

# Aula Prática – Zoologia

## Filo Chordata

### Sub- Filo Vertebrata

### Superclasse Pisces

### Classe Osteichthyes

Os Osteichthyes, ou peixes ósseos, representam o maior grupo de vertebrados, tanto em número de espécies (mais de 23.600) como em número de indivíduos. Através a radiação adaptativa, eles desenvolveram uma enorme variação de formas e estruturas. Esses animais são abundantes em águas doces ou salgadas, em águas rasas ou profundas. Suas características mais marcantes são **escamas dermais, opérculo cobrindo a câmara branquial** em cada lado, **esqueleto ósseo, boca terminal, vesícula gasosa, nadadeira caudal homocerca** e dois pares de **nadadeiras medianas**.

## Estrutura Interna



Observe um peixe anestesiado e, depois de estudada sua anatomia externa, compare com o peixe vivo no aquário. O que sua estrutura pode dizer sobre seu hábito de vida?

O corpo do peixe é fusiforme, que lembra a forma de um torpedo. Ele é comprimido em algum dos planos? Identifique a cabeça que se estende até a parte posterior do opérculo. O tronco se estende até o ânus e a nadadeira caudal. Identifique as nadadeiras peitorais, pélvicas, dorsal e caudal (algumas espécies possuem ainda a nadadeira adiposa). Quantas nadadeiras de cada tipo o peixe possui? Quais delas são pares? Note os **raios ósseos** que dão suporte a membrana de cada nadadeira. Alguns dos raios são moles e outros duros (espinhosos). Como você esperaria que os raios duros ficassem se o peixe fosse ameaçado?

A nadadeira caudal é **homocerca** (gr. *Homos* = mesmo, *kerkos* = cauda), significando que a parte superior e inferior são iguais.

A **boca** é terminal. Peixes com boca superior, apontada para cima) usualmente se alimentam na superfície (ex. aruanã), enquanto aqueles com boca inferior são comedores de fundo (ex. carpa). Os **olhos** têm pálpebra? Pode essa espécie de peixe ter visão binocular? Porque? Na frente dos olhos um par de **narinas** abrem-se em um saco olfatório. A água entra no saco através da abertura anterior que possui um válvula em forma de *flap*, e sai através da abertura posterior. Os **ouvidos** estão localizados atrás dos olhos mas eles não são visíveis externamente. A **linha lateral** é uma linha que se estende ao longo da lateral do corpo do peixe, contendo poros ou tubos conectados com um longo canal tubular, abrigando órgãos sensoriais (**neuromastos**). Eles são sensíveis às mudanças de pressão e temperatura e , também respondem às correntes de água. Muitos desses órgãos sensoriais microscópicos são encontrados na pele .

Levante a cobertura das brânquias, ou **opérculo**, e estude essa estrutura. Ao longo da margem ventral do opérculo encontre a membrana suportada pelos raios ósseos. Essa membrana se ajusta contra o corpo para fechar a cavidade branquial durante os movimentos respiratórios. Com o auxílio de uma pinça, examine as **brânquias** embaixo do opérculo. Encontre o **ânus** perto da base da nadadeira anal e a pequena **abertura urogenital** posterior ao ânus. Note o arranjo das escamas.



Remova uma **escama** da linha lateral, coloque-a sobre uma gota de água numa lâmina e examine sob estereomicroscópio.


Qual é o tipo dessa escama (**ciclóide** ou **ctenóide**)? A parte anterior da escama, que fica imbricada na derme possui ranhuras mais ressaltadas. A parte posterior, ou livre, possui cristas concêntricas (*anulii* ou *criculii*) paralelos ao bordo da escama e sulcos radiais (*radii*) partindo de um foco central. Note as finas linhas concêntricas de crescimento. As escamas são cobertas por uma fina camada de epiderme que secreta muco sobre as escamas. Isso reduz o atrito durante o nado e ajuda a evitar a sua captura por um predador, além de proteger contra invasão de organismos patogênicos.

## Sistema esquelético


O esqueleto do peixe consiste de um **esqueleto axial** (que inclui os ossos do crânio, coluna vertebral, costelas e nadadeiras medianas) e um **esqueleto apendicular** (que inclui a cintura peitoral e nadadeiras peitorais e cintura pélvica e nadadeiras pélvicas).

