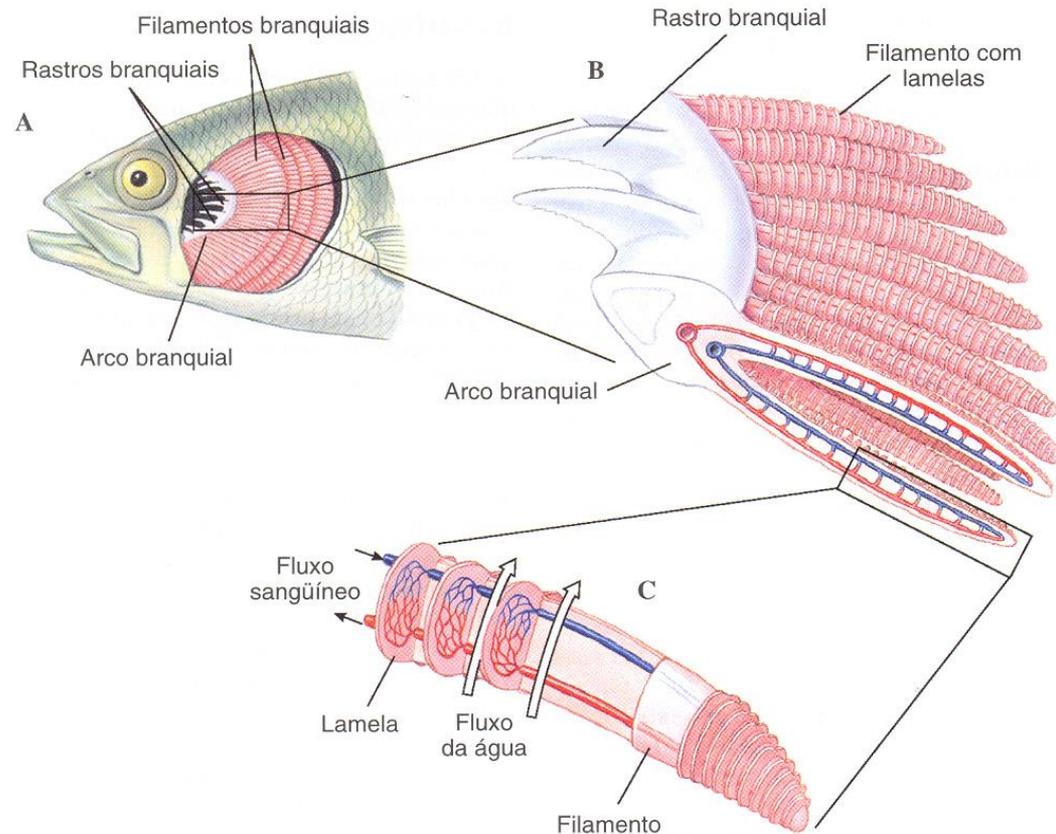


Fig. 26.28

Brânquias de um peixe. A tampa protetora de cobertura das brânquias (opérculo) foi removida (A) para expor a câmara branquial contendo as brânquias. Há quatro arcos branquiais de cada lado, cada um contendo numerosos filamentos. Uma porção do arco branquial (B) mostra os rastos branquiais que se projetam para a frente para filtrar alimento e detritos e os filamentos branquiais que se projetam para trás. Um único filamento branquial (C) é dissecado para mostrar os capilares sanguíneos dentro das lamelas septadas. A direção do fluxo d'água (*grandes setas*) é oposta à direção do fluxo sanguíneo.

