

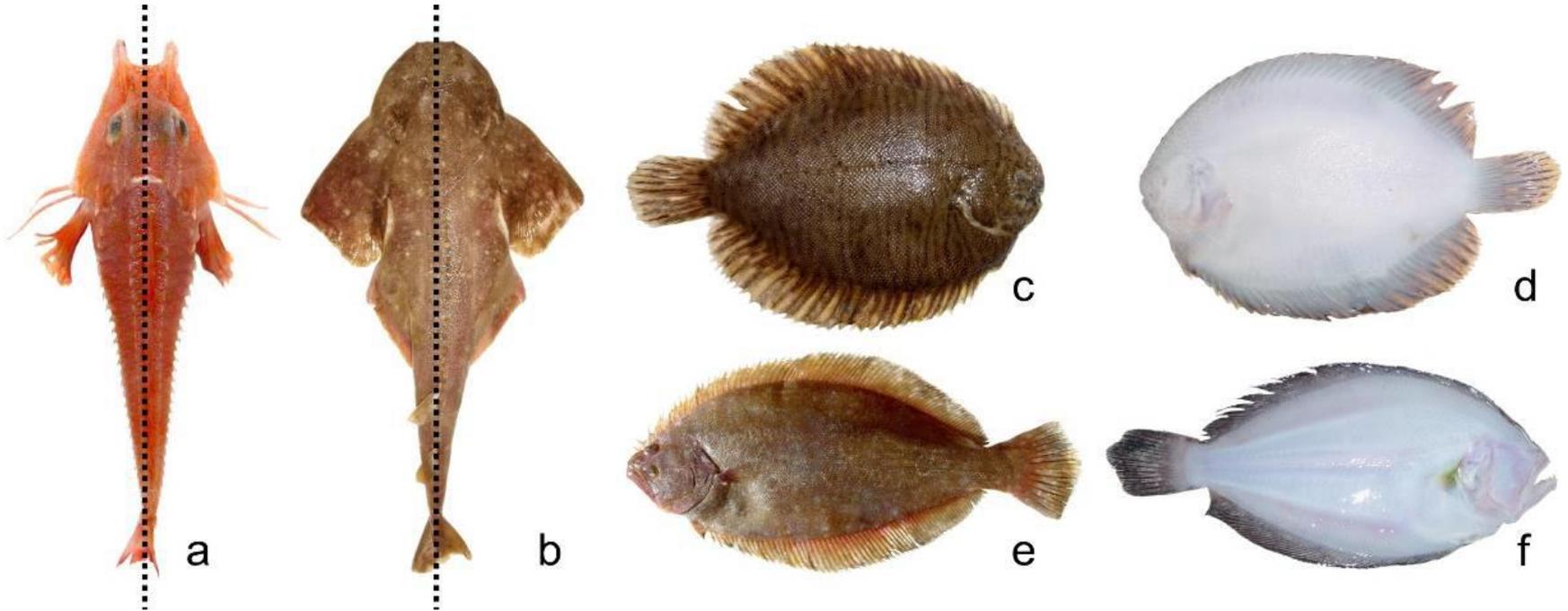
Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD
Faculdade de Ciências Agrárias – FCA
Zootecnia

Piscicultura

Anatomia externa de peixes

Prof. Dacley

32.500 sp.  Diferenças nas formas anatômicas

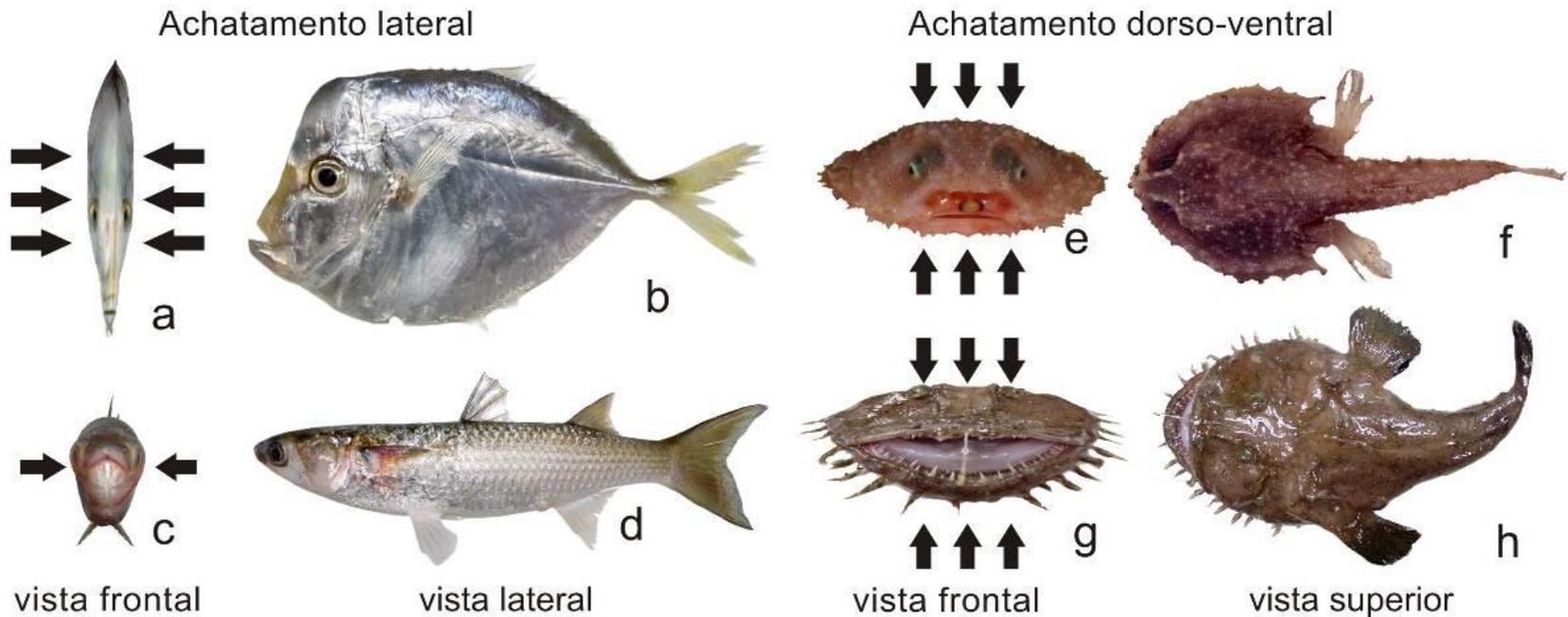


Peixes geralmente apresentam simetria bilateral (ou seja, os lados direito e esquerdo são iguais). Com algumas exceções.

Peixes com simetria lateral em vista superior: (a) *Peristedion*; (b) *Squatina*. Peixes assimétricos em visão lateral, linguados *Catathyridium garmani* em vista lateral direita (c) e esquerda (d); linguado-vermelho *Paralichthys patagonicus*, visão lateral esquerda (e) e direita (f).

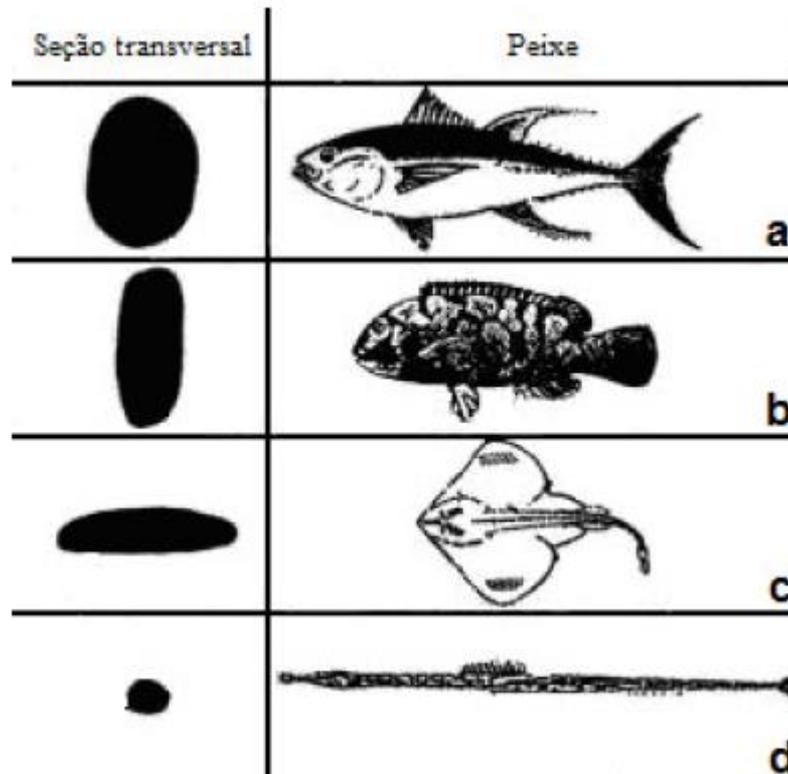
Fonte: Benvenuti e Fiscer (2011).

- Como peixes são tridimensionais
 - O formato é diferente quando visto de frente, de cima e em vista lateral.



Exemplos de diferentes graus e direções de achatamento do corpo dos peixes. Achatamento lateral: a-b) peixe-galo (*Seiurus vomer*); c-d) tainha (*Mugil lisa*); Achatamento dorso-ventral: e-f) peixe-morcego (*Dibranchius atlanticus*); g-h) peixe-sapo (*Lophius gastrophysus*).

Fonte: Benvenuti e Fiscer (2011).



Correlação entre formato do corpo e seção transversal. Cada formato induz um tipo de nado, e os seguintes peixes ilustram como exemplo: a, atum (*Thunnus*); b, bodião-de-pinta (*Tautoga*); c, raia (*Raja*); d, peixe caximbo (*Syngnathus*). FONTE: THE EDUCATION PROGRAM AT THE NEW JERSEY MARINE SCIENCES CONSORTIUM, 2009.

Formato anatômico mais comuns

- Fusiforme (corpos alongados, com as extremidades mais estreitas que o centro. São os peixes mais hidrodinâmicos. É a forma mais encontrada);

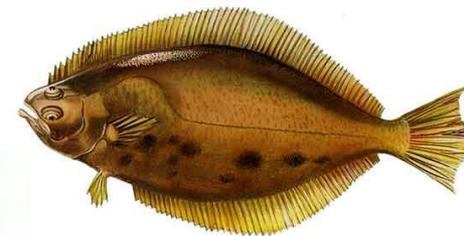


- Lateralmente comprimida (grande velocidade em pequenas distâncias);

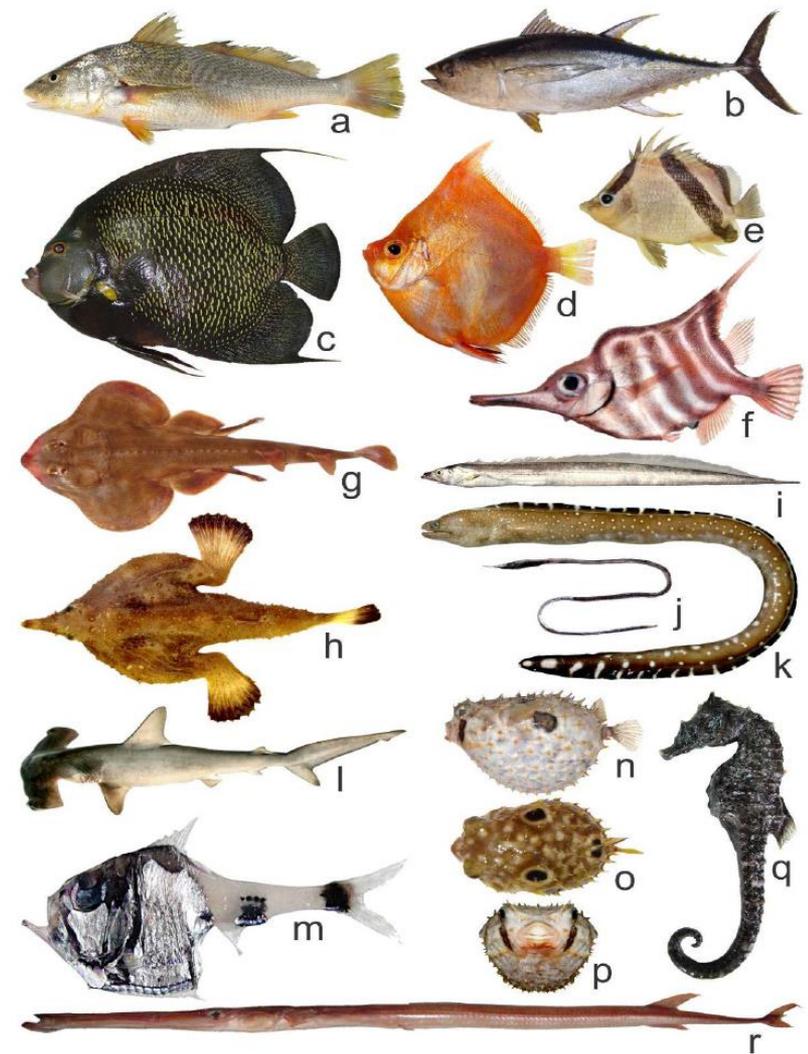


- Dorso ventralmente comprimida (nado similar ao vôo das aves);

- Anguiliforme (Nado similar ao das cobras).



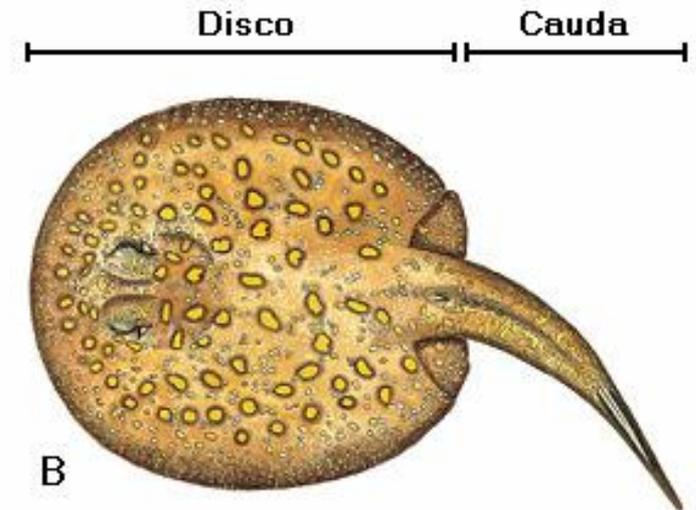
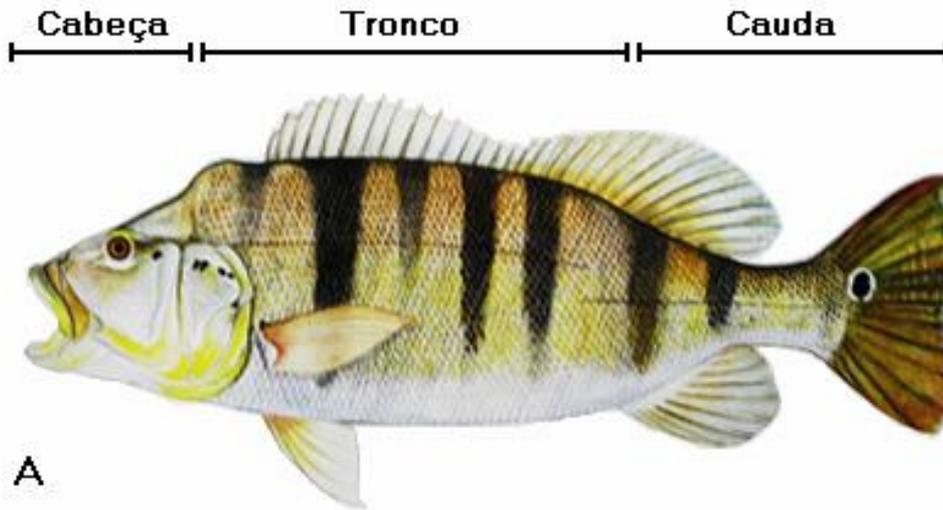
Outros formatos



Fonte: Benvenuti e Fiscer (2011).