## Sistema muscular

Mesmo possuindo músculos menos complexos do que os vertebrados terrestres, eles apresentam uma massa muscular maior em relação ao tamanho do corpo. A locomoção dos tetrápodes resulta da ação direta de músculos inseridos nos ossos dos membros; no entanto, a locomoção dos peixes é o resultado da ação indireta dos músculos segmentados – **miômeros** – na coluna vertebral, uma forma pela qual grande massa de músculo produz relativamente pequena ação. Esse tipo de movimento é eficiente no meio aquático, mas é muito menos eficiente na terra. Os miômeros (derivados dos miótomos embrionários) consistem de blocos longitudinais de fibras musculares dispostos lado a lado em cada lado do eixo central, a coluna vertebral. A sua contração, portanto, dobra o corpo e a ação é transmitida em ondas pelo corpo alternando em cada lado.


 Com a tesoura, corte os espinhos dos raios das nadadeiras para evitar acidentes. Faça uma incisão na base da nadadeira dorsal e remova a pele de um lado do corpo. Observe os miômeros.

Os miômeros têm forma de um W em disposição horizontal, e ficam agrupados. Um septo horizontal de tecido conjuntivo divide a musculatura em **músculos** dorsal ou **epaxial** (gr. Epi = acima e axis = eixo, ou coluna vertebral) e ventral - **hipoaxial** (gr. *Hypo* = abaixo e *axis* = eixo, ou coluna vertebral)). Posteriormente, ambos os músculos epaxial e hipoaxial são ativos na locomoção; mas, anteriormente, o músculo hipoaxial serve mais para a sustentação das vísceras do que para a locomoção. Tente separar alguns dos miômeros e observe a direção das fibras musculares. Elas estão zig-zag como os miômeros aparentam? Ou estão horizontal ou verticalmente dispostas?


 Agora observe o nado do peixe no aquário e tente visualizar o uso dos músculos na locomoção. Qual a função das nadadeiras na locomoção?

A dissecação dos músculos individuais dos peixes é tarefa muito difícil e não será realizada nessa aula. Músculos que operam a mandíbula, opérculos e nadadeiras são freqüentemente chamados de acordo com sua função, como nos outros vertebrados, incluindo abductor, adutor, levantador etc.

## Cavidade bucal, faringe e sistema respiratório


 Remova o opérculo do lado esquerdo, expondo os **arcos branquiais**. Quantos arcos existem? Corte um arco branquial, coloque em uma placa de Petri com água e examine sob estereomicroscópio.

Note que os arcos branquiais originam-se na parte posterior ou aboral do arco branquial. Estão os **filamentos** arranjados em fileira única ou dupla? Estão presentes nos filamentos capilares derivados da artéria branquial que realizam as trocas gasosas. Os rastros branquiais, na superfície oral de cada arco branquial, retêm organismos e partículas alimentares, e oferece alguma proteção aos filamentos durante a passagem do alimento pela faringe.

 Faça uma incisão a partir da boca até parte mediana da cavidade branquial, expondo a cavidade bucal e a faringe.

Abra a boca e note as **fendas branquiais** na faringe. Na boca, localize os dentes (quando presentes!). Qual seria a função principal desses **dentes**? Atrás dos dentes nas maxilas superior e inferior encontre as **valvas orais**. Elas são membranas transversas que previnem o refluxo de água durante a respiração. Uma **língua** não flexível é suportada pelo osso hióide. As brânquias separam a **cavidade oral** da **cavidade opercular**.

O mecanismo de movimento de água através das brânquias envolve a ação combinada de bombeamento da cavidades oral e opercular – um sistema de bomba dupla. O volume da **bomba oral** (cavidade bucal) pode ser mudado pela elevação ou depressão da mandíbula e do assoalho dessa cavidade. O volume da **bomba opercular** (cavidade opercular) pode ser aumentado ou diminuído pelos músculos que abrem e fecham o opérculo. As valvas operculares fecham completamente os opérculos, prevenindo o retorno da água. A ação das duas bombas cria uma pressão diferencial que mantém um fluxo suave de água através das branquiais durante quase todo o ciclo respiratório.

 Agora observe os movimentos respiratórios do peixe no aquário até que você entenda a seqüência dos movimentos.

## Cavidade abdominal



Iniciando próximo ao ânus, e cuidando para não danificar os órgãos internos, faça um corte longitudinal na extremidade ventral do peixe, até a nadadeira pélvica. Mude a direção do corte (verticalmente) em direção à coluna vertebral e daí siga paralelamente à coluna e desça até o ânus. Isso possibilitará a abertura de uma “tampa” muscular, expondo a cavidade abdominal.

Você agora terá a **cavidade abdominal** exposta. Ela, conjuntamente com a **cavidade pericárdica**, que contém o coração, são denominadas de **cavidade celomática**. Como é chamada a fina e brilhante camada que reveste o celoma? Qual sua origem?