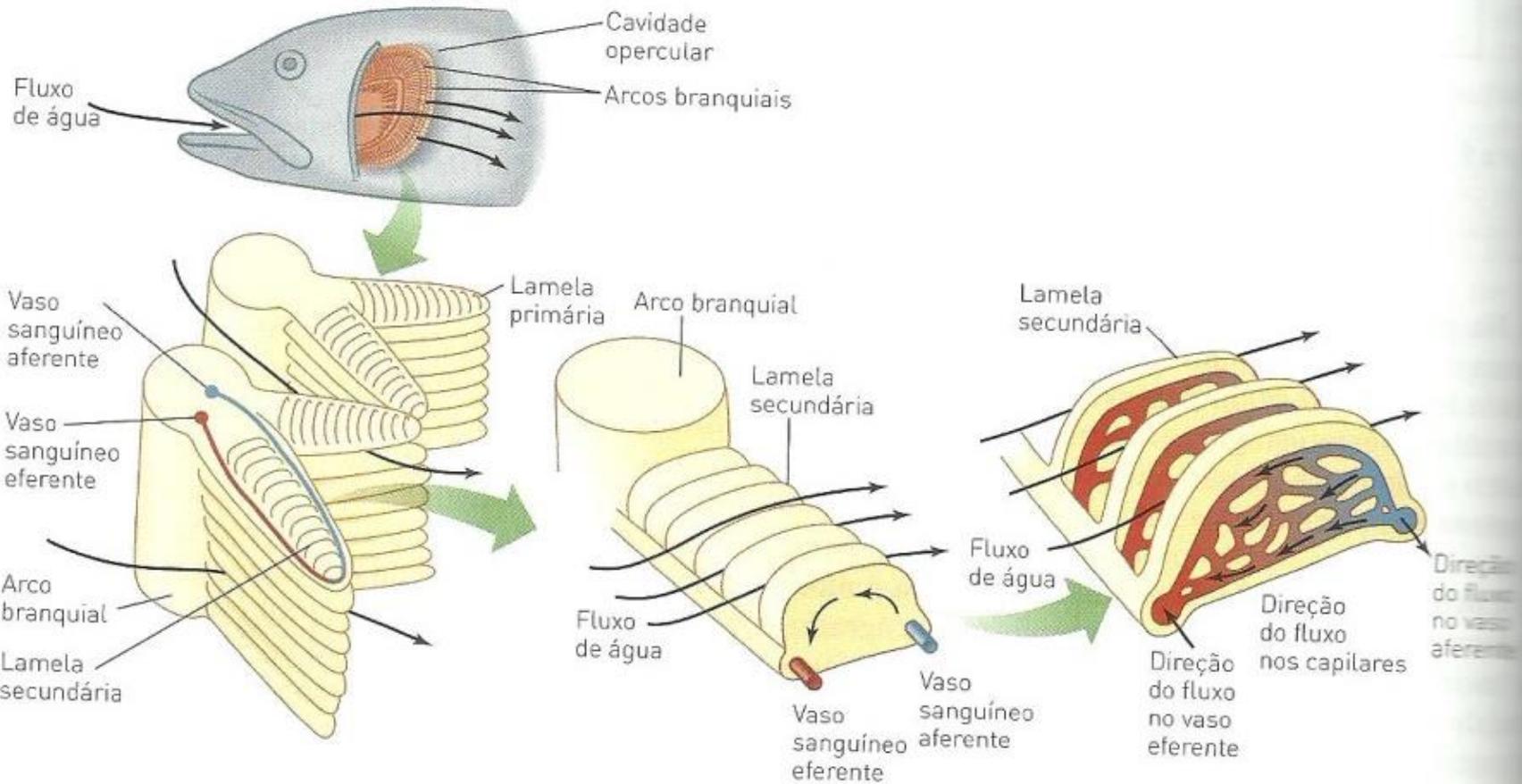
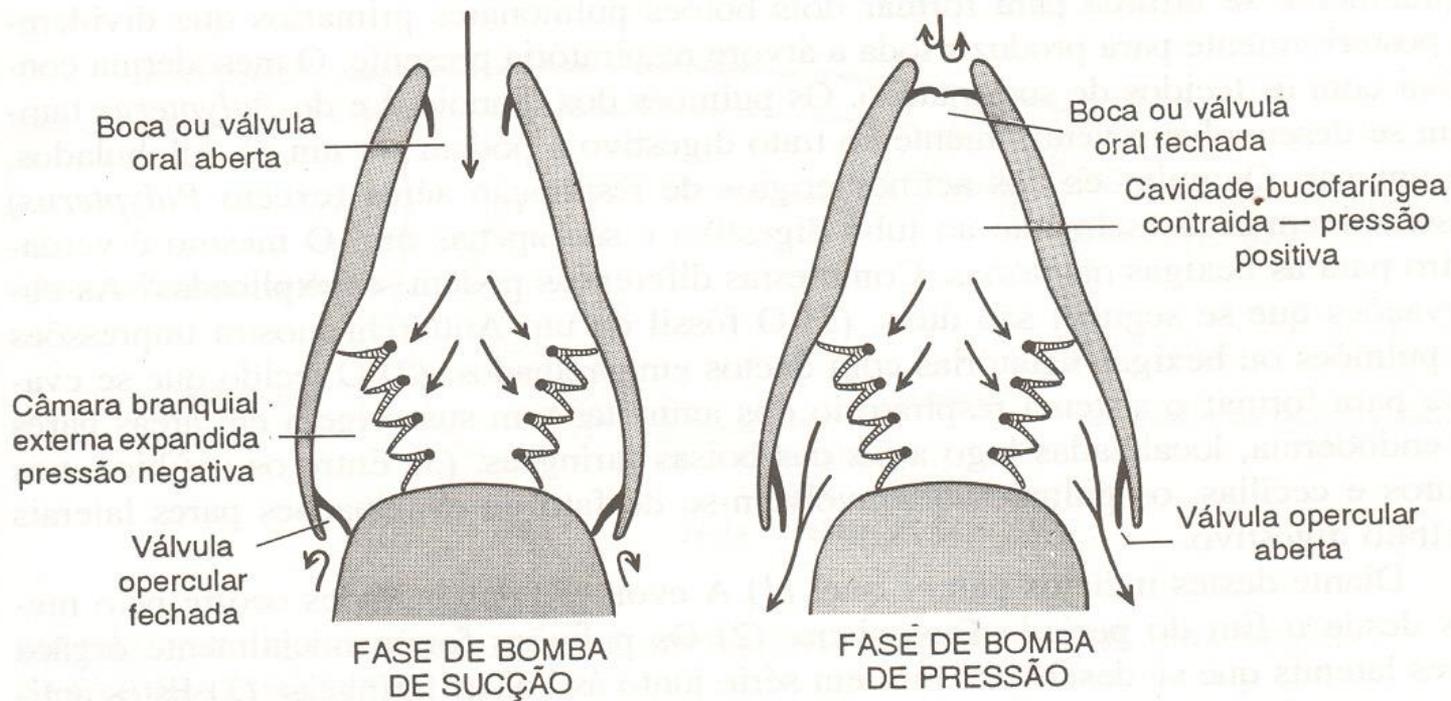