Figura 4. Principais formas dos peixes: fusiforme: (a) corvina (*Micropogonias furnieri*), (b) atum (*Thunnus albacares*); achatado lateralmente: (c) paru (*Pomacanthus paru*), (d) Sem nome popular (*Antigonia capros*), (e) borboleta-de-profundidade (*Prognathodes guyanensis*), (f) peixe-sapo (*Lophius gastrophysus*) achatado dorso-ventralmente: (g) raia-viola (*Zapterix brevirostris*), (h) peixe-morcego (*Ocgocephalus vespertilio*); anguiliforme: (i) peixe-espada (*Trichurus lepturus*), (j) peixe-fita (*Serrivomer schimidti*), (k) moreia-pintada (*Gymnothorax conspersus*); globular: (n,o,p) baiacu-de-espinhos (*Cyclichthys spinosus*) em vista lateral, superior e frontal; outras formas: (l) tubarão-martelo (*Sphyrna zigaena*), (m) peixe-machado (*Argyropelecus aculeatus*), (q) cavalo-marinho (*Hippocampus* sp), (r) peixe-trombeta (*Fistularia petimba*).

Divisão do corpo dos peixes



Ilustrações de peixes representando duas possíveis morfologias gerais externas, e suas respectivas regiões do corpo. Em “A,” exemplar do peixe ósseo tucunaré (*Cichla sp.*).

Em “B”, observar exemplar de peixe cartilaginoso, uma raia (*Potamotrygon motoro*).

Ilustrações fora de escala.

Fonte: Jorge (2009)

Anatomia externa



Genital Papilla of Tilapia

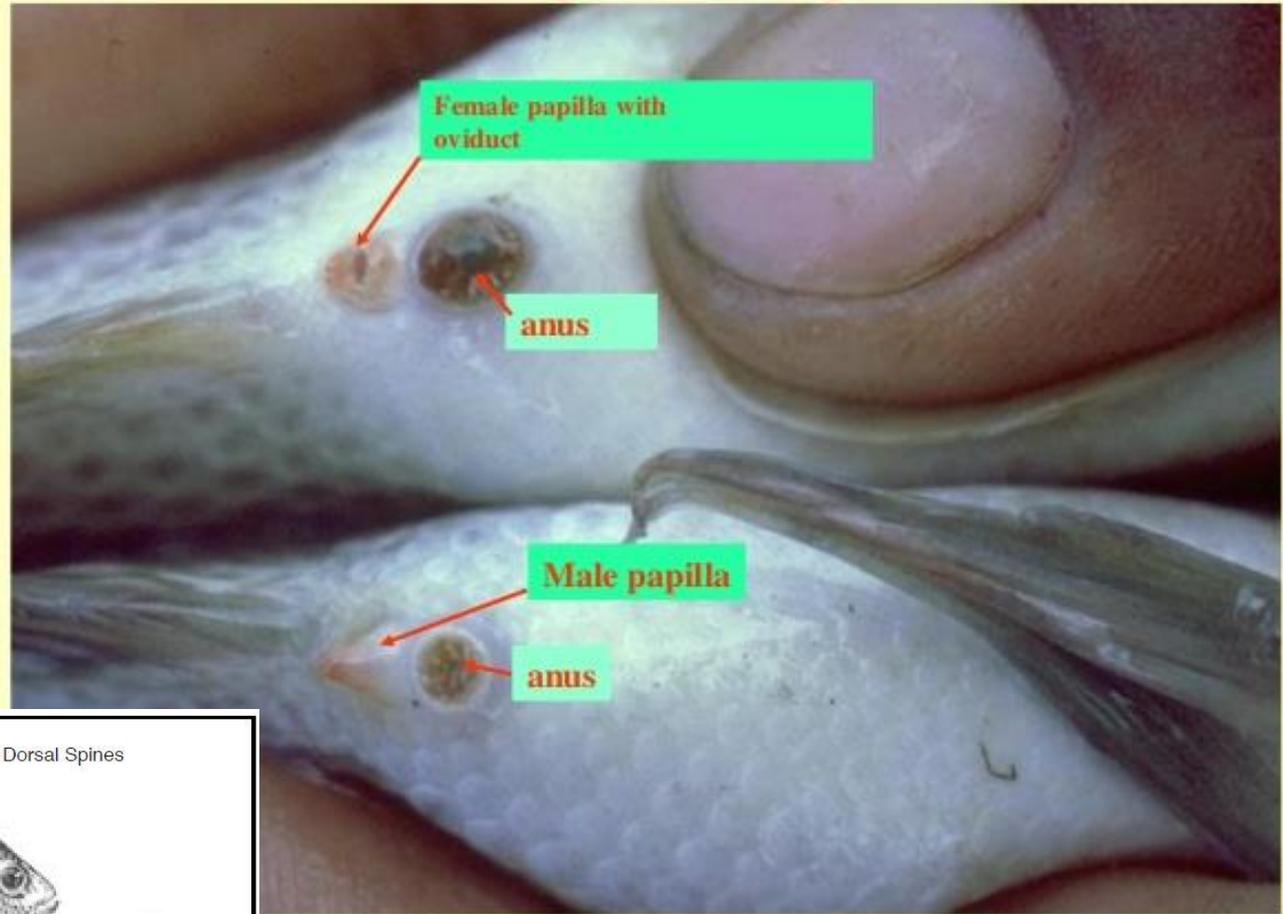
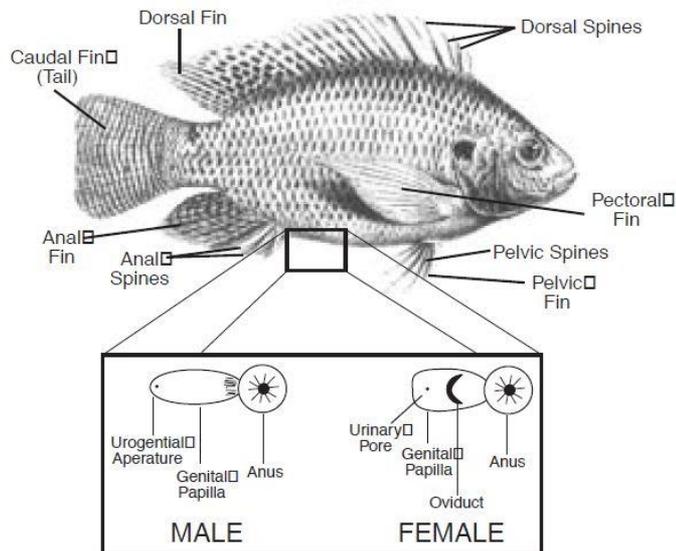


Imagem: Leonard Lovshin

Imagem: Popma e Masser



Não há escamas

Linha lateral

Nadadeira dorsal

Narinas

Opérculo

Olho

Boca

Nadadeira adiposa

Nadadeira anal

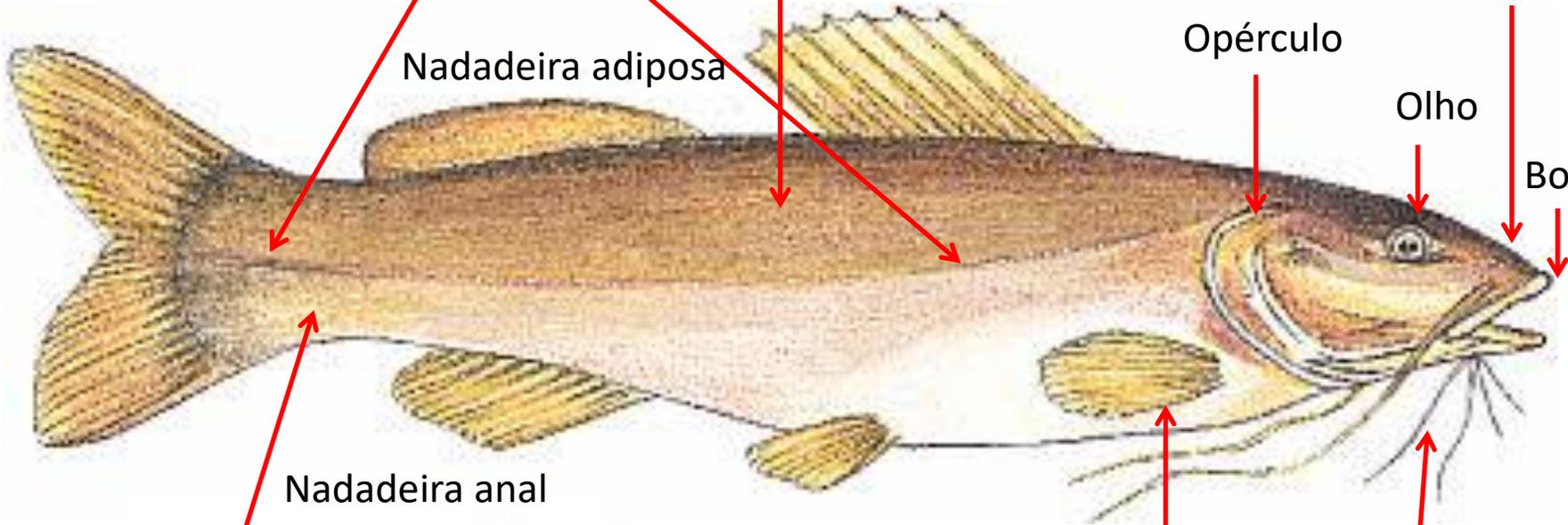
Nadadeira pélvica

Nadadeira peitoral

Barbilhões

Pedúnculo caudal

Nadadeira caudal



Revestimento corporal

- Peixes podem ser revestidos de escamas, pele ou placas ósseas
- Escamas:
 - São estruturas dérmicas, dispostas em fileiras longitudinais e diagonais;
 - Podem cobrir todo o corpo ou apenas algumas regiões;
 - Siluriformes apreseem o corpo nú;
 - Cascudos, armados e esturjões apresentam “escamas” primitivas, em formas de placas ósseas ou escudos ósseos.



Cyprinus carpio



Download from
Dreamstime.com

This watermarked comp image is for previewing purposes only.



ID 16524697

© Alexander Rathes | Dreamstime.com

Imagem: Google

- Modificadas em formas de placas ósseas

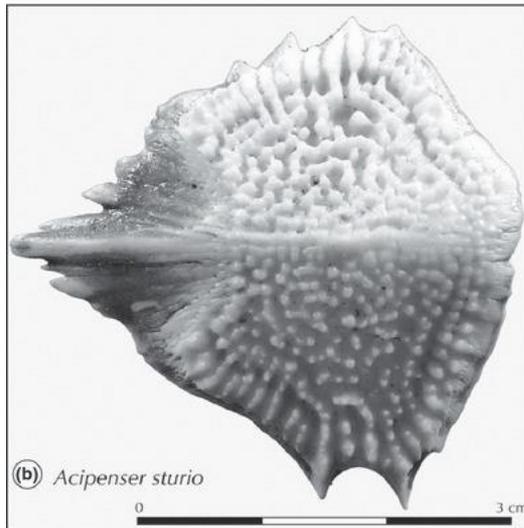
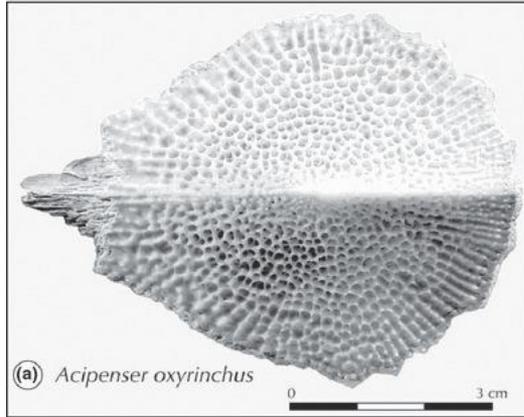
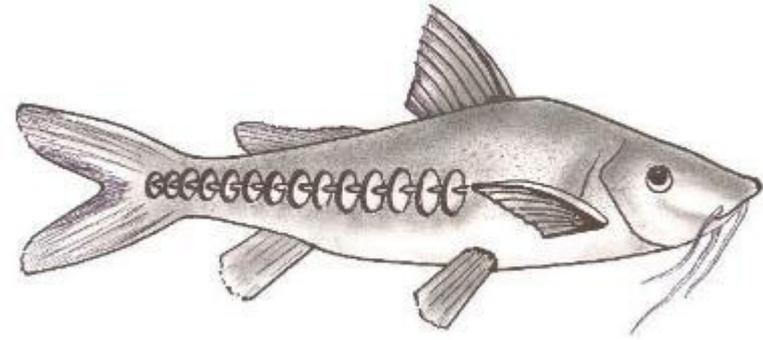


Rhinelepis aspera





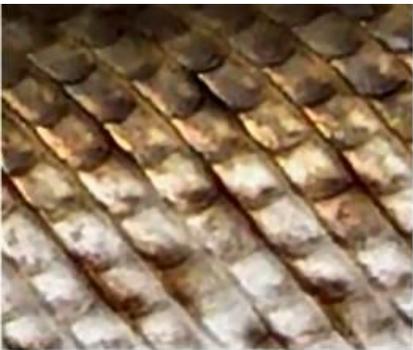
Imagens: Google



Acipenser spp.

Pterodoras granulosus

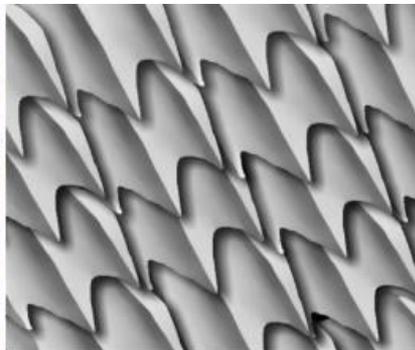
- As escamas dos peixes teleósteos se classificam em: ganóides, cosmóides e elasmóides (ciclóides e ctenóides);
- As escamas dos peixes cartilaginosos são as placóides.



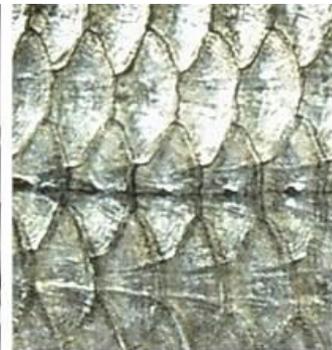
ganóide



cosmóide



placóide



ciclóide



ctenóide

- Cosmóides são descritas para os crossopterídeos antigos (peixes com nadadeiras lobadas);
- Ganóides é característica dos peixes primitivos com nadadeiras raiadas. Nos teleósteos modernos é restrito à *Acipenser* sp. Possuem formato rombóide (losango) e são comprimidas umas as outras.

Cosmóide



Ganóide



- Elasmóides (ciclóides e ctenóides) são as escamas mais comuns. São finas, transparentes, e podem se apresentar bastante variadas (circular, oval ou quadradas);
- Ciclóides: mais comuns nos grupos ancestrais dos peixes ósseos. Apresentam anéis de crescimento em forma de círculo
- Ctenóides: Na borda livre há pequenos espinhos.

Figura 1 – Características morfológicas de uma escama ciclóide (*Serrassalmus sp.*) e escama ctenóide (*Cicla sp.*).