Provavelmente o primeiro órgão que você verá será o **intestino**, envolvido por uma gordura esbranquiçada. Remova cuidadosamente a gordura para seguir o trato digestivo anteriormente. Encontre o **estômago**, dorsal e à vezes à esquerda do intestino. Anteriormente ao estômago fica o **fígado**, vermelho escuro. O **baço** é escuro, localizado entre o fígado e intestino. As **gônadas** estão na parte dorso posterior da cavidade. A **vesícula gasosa** é encontrada dorsalmente a esses órgãos. Ela é alongada e apresenta uma parede delgada. Tome cuidado para não perfurar a vesícula gasosa ou vasos sanguíneos. Os **rins** estão localizados dorsalmente à vesícula gasosa e serão vistos posteriormente.

**Trato digestivo** - Introduza a pinça na boca do peixe forçando sua abertura e evidenciando o **esôfago** no final da faringe. Agora levante o fígado e siga o percurso do esôfago até o estômago, que apresenta forma sifonal. A larga **porção cárdica** do estômago é seguida posteriormente por um saco cego (**porção cecal ou fúndica**), que por sua vez é seguido de uma curta **região pilórica** que se abre do mesmo lado que a porção cárdica. O conteúdo estomacal se esvazia pela **válvula pilórica** no **duodeno**, que apresenta forma de S na região proximal do intestino.

Em algumas espécies são observados **cecos pilóricos** que se abrem na porção proximal do duodeno, perto da válvula pilórica. Siga rebatendo e removendo o intestino até o **ânus** (livre-o dos tecidos conectivos e da gordura visceral). Note o suprimento de vasos sanguíneos no **mesentério**. O **pâncreas** é, em geral, um órgão indistinto, ficando disperso ao redor do duodeno, ou inserido no tecido hepático (formando um hepatopâncreas). O **fígado** é grande e lobado, com a **vesícula biliar** localizada abaixo do lobo direito. A bile é drenada do fígado por túbulos até a vesícula biliar, que, por sua vez, se abre através de vários ductos no duodeno na região dos cecos pilóricos.

Abra o estômago e remova seu conteúdo. Lave com água e examine sua parede interna. Como você imagina que a superfície estomacal pode ser aumentada? Corte e abra e examine a válvula pilórica. Abra uma parte do intestino, lave-a e examine a parede interna no estereomicroscópio. Qual o tipo de músculo você esperaria encontrar no intestino?

**Vesícula gasosa (VG)** -A VG é longa, brilhante, fina (mas resistente) que preenche grande parte da cavidade corporal, dorsalmente aos órgãos viscerais. Em alguns peixes, os fisóstomos (ex. pacu, matrinxã), ela se conecta com o canal alimentar (esôfago). Na parede ventral anterior procure a região da **glândula de gás** (de difícil visualização), que contém uma rede de capilares e a **rete mirabilis** que tem função na secreção de gás, especialmente liberando oxigênio dentro da vesícula, quando em situação de aumento da pressão. Peixes fisóclistos (ex. perca) apresentam também a **válvula oval** na superfície dorsal posterior, ligada a uma rede de capilares que atuam na remoção do oxigênio da VG, em condições de diminuição da pressão ambiental.

A VG funciona como um tanque de flutuação ou órgão hidrostático que ajusta a gravidade específica do peixe às várias profundidades. Assim, os peixes estão sempre com flutuação neutra. Você pode pensar nas desvantagens desse tipo de sistema de flutuação?

**Sistema reprodutor** - Os **sexos** são **separados** mas é difícil a distinção deles externamente. Os **ovários** duplos são alongados e ficam localizados posteriormente ao estômago, abaixo da VG e dorsalmente ao intestino. O tamanho dos ovários varia sazonalmente, sendo maior na primavera, antes do período de desova, nos peixes reofílicos (que realizam a piracema, nado contra a correnteza). A posterior do ovário faz papel de **oviduto**, transportando os óvulos para o **poro urogenital**, localizado posteriormente ao ânus. Nos machos, dois **testículos** alongados estão conectados à VG pelo mesentério. Eles aumentam de tamanho antes do período reprodutivo e são pequenos durante os meses de inverno. O **ducto espermático** (ducto deferente) corre ao longo de uma prega longitudinal em cada testículo e se unem posteriormente e se estendem até o **poro genital**, logo após o ânus.