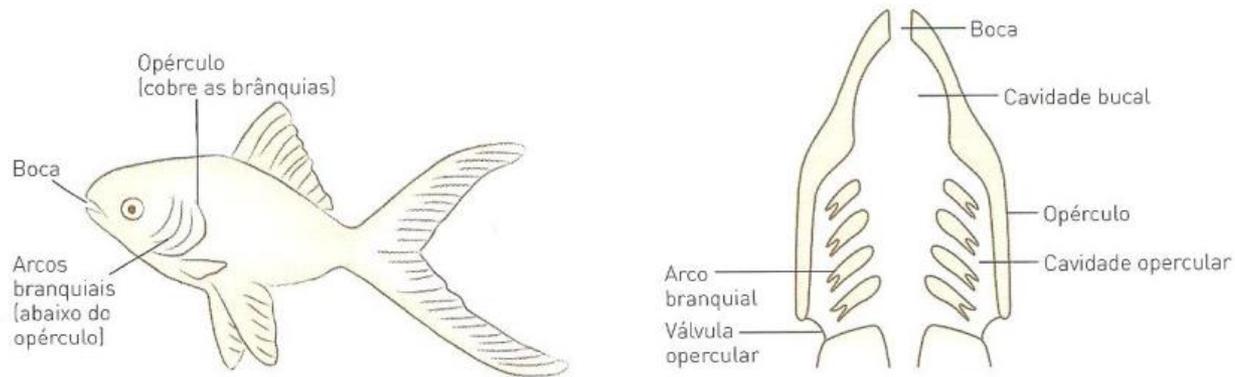