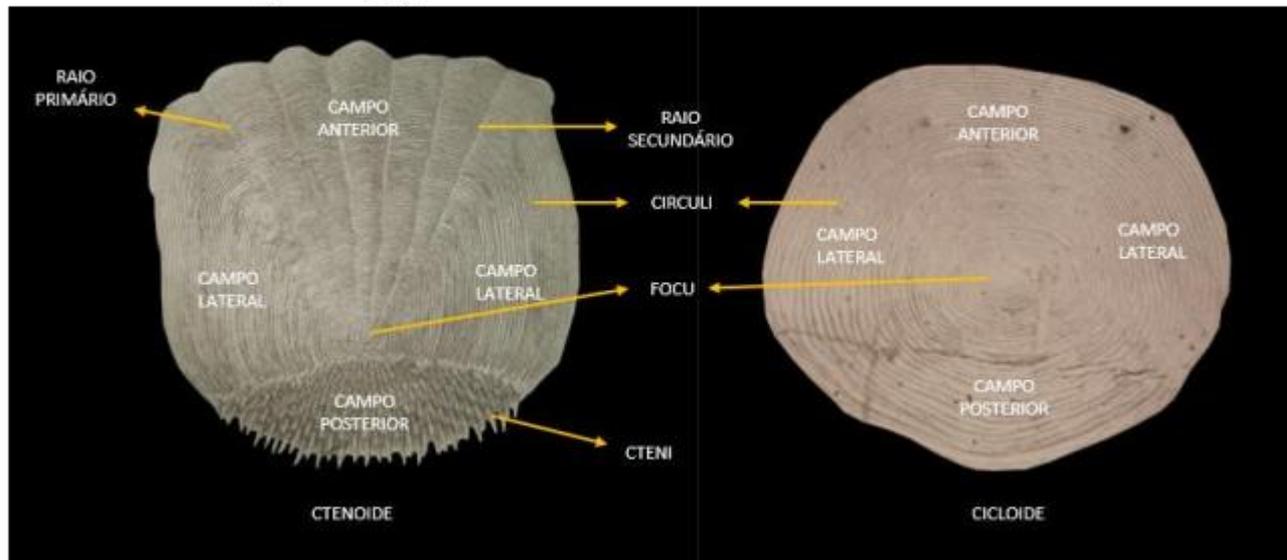
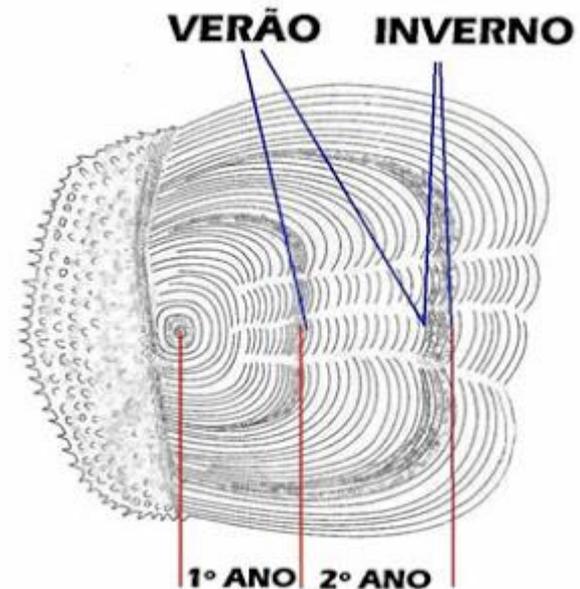
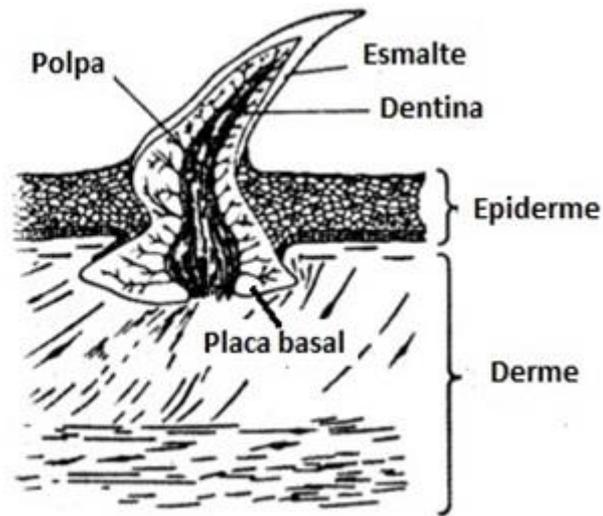
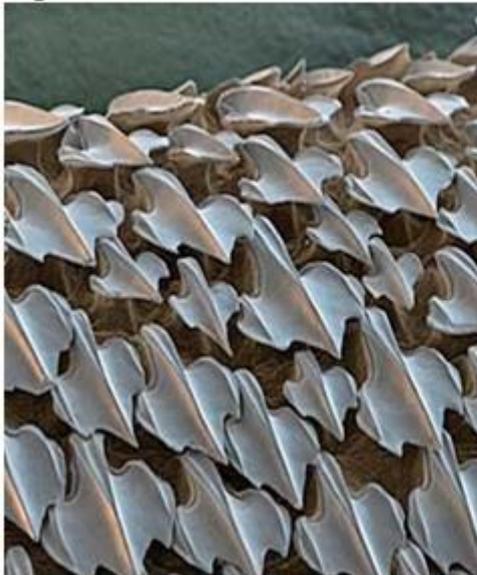


Imagem: Izabelle Mendes (2019)

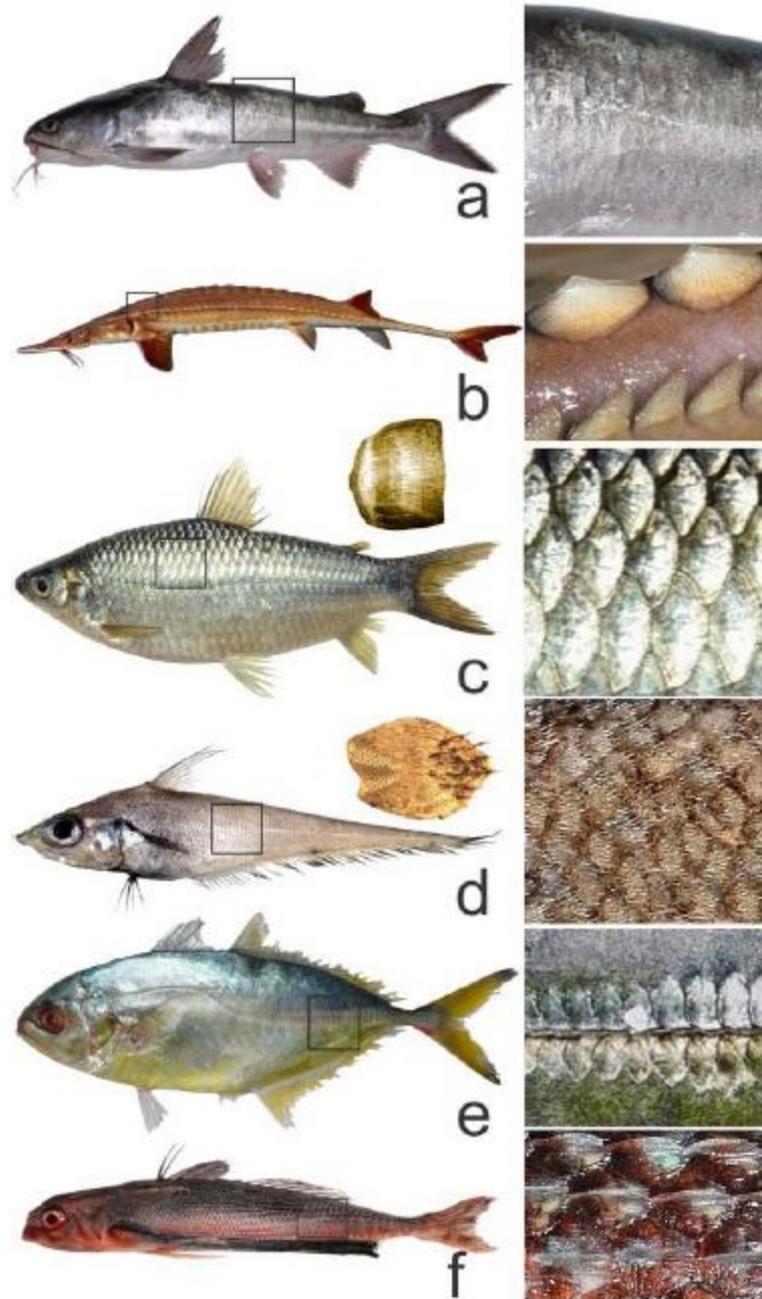
- Como crescem continuamente conforme os peixes crescem, as escamas são utilizadas para estimativa da idade.
- Formação de anéis de crescimento (período de deposição de Ca^{+} em virtude da parada do crescimento do peixe.



- Placóide: Encontrada em tuburões e raias. Essas escamas não aumentam de tamanho e são substituídas conforme o animal cresce.

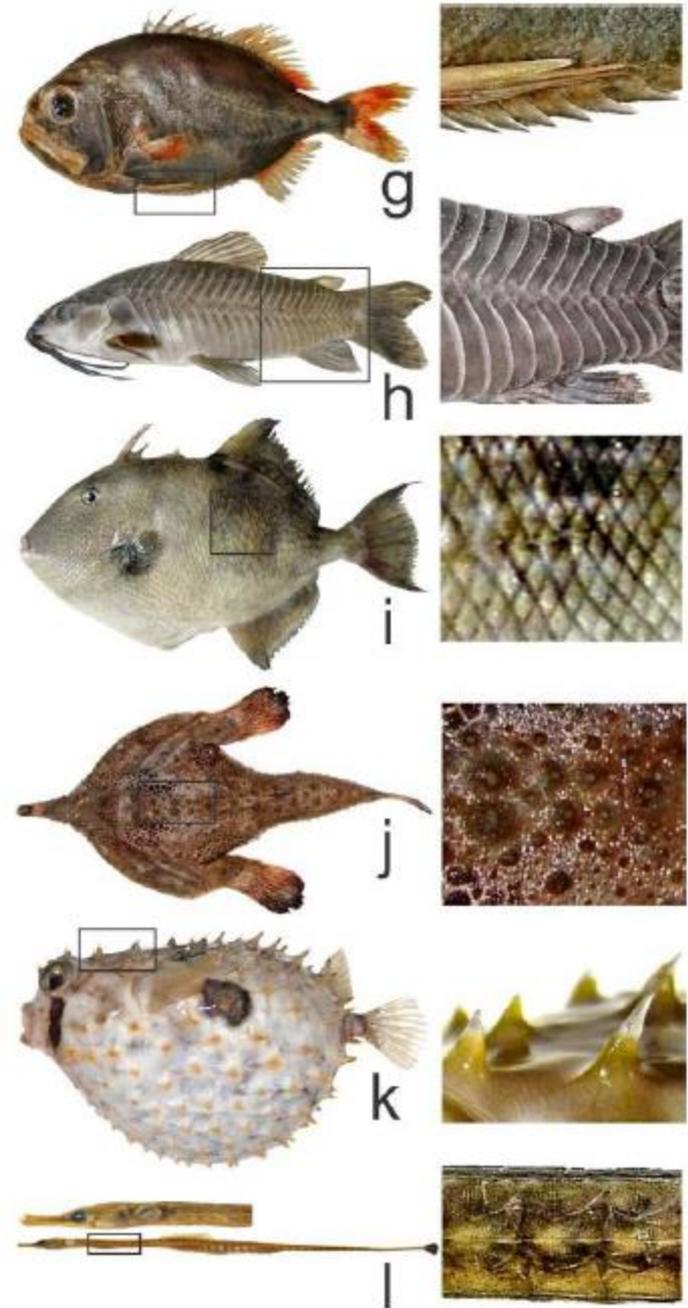


- Em geral, as escamas têm função de proteção e quando perdidas, não crescem novamente, salvo em alguns casos de lesão. Exceção são para as escamas placóides.
- Curiosidade: As escamas que ficam situadas sob a linha lateral apresentam pequenos orifícios (células sensoriais e terminações nervosas)



Exemplos de revestimentos nos peixes: (a) somente por **pele** em bagre (*Genidens genidens*); (b) **escamas ganóides** em esturjão (*Scaphyrhynchus suttkusi**), (c) **escamas ciclóides** em voga (*Cyphocarax voga*); (d) **escamas ctenóides** em peixe-rato (*Caelorinchus marinii*); (e) **escudos laterais** em xaréu (*Caranx hippos*); (f) **escamas em forma de escudos** no voador (*Dactylopterus volitans*);

(g) **escudos ventrais** em *Gephyroberyx darwinii*; (h) **placas ósseas** na cascuda (*Hoplosternum littorale*); (i) **placas retilíneas de escamas** no peixe-porco (*Balistes capriscus*); (j) **tubérculos ósseos** no peixe-morcego (*Ocgocephalus vespertilio*); (k) **espinhos ósseos** no baiacu-de-espinhos (*Cyclichthys spinosus*); (l) **séries de anéis ósseos formados por placas ósseas** no peixe-cachimbo (*Syngnathus folletii*).

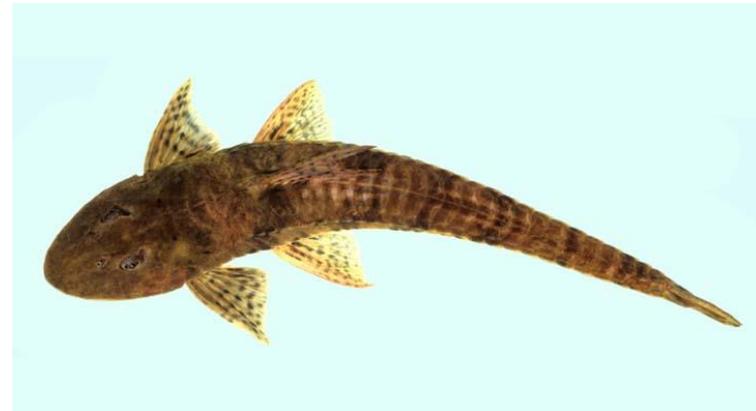
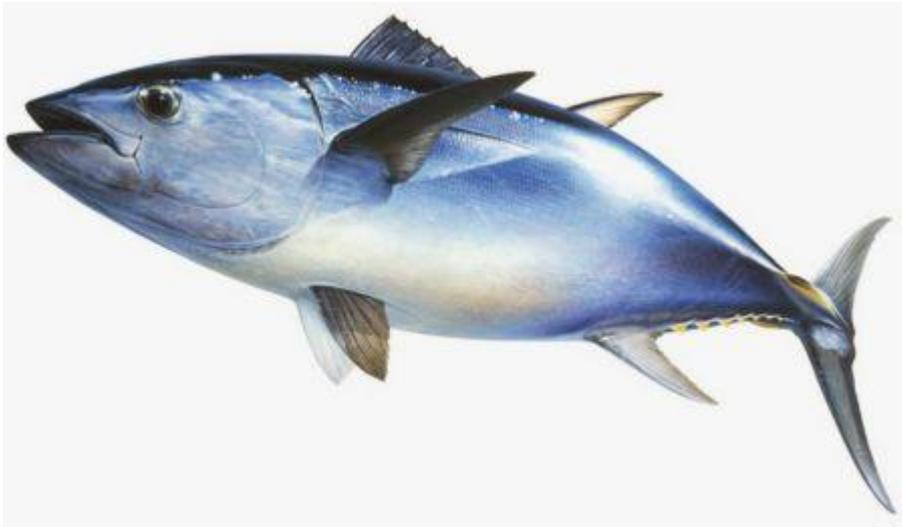


Nadadeiras

Peitorais; }
Pélvicas; } Nadadeiras pares
Dorsal (uma ou duas);
Anal (uma ou duas);
Caudal;
Adiposa.