**Sistema excretor** - Os **rins** são massas pares que ficam dorsalmente à parede corporal e se estende ao longo de todo o comprimento do abdome, acima da VG (ficam justapostos à coluna vertebral). Os rins dos peixes

podem ser dos tipos **pronefros** e **mesonefros**. Os primeiros aparecem como rim embrionário até a fase larval, é freqüentemente chamado de rim cefálico, por causa de sua posição anterior. No adulto, ele perdeu sua função renal e é freqüentemente modificado em uma massa de tecido linfóide persistindo assim em muitos Teleósteos, durante toda a vida. A porção posterior dos rins segue ventralmente a parede corporal. A região posterior dos **ductos mesonefricos** pode se estender a uma curta distância dos rins a uma pequena **bexiga urinária** que encontra-se posteriormente entre a gônada e a VG. Na fêmea, a bexiga urinária se junta ao oviduto formando o **sinus urogenital**, que desemboca no **poro urogenital**. No macho, a bexiga se esvazia separadamente no **poro urinário**, ao redor pode conter uma pequena projeção externa da bexiga chamada de **papila urinária**. Nos machos os poros genital e urinário ficam próximos um do outro, posteriormente ao ânus.

## Sistema circulatório



Estenda a incisão da mandíbula para expor o coração. Aumente a abertura através da remoção de uma peça triangular da parede corporal em cada lado do corte.

**O coração** - A **cavidade pericárdica** é separada da cavidade abdominal pelo **septo transverso**. O septo **não é homólogo** ao diafragma dos mamíferos. O coração está localizado logo atrás das brânquias, protegido por uma membrana, o pericárdio.

O coração dos peixes é muitas vezes apresentado como um coração de duas câmaras; na verdade, é formado por quatro câmaras e é constituído de forma a permitir uma circulação simples: o sangue que retorna ao coração (não oxigenado) entra no **sinus venoso**, de onde passa para a **aurícula (átrio)**, depois para o **ventrículo** e para o **bulbo arterioso** e então é propulso às brânquias, para a aeração.

O sinus venoso é um saco de paredes finas, que recebe o sangue não oxigenado. O sinus venoso abre-se cranio-ventralmente, por um orifício, no átrio. Um esfíncter muscular e duas válvulas geralmente compostas de endocárdio e miocárdio regulam a entrada de sangue no átrio, e impedem sua volta.

O átrio, muitas vezes denominado aurícula, é uma cavidade ímpar, de parede um pouco mais musculosa que a do sinus. A cavidade atrial é espaçosa e comunica-se com o ventrículo por um orifício átrio-ventricular, com duas a seis válvulas, dependendo da espécie de peixe.

O ventrículo é a parte do coração verdadeiramente contrátil. Sua parede muito espessa é formada de uma camada muscular externa cortical e outra interna esponjosa. A contração do ventrículo (**sístole**) ejeta o sangue para o **bulbo arterioso**, que apresenta com musculatura lisa e fibras elásticas. Quando o ventrículo contrai, a pressão sangüínea aumenta e essa pressão é transmitida ao bulbo arterioso. Daí, quando o ventrículo relaxa (**diástole**) a pressão alta persiste no bulbo e serve para manter o fluxo sangüíneo contínuo para a **aorta ventral**. Uma série de válvulas entre o bulbo e o ventrículo impede o retorno do sangue durante o período de diástole.

**Sistema arterial** - Do bulbo arterioso o sangue flui pela curta aorta ventral. Esse tronco bifurca-se anteriormente em quatro pares de **artérias branquiais eferentes** (nos arcos branquiais) e evoluem para uma série de capilares nas lamelas dos filamentos branquiais. O sangue então oxigenado é coletado pelas **artérias branquiais eferentes** que se juntam formando a **aorta dorsal**.

A aorta dorsal é o maior vaso distribuidor de sangue no sistema circulatório dos peixes. Ramos da aorta dorsal suprem o coração, a musculatura corporal, vesícula gasosa, e todos os órgãos internos. Observe que a circulação nos peixes é um **circuito simples**. Todo o sangue que deixa o coração passa por duas séries de capilares: os capilares branquiais e os dos órgãos corporais. Com a evolução dos pulmões nos vertebrados tetrápodes, a circulação sangüínea ficou drasticamente alterada passando a um **circuito duplo**, com separação do circuito pulmonar do circuito sistêmico.



**Ao término dessa aula, vocês devem estar habilitados para identificar as estruturas externas e internas dos peixes e descrever suas funções.**

### Bibliografia

Hickman Jr, C.P.; Hickman, F.M.; Kats, L.B. Laboratory Studies in Integrated Principles of Zoology. Tenth Edition. Mc Graw Hill. 2001

Godinho, H.M. Considerações sobre anatomia dos peixes. In: Poluição e Piscicultura. Notas sobre Poluição, Ictiologia e Piscicultura. Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguaí. Faculdade de Saúde Pública. USP e Instituto de Pesca, S.A. 1970.