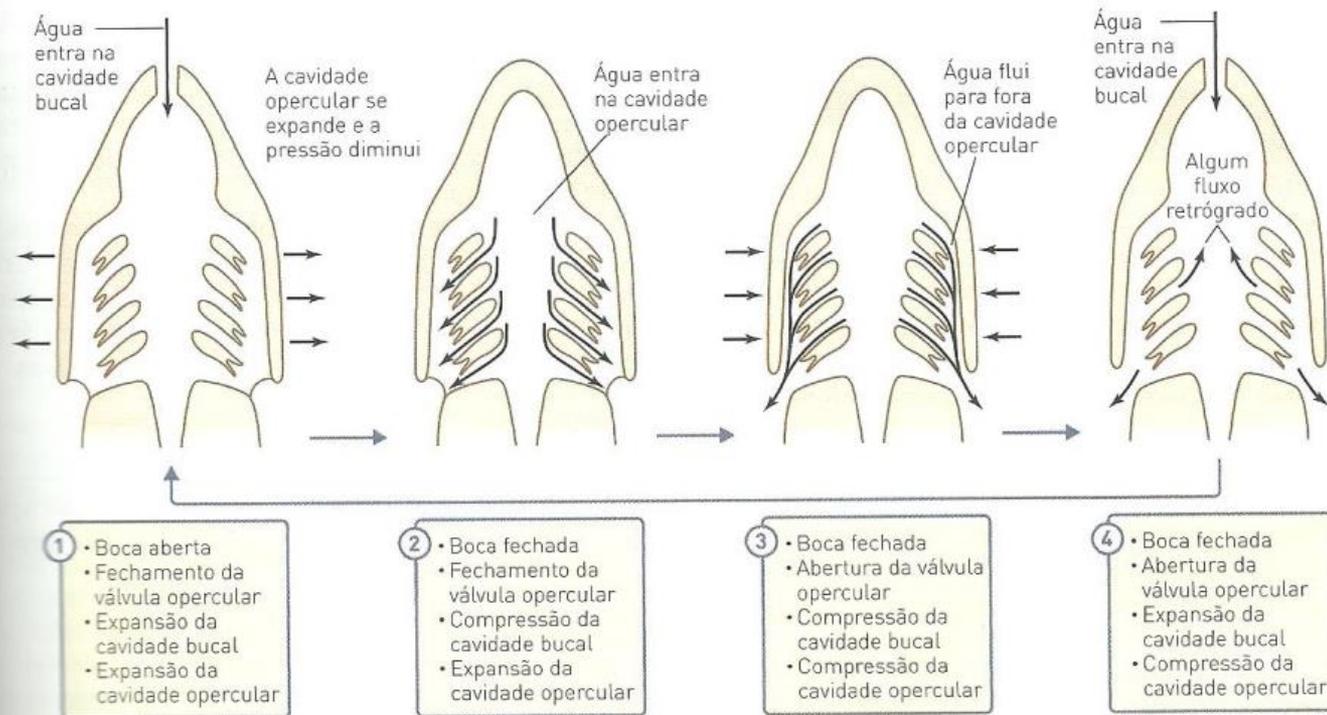
Figura 9.14 Estrutura de uma brânquia de um teleósteo.