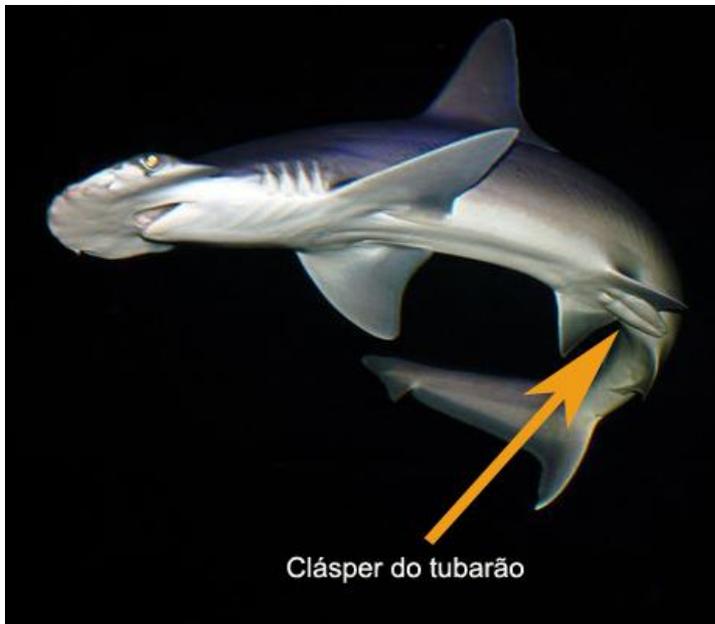
Nadadeira peitoral

- Responsável pelo movimento de subida e descida.
- Em alguns casos ajudam o peixe a fixar-se.



Nadadeira pélvica

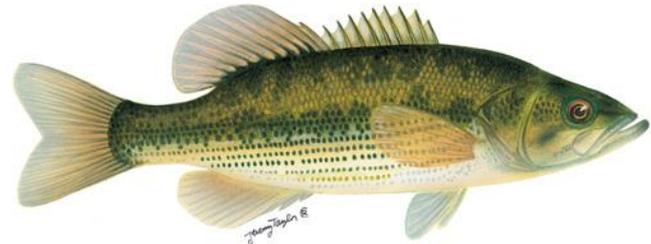
- Auxiliares das peitorais;
- Ausentes em algumas sp.



Mola sp.

Nadadeiras dorsal e anal

- Funcionam como uma quilha, dando estabilidade ao peixe.



Peixes ósseos



Nadadeira adiposa

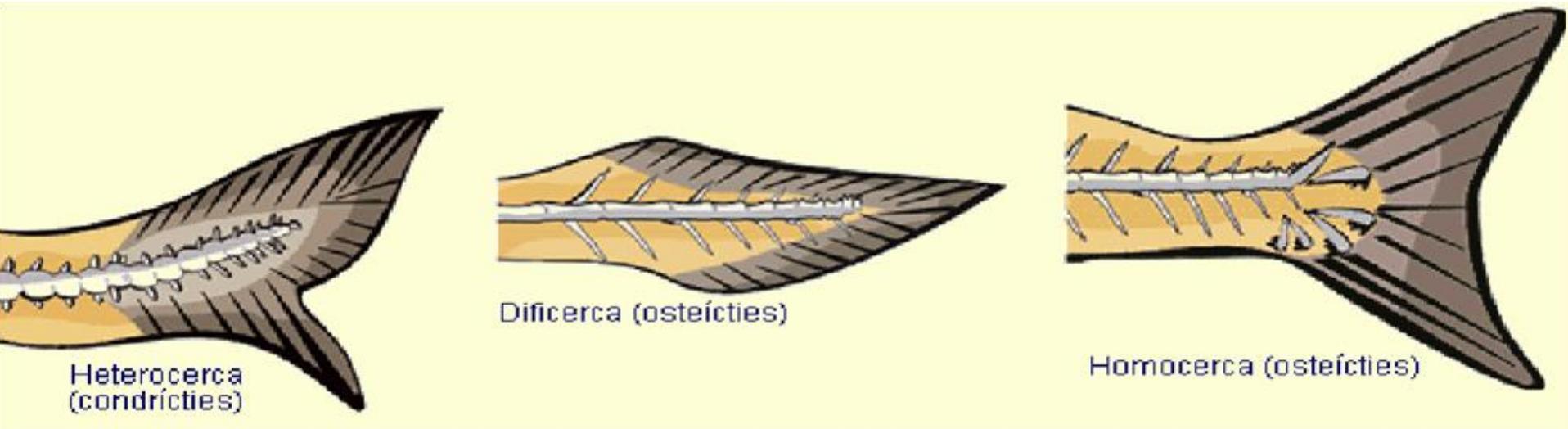
- ???



Nadadeira caudal

- Responsável pela propulsão;
- Diversas formas
 - Como relação a simetria óssea (homocerca, heterocerca e dificerca/protocerca)
 - Quanto relação a forma externa (pontudas, arredondadas, truncada, emarginada, furcada e lunada)

Quanto a simetria



homocerca

- Raios simetricamente dispostos e unidos a pequenos ossos presos à ultima vertebra.



Peixes mais evoluídos

heterocerca

- Lobos superior e inferior desiguais. A coluna vertebral se estende para o ramo superior da nadadeira caudal.

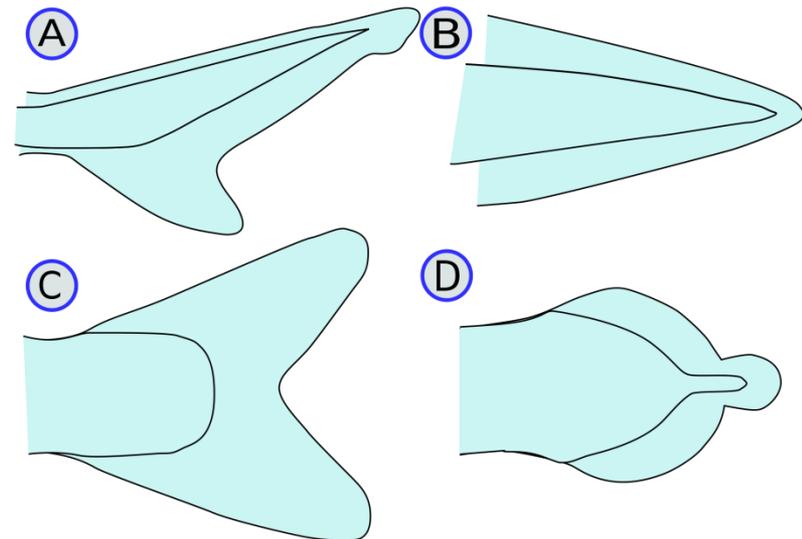
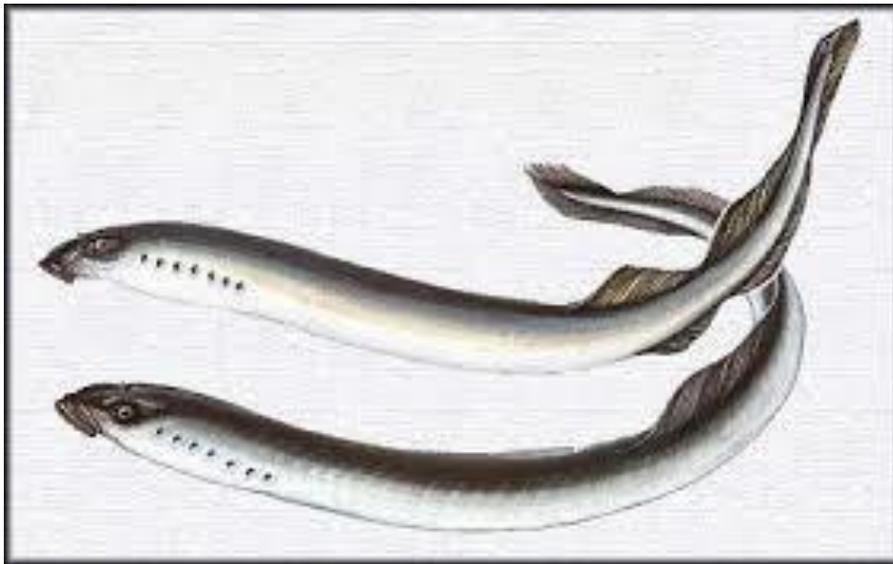


Imagem: Google

Acispencer sp.

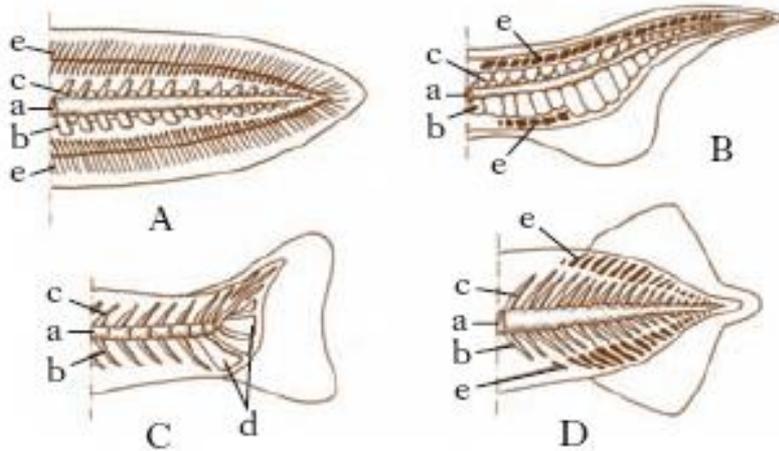
Protocerca

- Nadadeira primitiva. Contínua, arredondada, e estendem-se em linha reta até a extremidade posterior.



Dificerca

- Lembra a protocerca. São contínuas e fundidas com a nadadeira dorsal e anal.



Forma externa

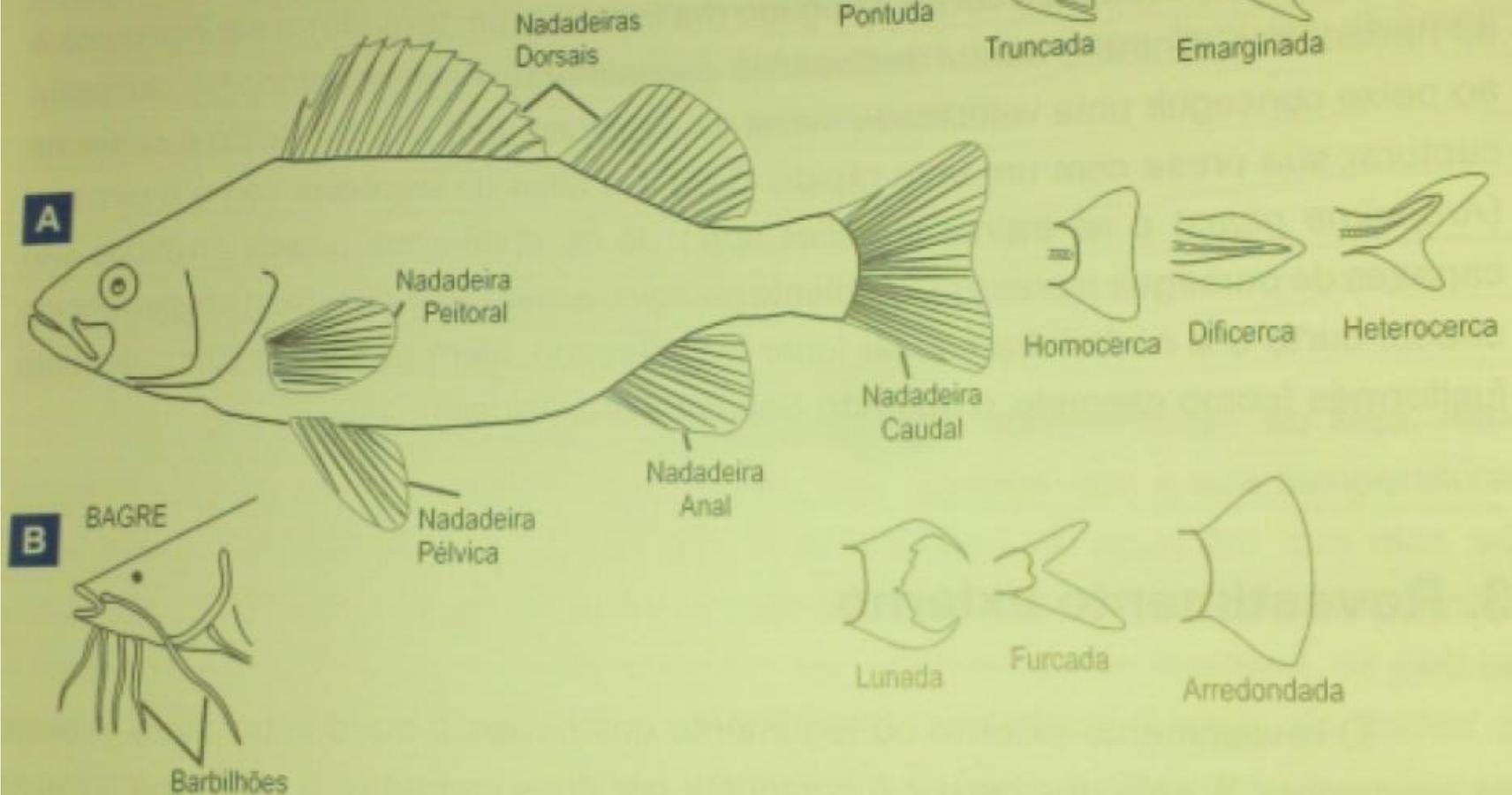


Figura 1. (A) Principais estruturas corporais de um peixe de escamas genérico fusiforme. (B) Barbilhões mentonianos e maxilares encontrados em algumas espécies de peixe. (C) Principais formatos de nadadeira caudal.