- Ação de **bombeamento** nas cavidades oral e opercular cria uma **pressão positiva** através das brânquias.
- Peixes **pelágicos** (atum, cavala, espadartes, tubarões etc), são nadadores velozes e obrigatórios, nadam de boca aberta, criando uma **ventilação forçada** pelas brânquias.



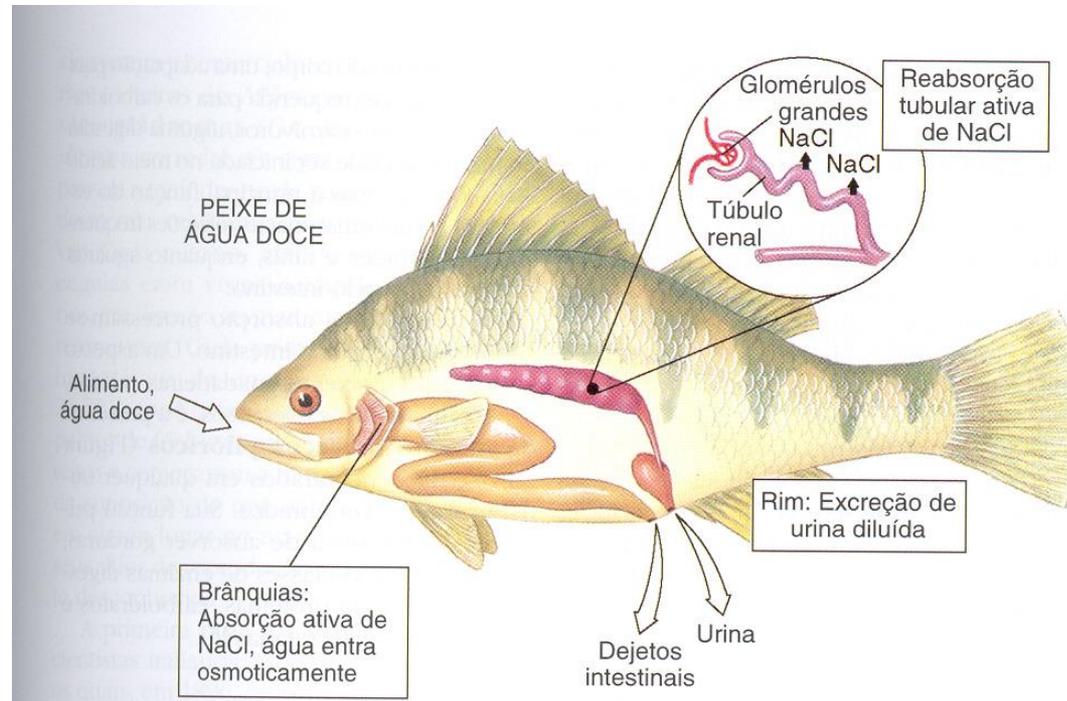
[a] Peixe teleósteo [vista lateral e corte horizontal]



[b] Ciclo ventilatório dos teleósteos

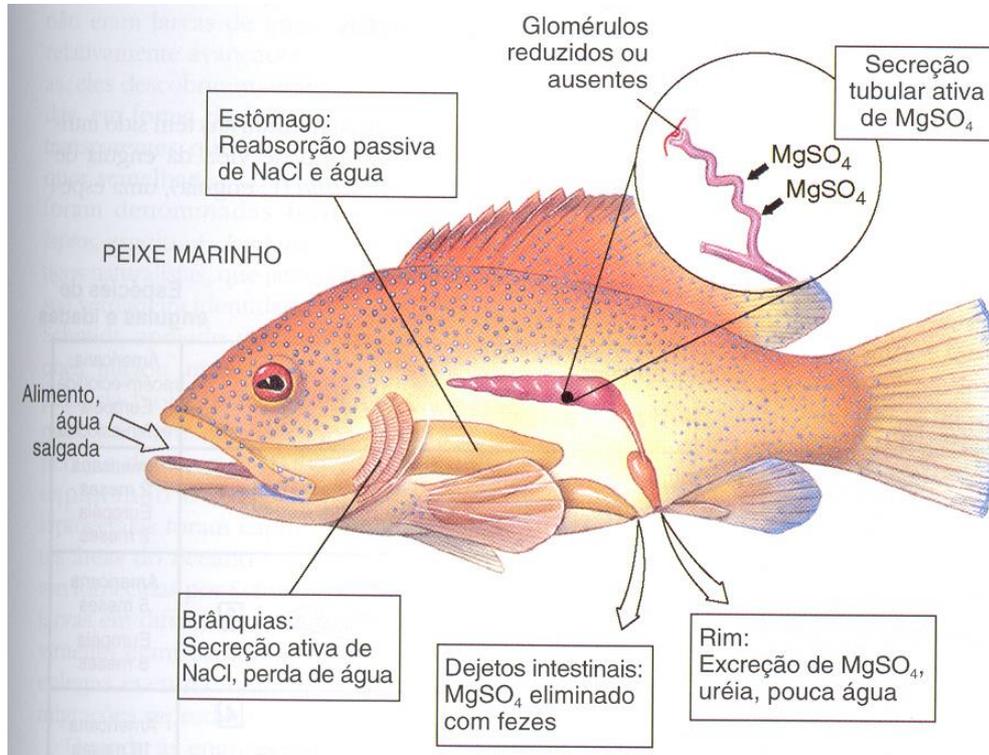
Figura 9.13 Sistemas respiratórios de peixes teleósteos. (a) As brânquias de um peixe teleósteo estão localizadas dentro da cavidade opercular, embaixo de uma fina cobertura chamada de opérculo. (b) Os peixes teleósteos usam uma bomba bucal-opercular que assegura um fluxo unidirecional e praticamente contínuo através das brânquias.

Adaptações Estruturais e Funcionais dos Peixes



- **Regulação Osmótica** em **peixes** de **água doce**: água é mais diluída que o sangue dos peixes \Rightarrow **água tende** a entrar por osmose e **sais tendem a sair** (brânquias). Conseqüentemente, peixes quase não bebem água mas produzem muita urina diluída e possuem **células absortivas** de sais no epitélio branquial.

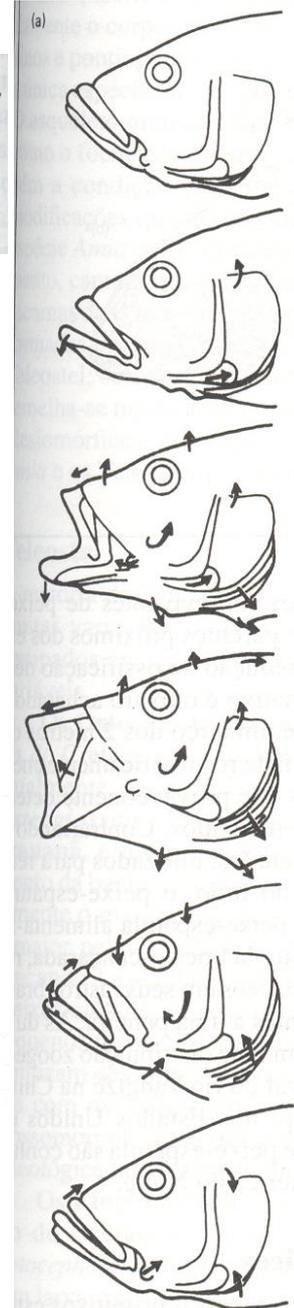
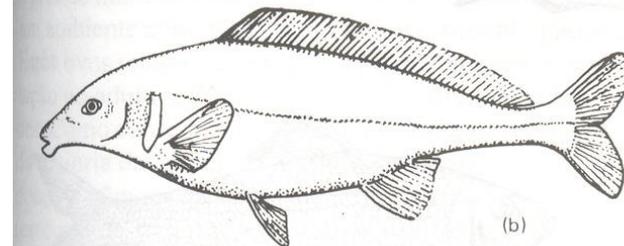
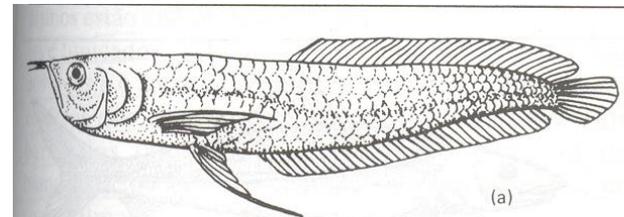
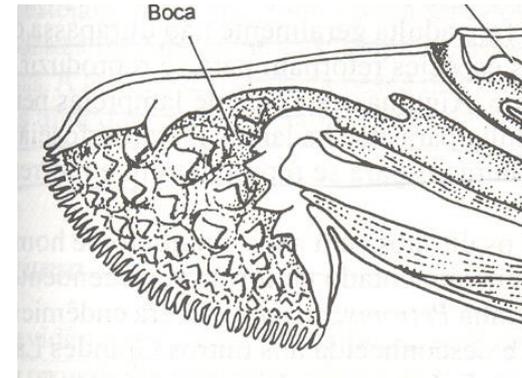
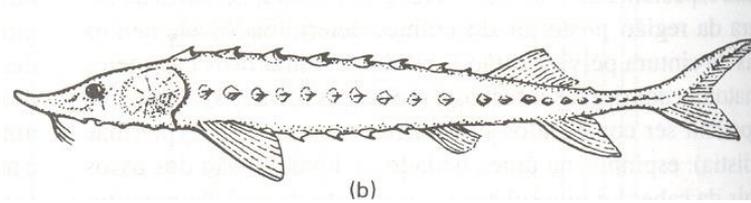
Adaptações Estruturais e Funcionais