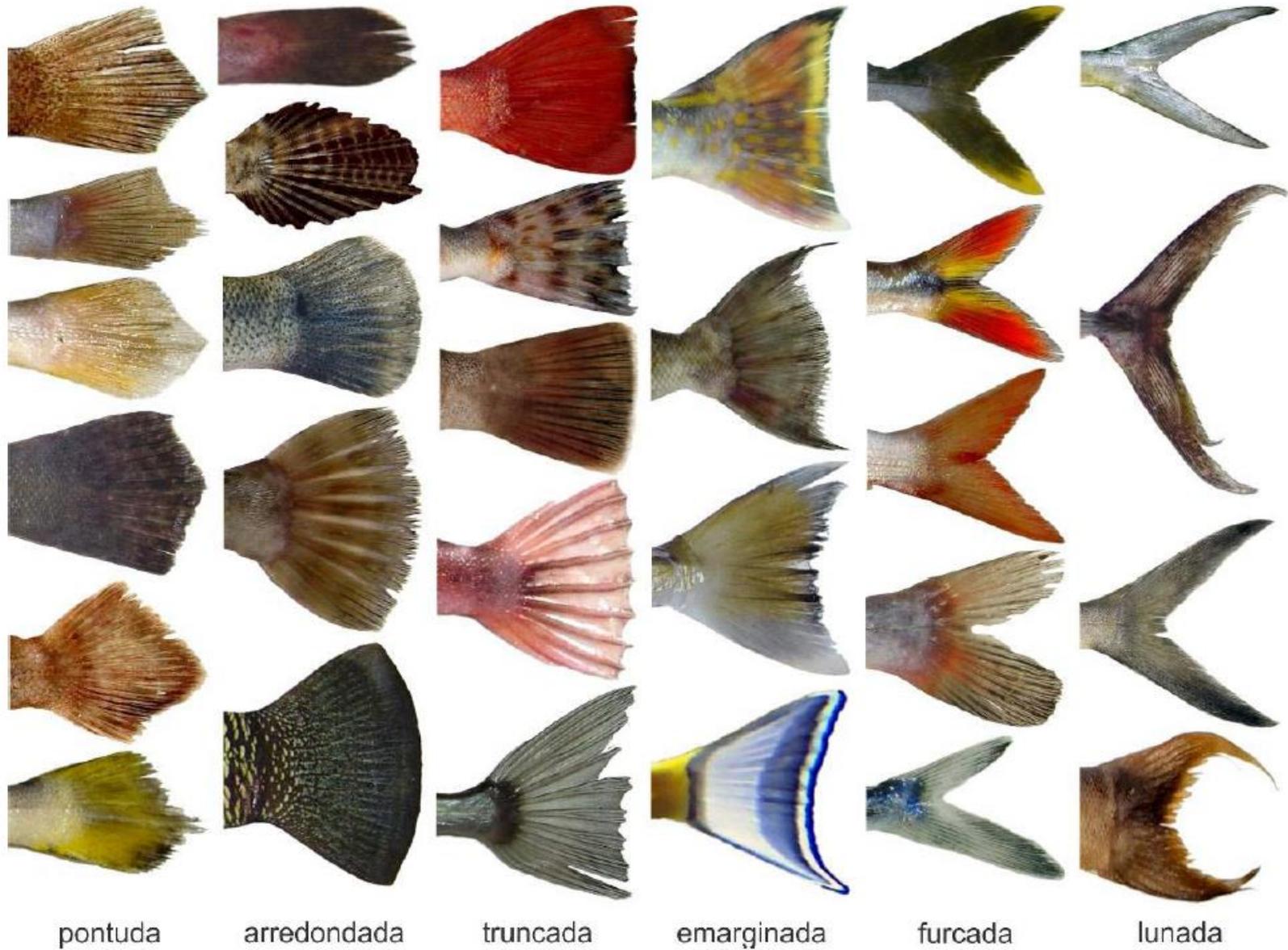
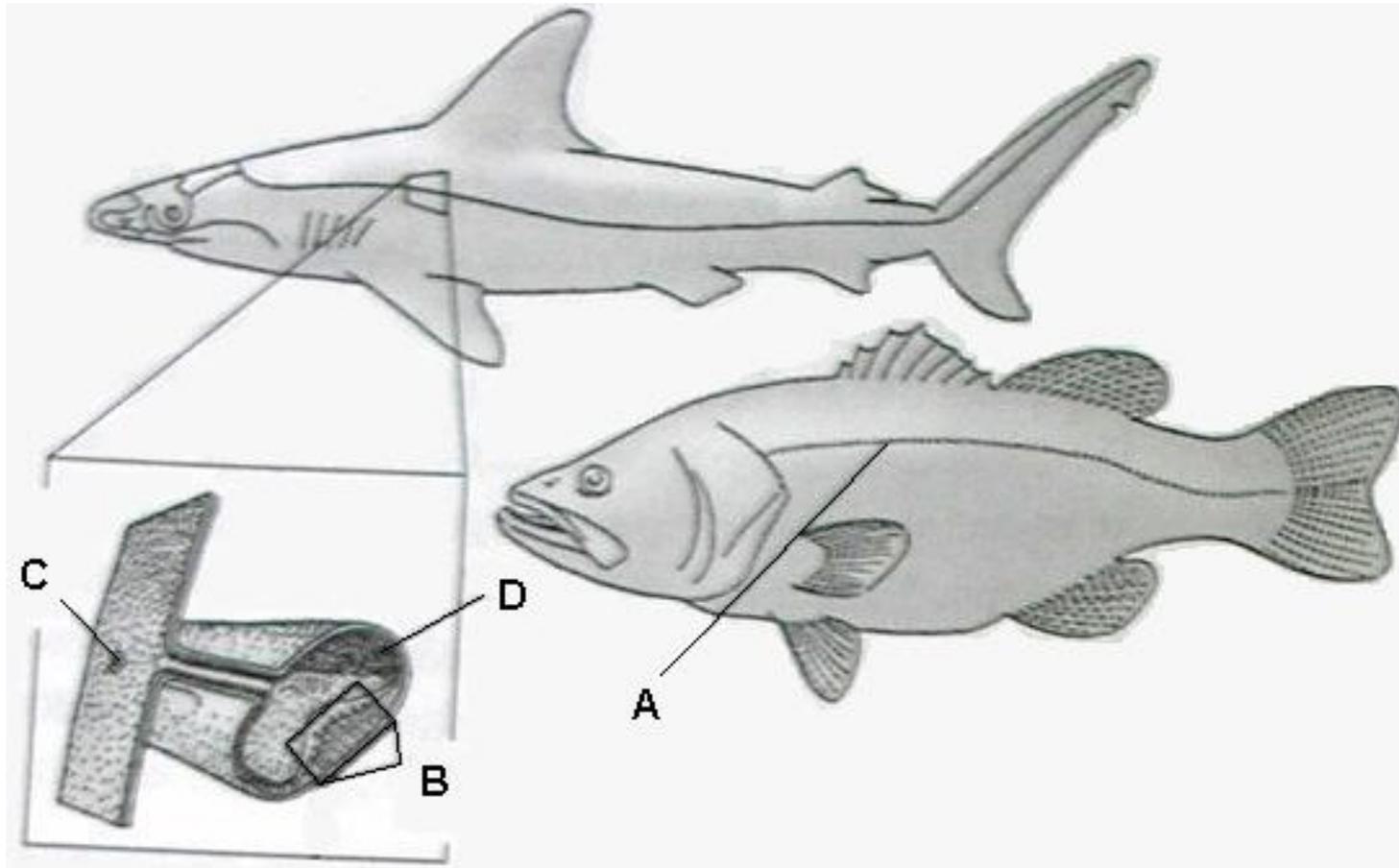


Figura 15. Exemplo das principais formas de nadadeiras caudais dos peixes.

Fonte: Bemvenuti e Fisher (2010)

Linha lateral



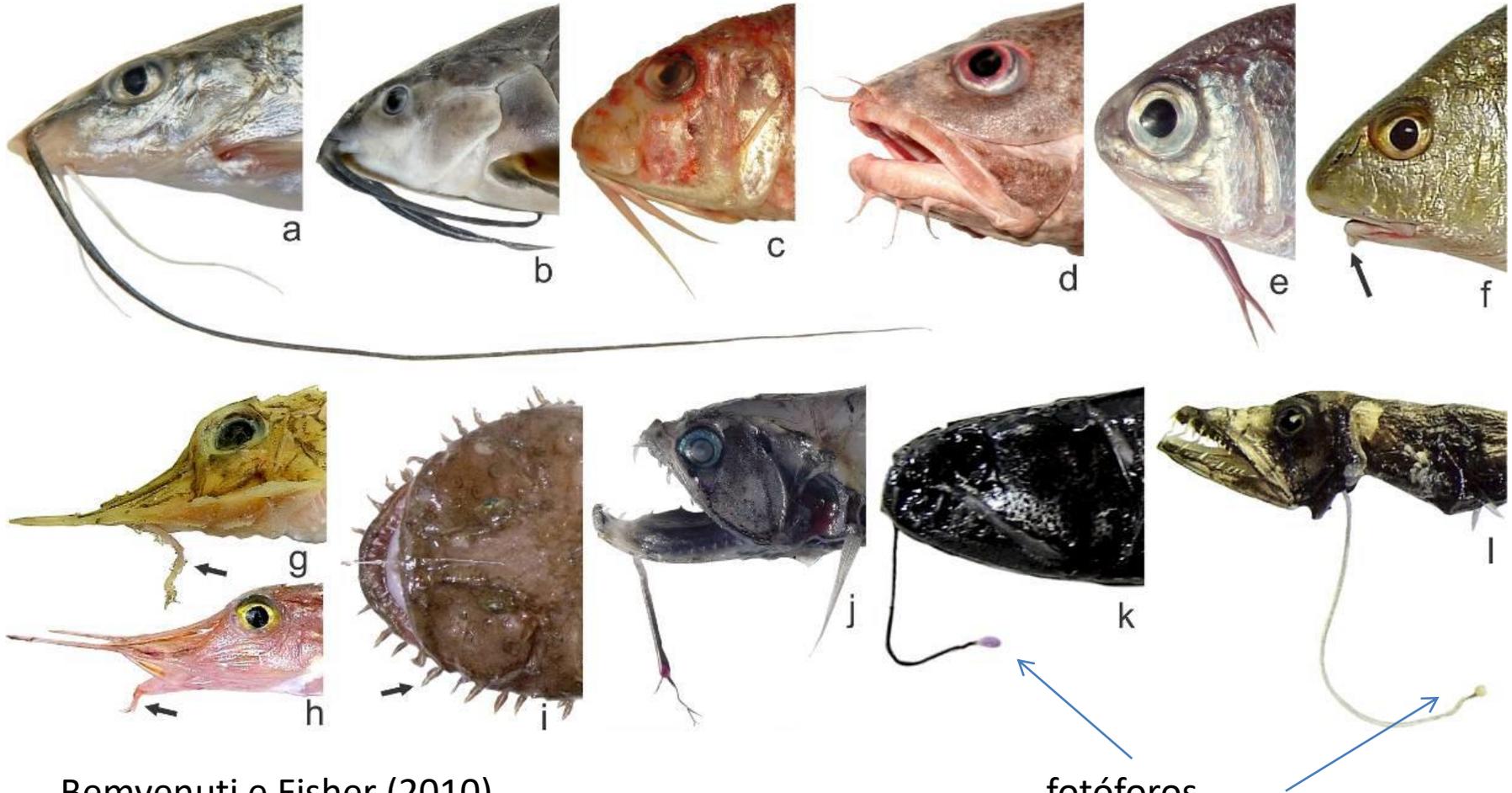
- Órgão sensorial adicional, que é usado para detectar variações hidrodinâmicas e movimentações na água, sendo composta de placas neuroepiteliais, chamadas neuromastos.
- Em larvas de peixe-zebra (*Danio rerio*), cada neuromasto contém de 20 a 30 células com estereocílios mecanossensoriais e um número similar de células auxiliares não-sensoriais.
- Desempenha um importante papel em reações motoras, e, em animais cuja capacidade visual é mais limitada, é maior a dependência desse sistema sensorial.

Barbilhões

- **Barbilhão:** apêndice carnosos e filamentosos em forma de filamento olfativo ou gustativo presente, geralmente em peixes de couro (Siluriformes), mas também em peixes de escama. Apresenta-se em pares, podendo localizar-se próximo a diferentes estruturas da cabeça dos peixes. Possui formas e comprimentos que variam muito de acordo com o grupo ou com a espécie do peixe.
- Barbilhão maxilar: cuja base é inserida na região do osso maxilar, que se origina logo acima do canto da boca;
- Barbilhão mentoniano: localizado na região inferior da mandíbula. Geralmente, existem dois pares de barbilhões mentonianos;
- Barbilhão nasal: localizado na abertura nasal;
- Barbilhão rictal: localizado no canto da boca ou do lábio, originando-se próximo e logo abaixo da base do barbilhão maxilar.

- Órgãos sensoriais localizados próximos a boca;
- Geralmente filamentosos, podendo ser muito longo e até bifurcado;
- Apresentam células sensoriais que auxiliam na localização de alimento;
- Podem apresentar fotóforos.

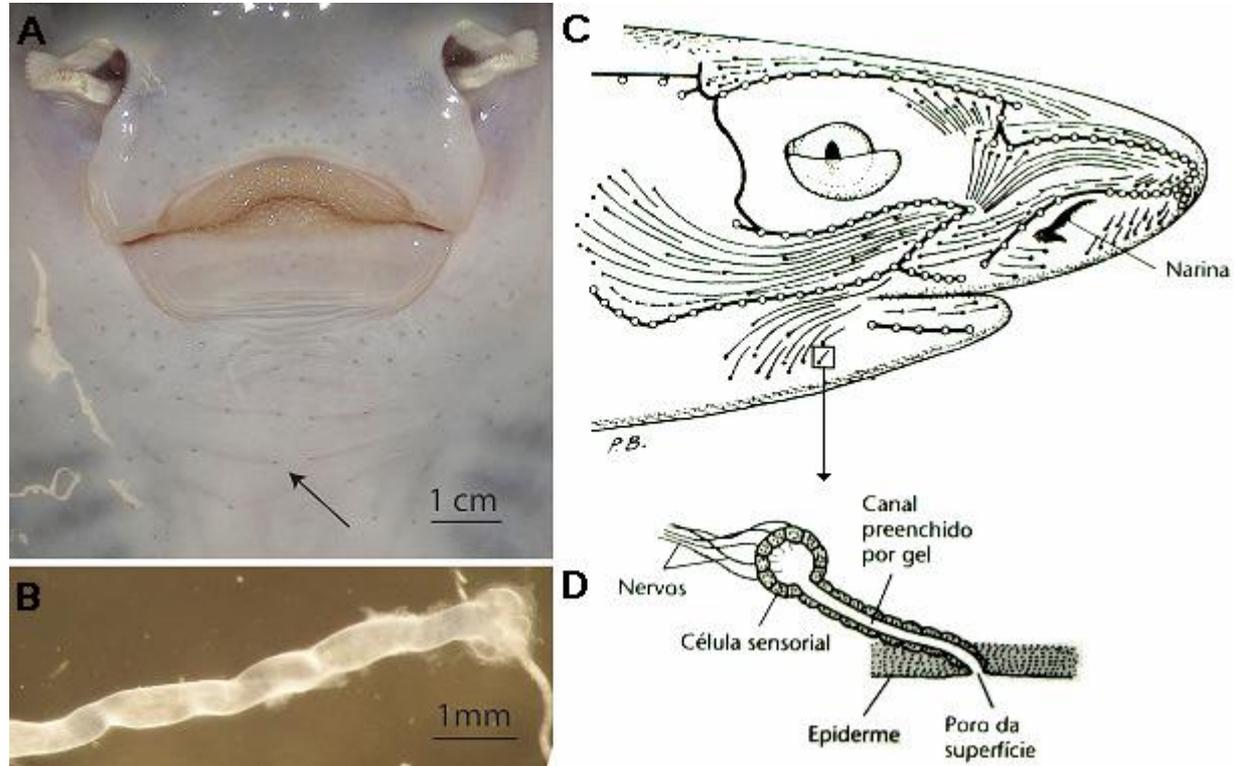
Barbilhões



Bemvenuti e Fisher (2010)

Órgãos sensoriais

Ampolas de Lorenzini



Órgãos sensoriais encontrados na cabeça de tubarões, raias e quimeras, que contêm um gel que proporciona propriedades de semicondutor termoeletrico.

- Apresentam diversas funções descritas na literatura, a saber:
- receptores sensoriais para toque, salinidade, temperatura, campos elétricos e magnéticos
- Elas desenvolvem papel importante no sistema sensorial de tubarões e similares, apresentando também sensibilidade a mudanças no campo magnético terrestre

Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD
Faculdade de Ciências Agrárias - FCA
Zootecnia

Piscicultura

Anatomia interna de peixes

Prof. Dacley

Cavidade bucal faringe e esôfago

- Na cavidade bucal e faringe estão os lábios, boca dentes, língua e arcos branquiais
- Local onde ocorrem os processos de seleção, apreensão e condução do alimento até o esôfago

Boca

- Relacionada com o hábito alimentar e a posição na coluna d'água onde vivem.

Posição ventral ou inferior

- Peixes que se alimentam de organismos bentônicos (raias, cascudos, etc.)