- **Regulação Osmótica em peixes marinhos:** água é menos diluída (mais concentrada) que o sangue dos peixes \Rightarrow **água tende a sair** por osmose e **sais tendem a entrar** (brânquias). Para compensar peixes bebem água do mar e eliminam o excesso de sais por: (1) **células secretoras de sais** no epitélio branquial e (2) via das **fezes e urina** concentrada.

Adaptações Estruturais e Funcionais

- **Comportamento alimentar:** peixes gastam a maior parte de sua energia se alimentando ou procurando alimento. Maior parte dos peixes são **carnívoros**. Muitos **herbívoros**, **filtradores**, **omnívoros** (itens animais ou vegetais), **detritívoros** ou **parasitas**. Desenvolveram **adaptações** para cada hábito alimentar.







Tipos de Reprodução

- **Reprodução sexos separados:** ovócitos e espermatozóides desenvolvem-se separadamente, nas fêmeas e nos machos. Nesse tipo de reprodução há varias modalidades
- **Ovulíparos:** a fecundação e o desenvolvimento embrionário são externos. **Ocorre na maioria dos peixes.**
- **Ovíparos:** fecundação é interna e o desenvolvimento embrionário externo (no ambiente). Ex. catingui
- **Ovovivíparos:** fecundação e o desenvolvimento embrionário internos (dentro do ovo, no corpo da mãe), sem participação do organismo materno na nutrição do embrião. Ex. *Hypsurus caryi*
- **Vivíparos** - fecundação e o desenvolvimento embrionário internos, com participação do organismo materno na nutrição do embrião. Ex. *Mustelus*

Adaptações Estruturais e Funcionais dos Peixes



Hypsurus caryi

ovovivípara

Reprodução do salmão do Pacífico

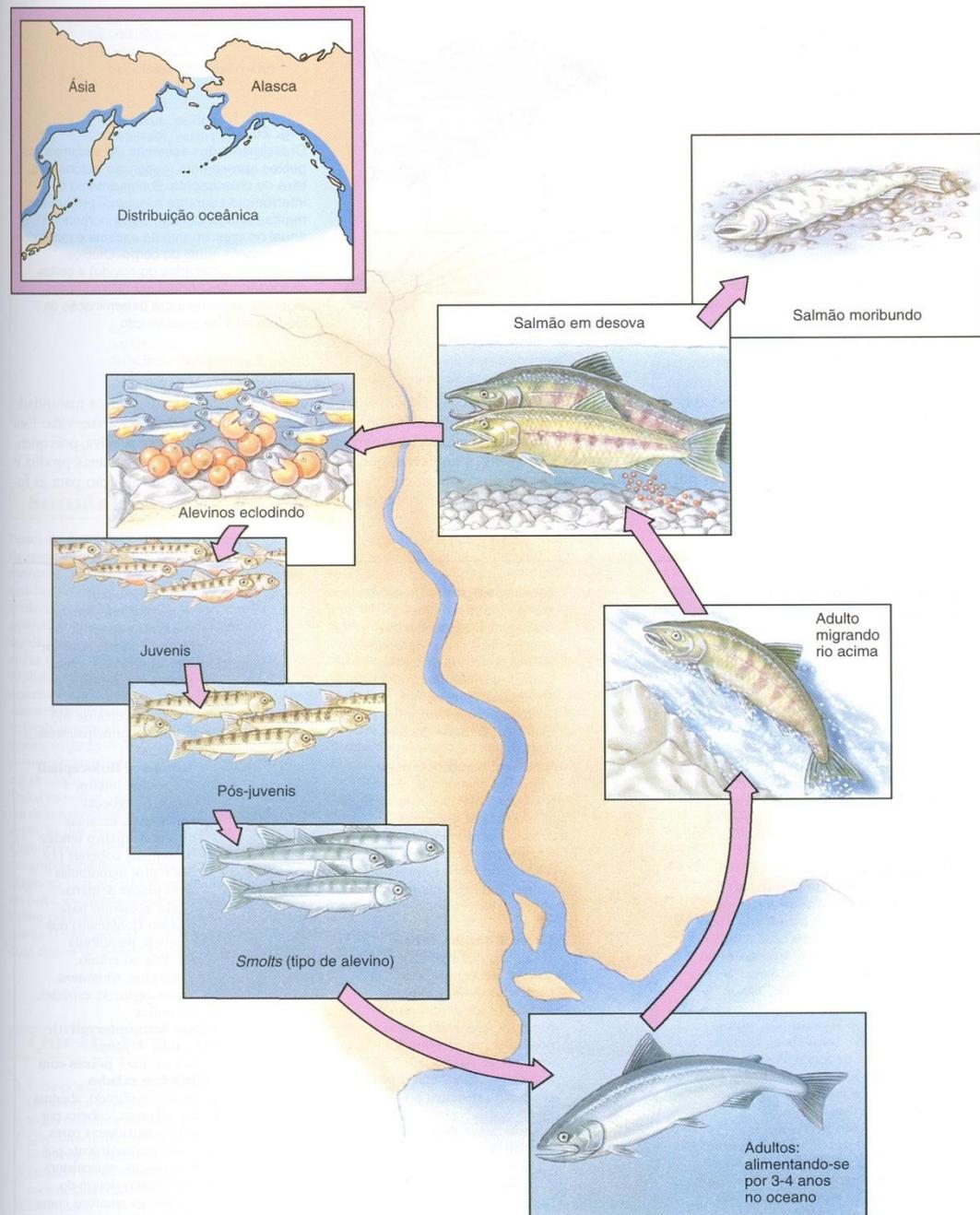


Fig. 26.36
Salmão do Pacífico em desova e desenvolvimento dos ovos e jovens.

Filo Chordata

Subfilo Vertebrata

Superclasse Agnata (feiticeiras e lampréias)

Classe Myxini (feiticeiras)

Classe Cephalaspidomorphi (lampréias)

Superclasse Gnatostomata (peixes mandibulados)

Classe Chondrichthyes (peixes cartilagosos)

Subclasse Elasmobranchii (tubarões, cações e raias)

Subclasse Holocephali (quimeras)

Classe Osteichthyes (peixes ósseos)

Subclasse Actinopterygii (peixes raios duros)

Subclasse Sarcopterygii (peixes com nad. lobadas)

Bibliografia

HICKMAN C.P.; ROBERTS, L.S & LARSON, A. 2004 Princípios Integrados de Zoologia. Guanabara Koogan Editora. 846p.

HILDEBRAND, M. 1995 Análise da estrutura dos vertebrados. Atheneu Editora São Paulo. 700p

POUGH, F.H., HEISER, J.B., Mc FARLAND, W.N. 1999 A vida dos Vertebrados. Ed. Atheneu São Paulo. 2ª Edição. 798p

MOYES, C.D. & SCHULTE, P.M. 2010 Princípios de Fisiologia Animal. 2ª.Ed. Artmed. 756p.

Sebben, A. 2013 Anatomia Comparativa de Vertebrados. Atlas Fotográfico: Cardiovascular e Respiratório. Brasília, DF, 118 p.