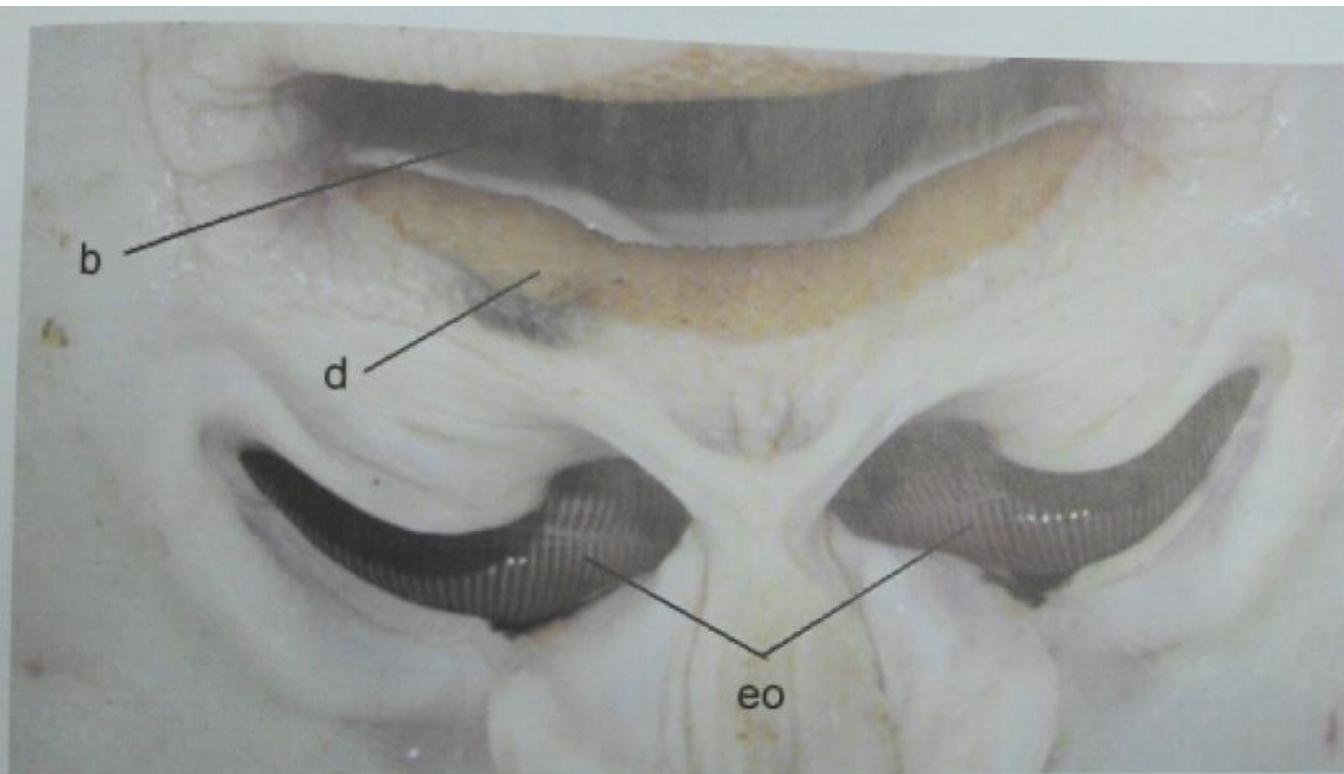


Figura 9. Vista ventral de *Potamotrygon motoro* mostrando a boca (b), dentes (d) e abertura nasal ou narinas com o epitélio olfativo (eo) (parte da superfície corporal foi levantada para visualização do epitélio). As dobras secundárias desse epitélio formam estruturas semelhantes aos filamentos branquiais, mas o epitélio estratificado é muito espesso. Fotos de Wallace P. Duncan. Reproduzidas com permissão do autor.

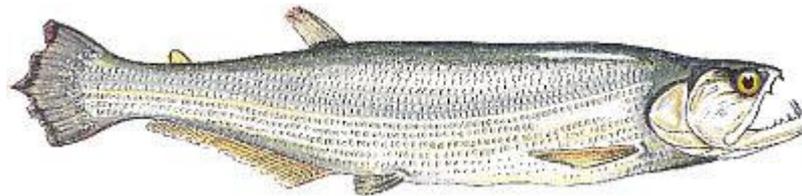
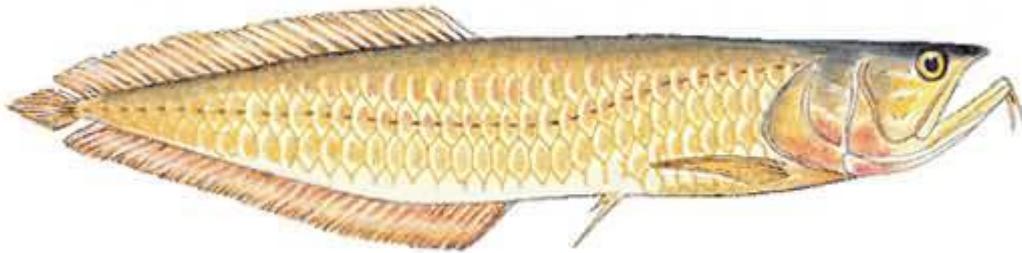
Posição terminal

- Peixes que podem se alimentar em mais de uma direção (geralmente peixes de meia água, tilápia, lambari, dourado, etc.)



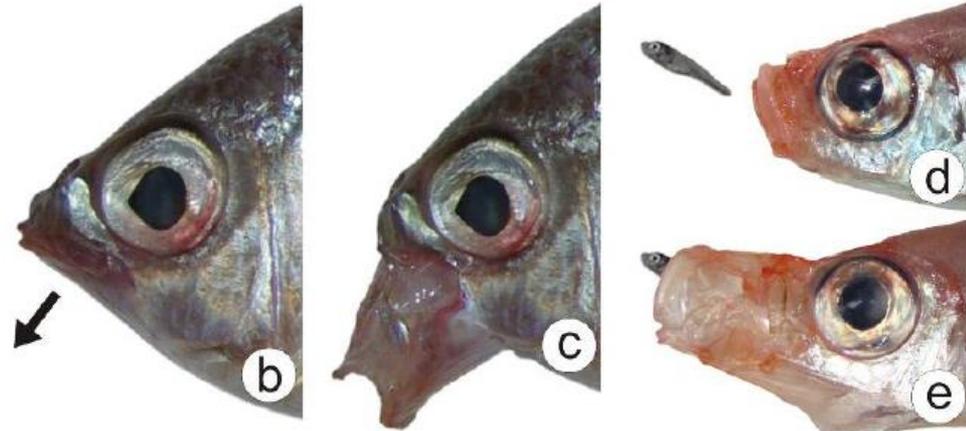
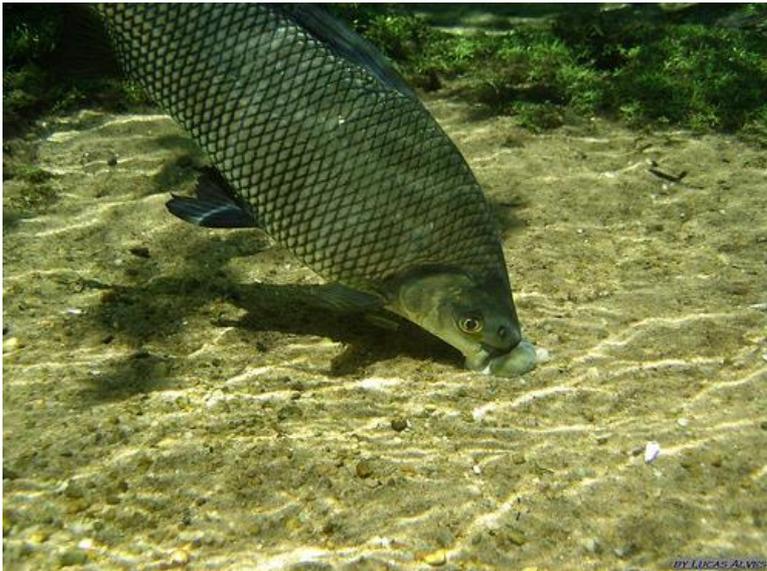
Posição superior

- Indicativo de peixes que se alimentam na superfície (aruanã, cachorra, dourado facão, etc.). Geralmente apresentam carnivoriam.



Boca protrátil

- Espécies que se alimentam de plâncton, bentos, perífiton e vegetais. Boca comumente pequena e tubular, permitindo a sucção do alimento (curimba, carapicu, etc.).



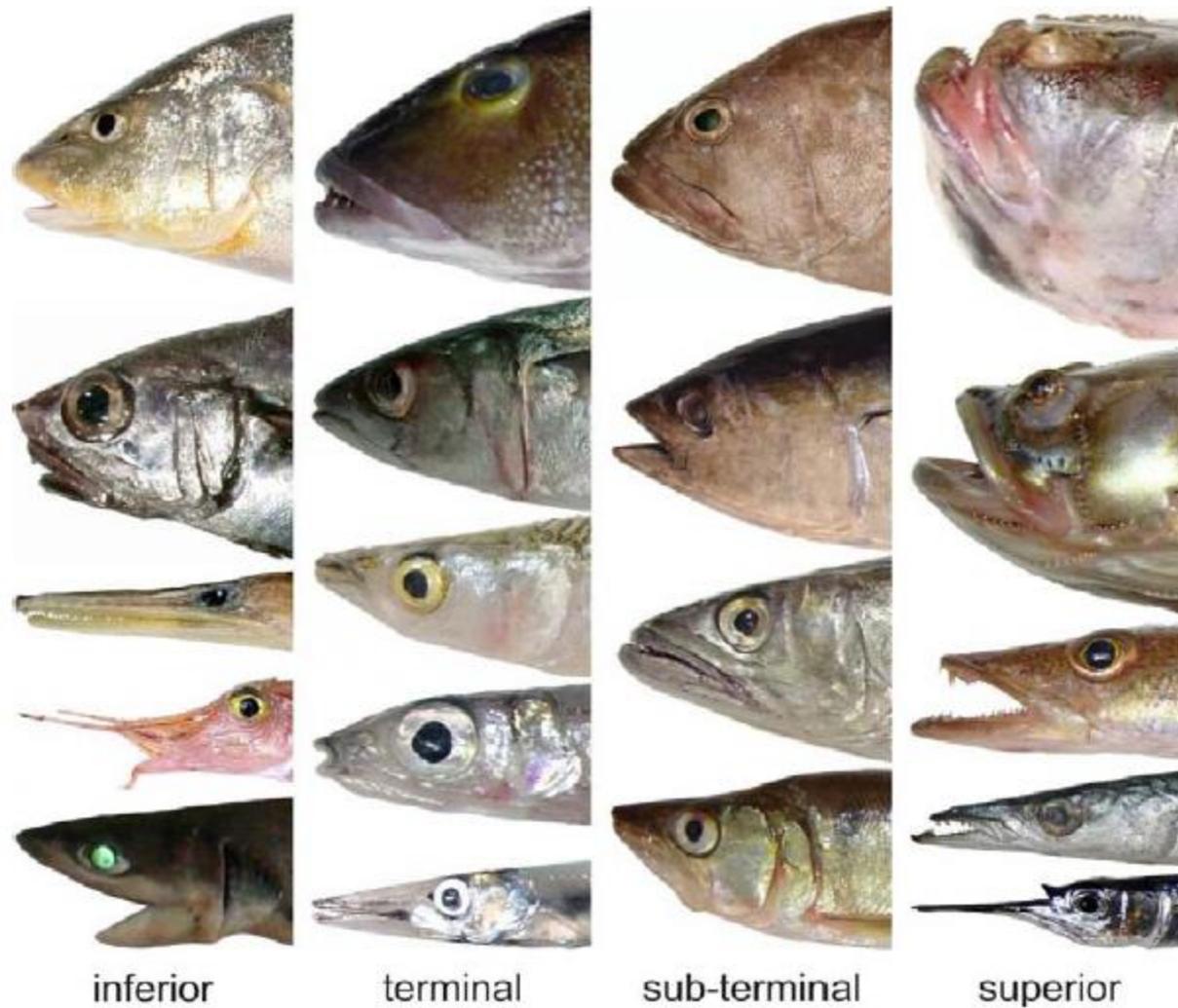


Figura 19. Exemplo das posições e morfologia das bocas dos em diversas espécies.

Dentes

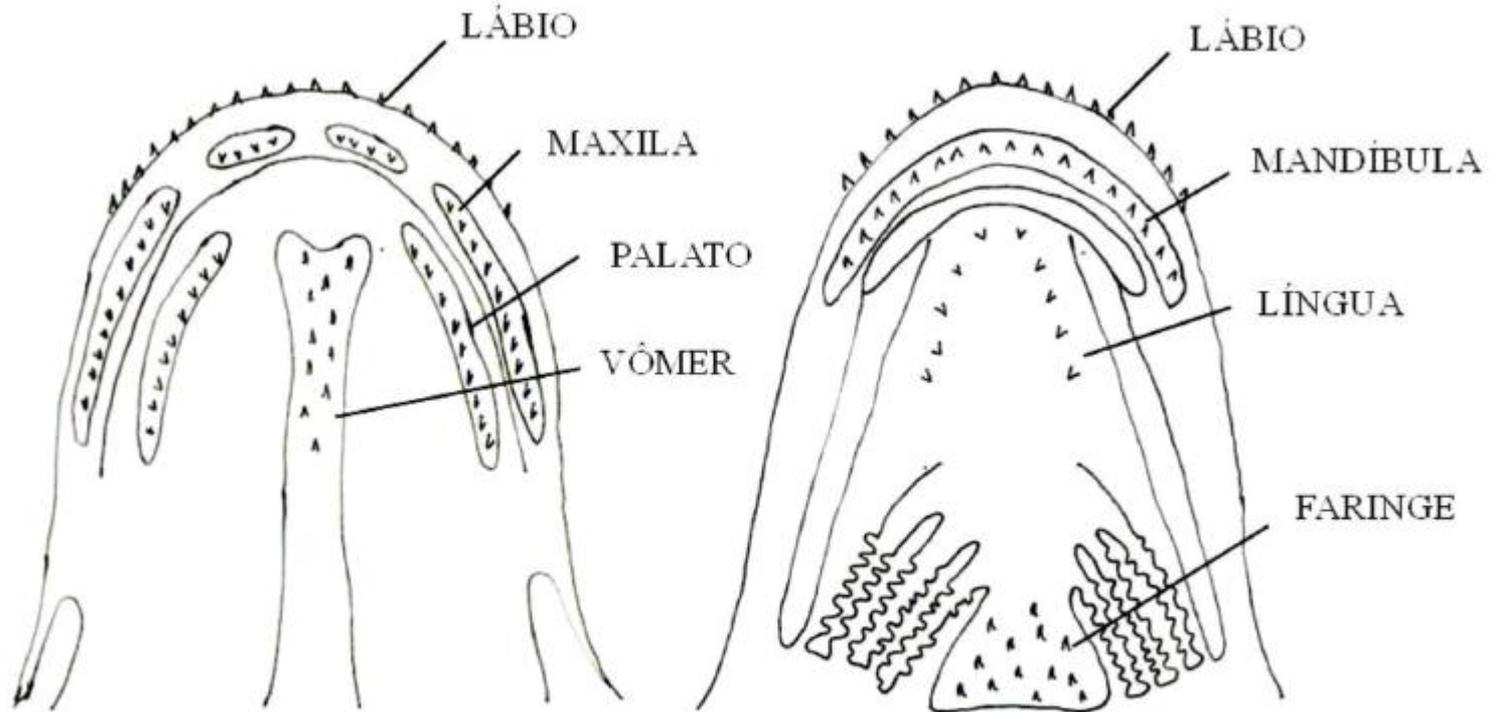


Figura 5. Esquema da cavidade oral em corte longitudinal evidenciando a dentição nos peixes, em geral. Figura adaptada de Hubbs & Lagler (1947).

Figura 5. Scheme of the oral cavity in the longitudinal section showing teeth in fish in general. Figure adapted from Hubbs & Lagler (1947).

Fonte: Sampaio e Goulart (2011)

Sua função se relaciona com seu formato

- De acordo com Lagler et al. (1977) os dentes dos peixes podem ser classificados em:
 - Cardiformes;
 - Caniniformes;
 - Viliformes;
 - Incisiformes;
 - Molariformes.

- Cardiformes: numerosos, curtos, finos e pontudos, presentes em muitos peixes predadores que os utilizam para agarrar, segurar a presa e ajudar na deglutição, porém não contribuem para o processo mecânico de quebra do alimento, e sim para o direcionamento da presa para o esôfago (Sampaio e Goulart 2011).



- Caniniformes: se assemelham a dentes de cachorro, podendo ser retos ou curvos e adaptados para perfurar e agarrar, permitindo inferir que atuam diretamente no processo de dilaceramento da presa em pedaços menores (Sampaio e Goulart 2011).



Hoplias sp.



Raphiodon vulpinus

- Viliformes: caracterizam-se por serem muito pequenos e provavelmente contribuem para preensão e raspagem dos alimentos. Acredita-se que estes dentículos também não realizam a preparação do alimento, mas contribuem com a apreensão da presa, auxiliando na deglutição (Sampaio e Goulart 2011).

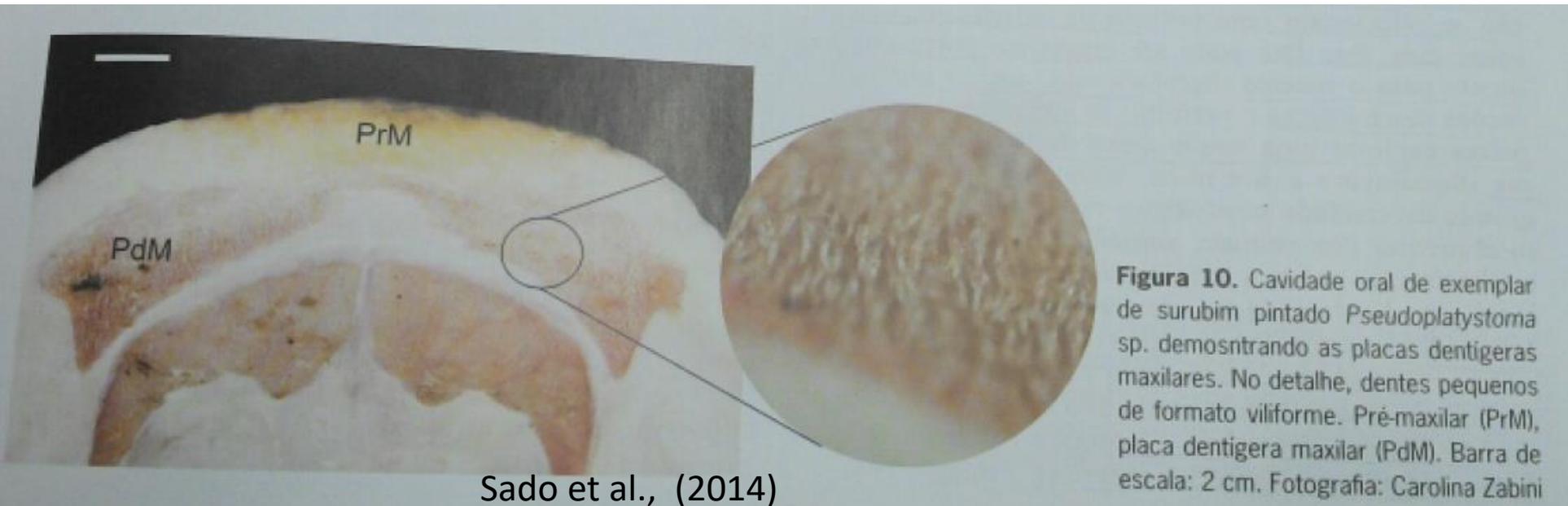




Fig.3. (A) *Sorubim trigonocephalus* demonstrando lábio superior (seta grossa), lábio inferior (seta fina). Presença de poros sensitivos (círculo). Barra = 1cm.

Schuingues et al., (2013)

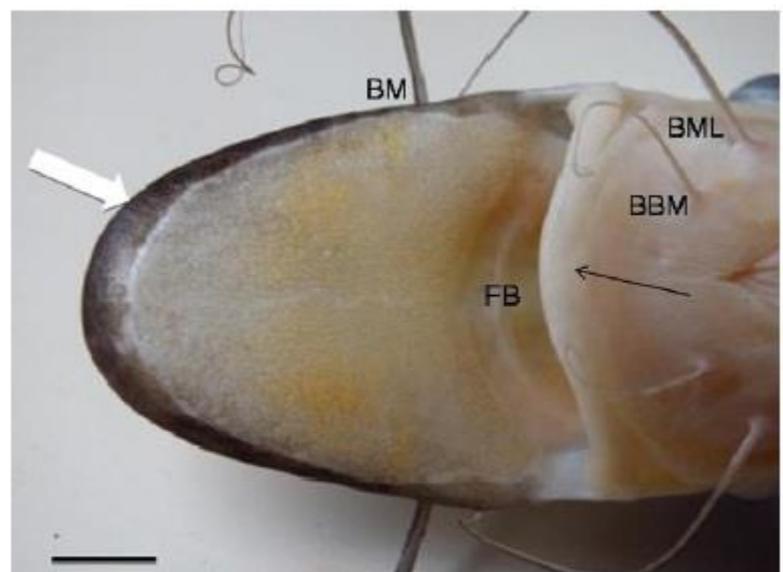
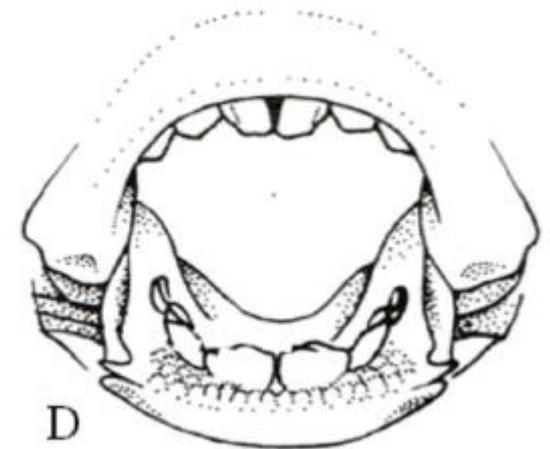


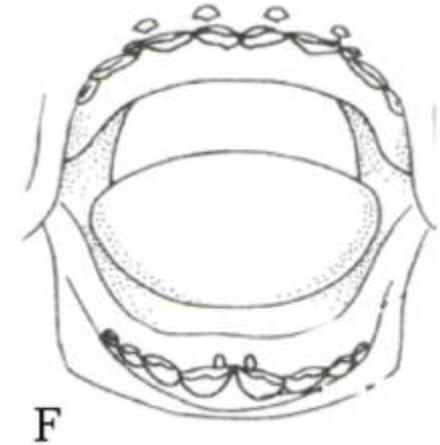
Fig.2. *Sorubi. trigonocephalus* demonstrando o lábio superior (seta grossa); lábio inferior (seta fina); fenda bucal (FB); barbilhões mentonianos (BM); barbilhões mentonianos mediais (BBM); barbilhões mentonianos laterais (BML). Barra = 1cm.

- Dentes viliformes numa placa dentígera.

- Incisiformes: são adequados para cortar e em algumas espécies podem ser fundidos, formando cúspides (Sampaio e Goulart 2011).



- molariformes apresentam ampla superfície plana e são usados para esmagar e moer o alimento, estando presentes, principalmente, em peixes que se alimentam de moluscos e material vegetal (Sampaio e Goulart 2011).



Piaractus mesopotamicus

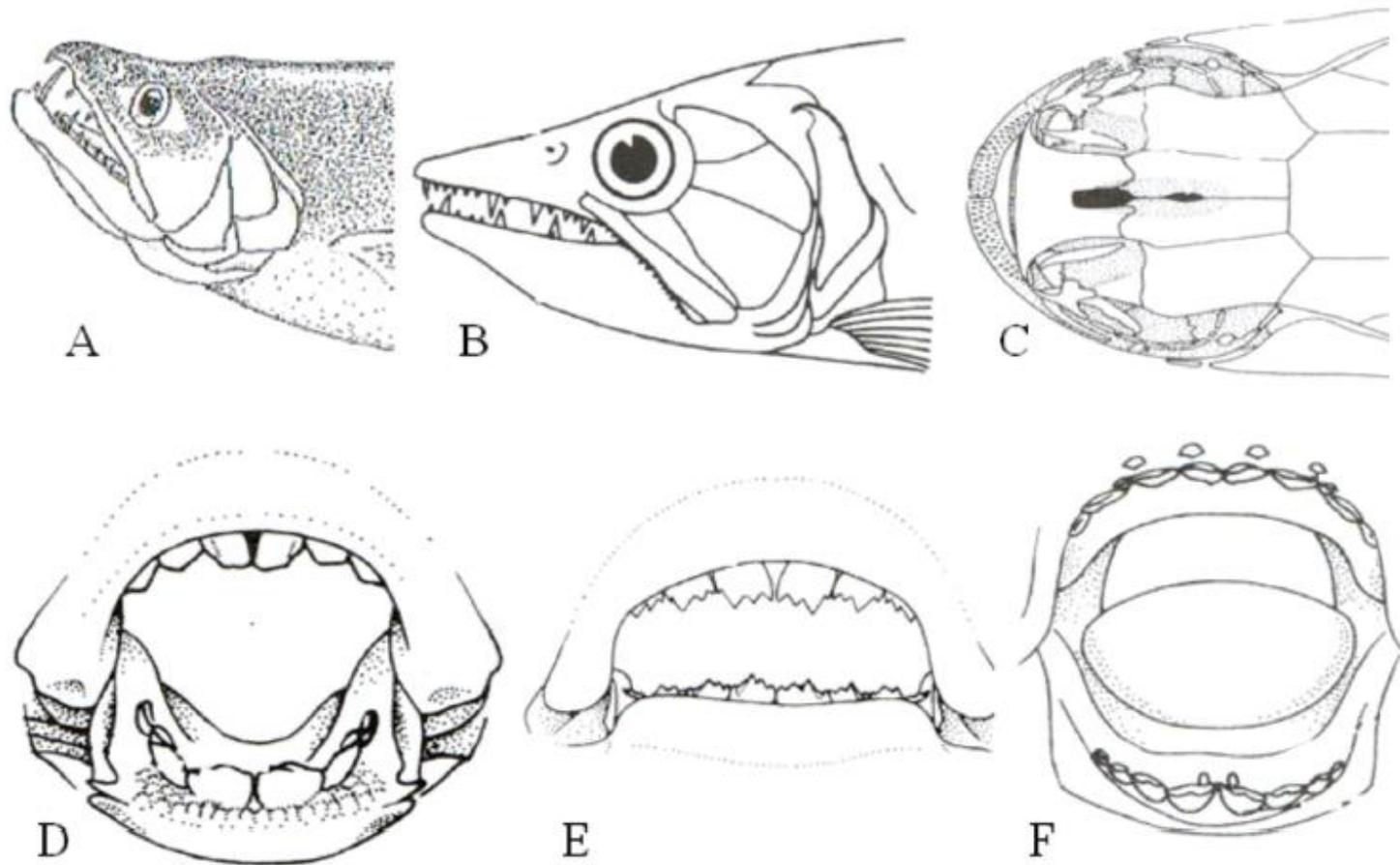


Figura 4. Dentes caniniformes em *Raphiodon vulpinus* (A) e *Acestrorhynchus* (B), dentes viliformes em Siluriformes (C), dentes incisiformes em *Leporinus* (D) e *Schizodon* (E) e dentes molariformes em *Metynnus*. Figura adaptada de Britski et al. (2007).

Figure 4. Caniniform teeth in *Raphiodon vulpinus* (A) and *Acestrorhynchus* (B), villiform teeth in Siluriformes (C), incisiform teeth in *Leporinus* (D) and *Schizodon* (E) and molariform teeth in *Metynnus*. Figure adapted from Britski et al. (2007).

- Dentes faringeanos: importantes na fase inicial do processo digestório, uma vez que boa parte do processamento do alimento ocorre nela, e dependendo da espécie, sua função é de esmagar e triturar (Sampaio e Goulart 2011).

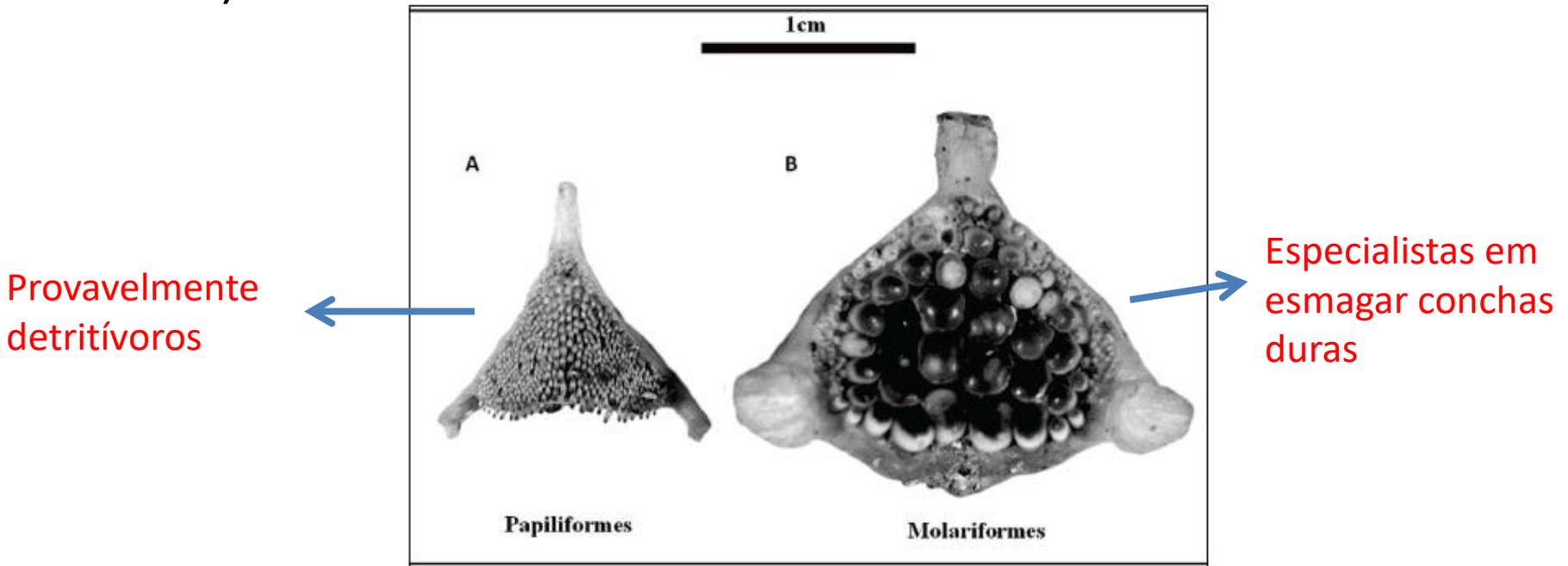


Figura 6. Placas dentigeras faringeanas inferiores papiliformes (A) e molariformes (B) de *Cichlasoma minckleyi*. Figura adaptada de Trapani (2003b).

Figure 6. Lower pharyngeal teeth plates papiliform (A) and molariform (B) of *Cichlasoma minckleyi*. Figure adapted from Trapani (2003b).

- Atuam na trituração do alimento, rompendo as paredes celulares do material vegetal, o que aumentando a eficiência destes dentes na digestão de materiais resistentes.

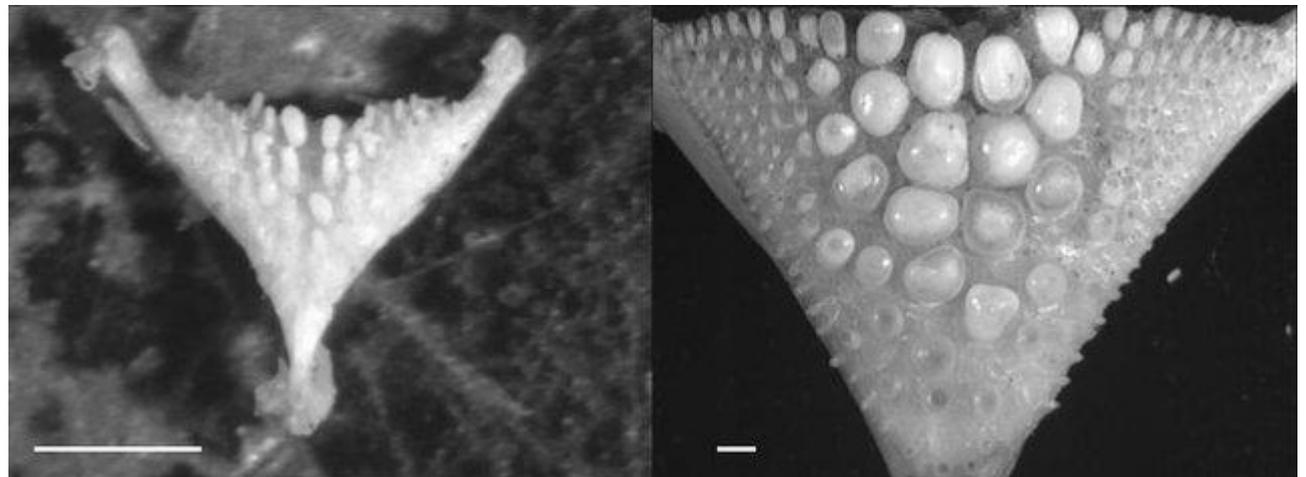


Imagem: Wikimedia commons



Cichlasoma urophthalmus

Capacidade de ocupar diversos espaços, justamente por ter essas placas faringeanas robustas.



Bergman (2002)

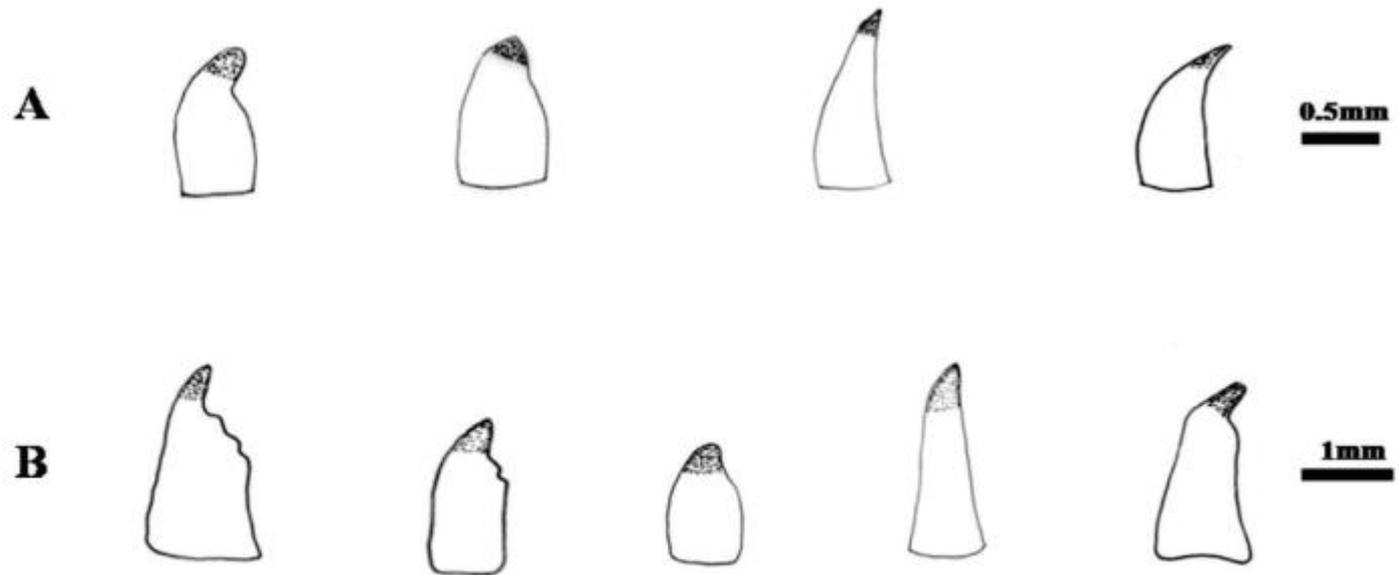
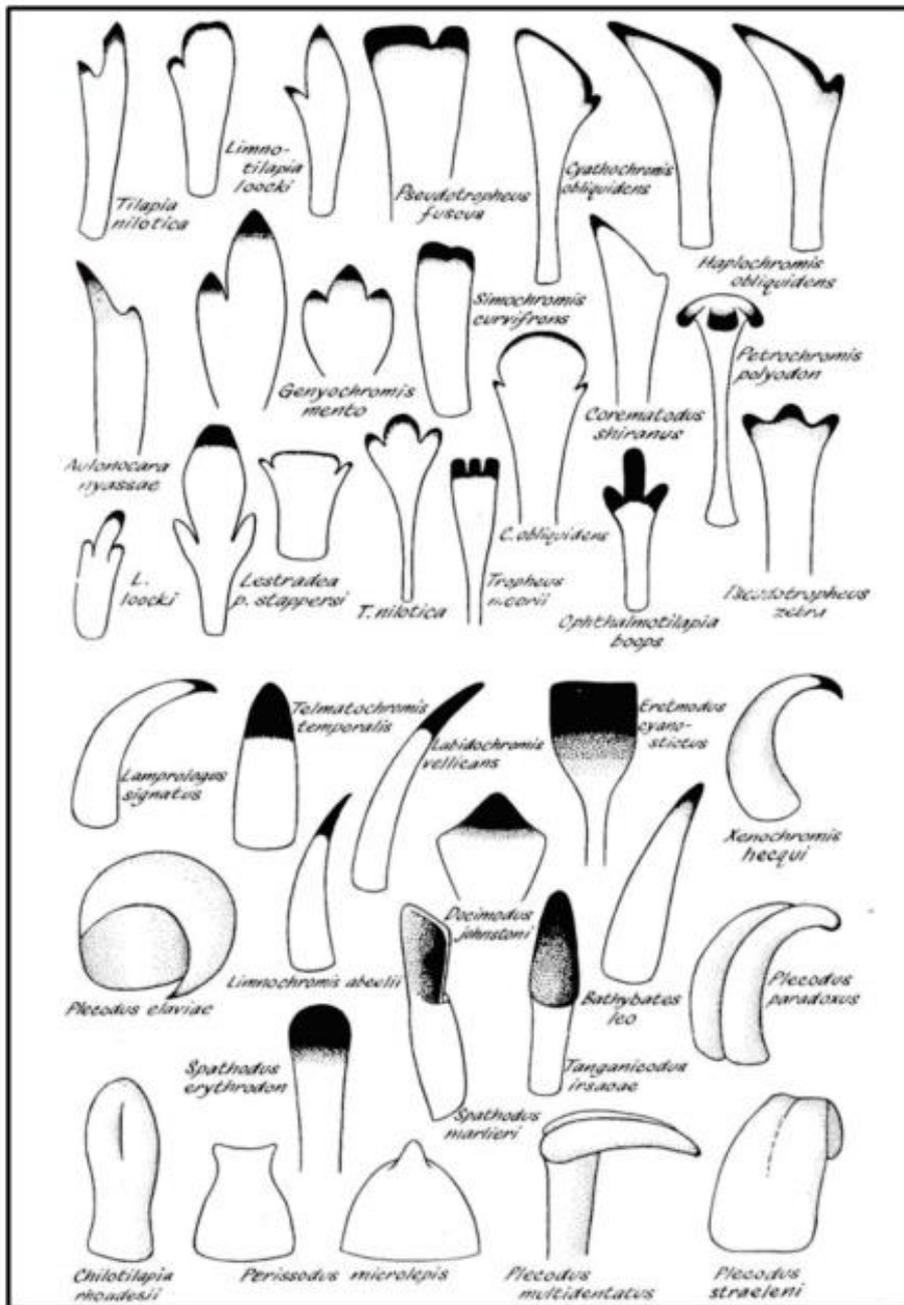


Figura 7. Dentes das placas faringeanas e cavidade oral de (A) *Crenicichla britskii* e (B) *Satanoperca pappaterra*.
Figure 7. Teeth of pharyngeal plates and oral cavity of (A) *Crenicichla britskii* e (B) *Satanoperca pappaterra*.

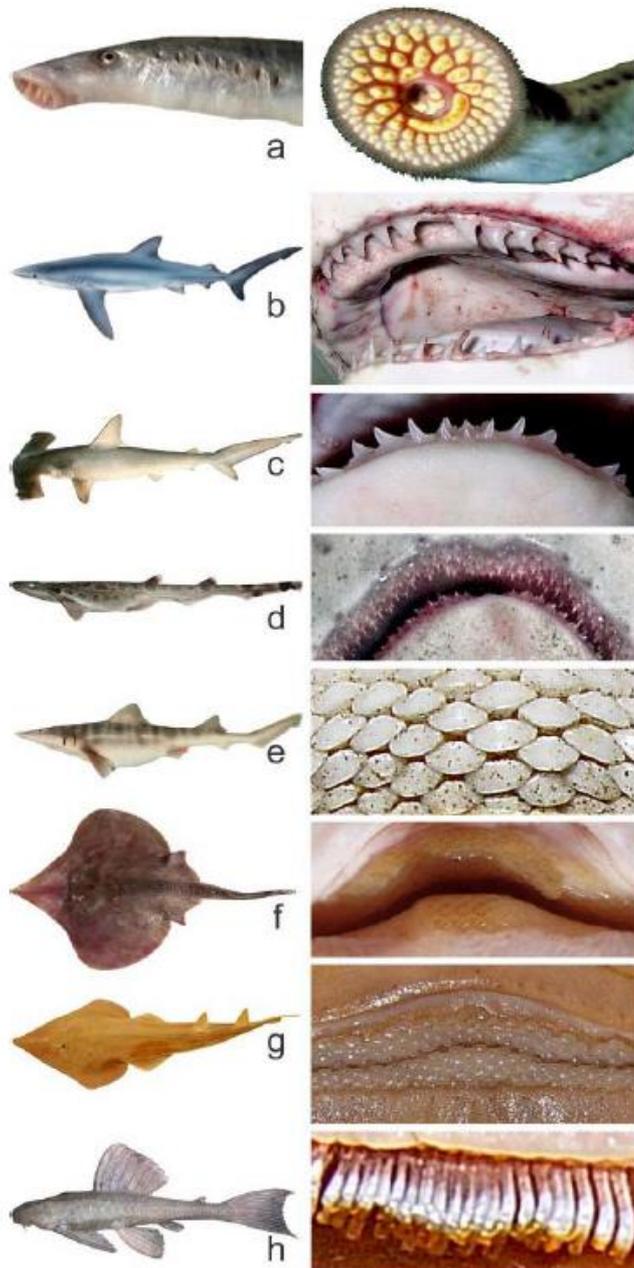
- Dentes faringeanos de ciclídeos tropicais (não são muito diversificados)



Dentes nas placas faringeanas de ciclídeos africanos (bem diversificado o formato)

Fonte: Sampaio e Goulart (2011)

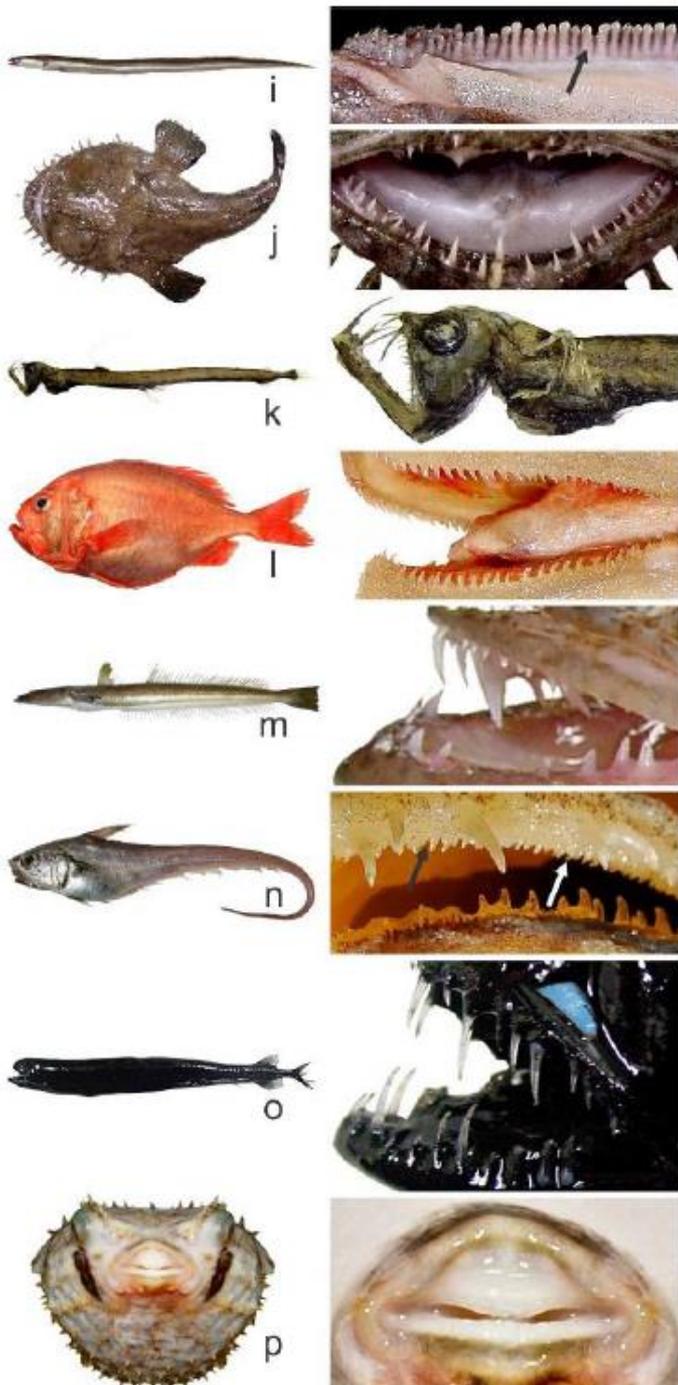
Figura 8. Diversidade de dentes (unicuspidados, bicuspidados e tricuspidados, principalmente) em Ciclídeos africanos. Figura adaptada de Fryer & Iles (1972).



Outros tipos de dentição (Bemvenuti e Fisher (2010))

Dentes córneos no funil bucal da lampreia (a) (*Lampetra fluviatilis**); **dentes pontiagudos do tubarão (b)** tubarão-azul (*Prionace glauca*); (c) tubarão-martelo (*Sphyrna zigaena*); (d) *Galeus mincaronei*; **dentes em forma de pavimento (e)** cação-listrado (*Mustelus fasciatus*); (f) raia-emplastro (*Sympterygia acuta*); (g) raia-viola (*Rhinobatus horkelli*); **dentes especializados em raspar (h)** cascuda (*Hypostomus commersoni*);

Outros tipos de dentição (Bemvenuti e Fisher (2010))



Dentes especializados em raspar
(i) congro-negro (*Conger orbygnianus*); **dentes caninos** (j) peixe-pescador (*Lophius gastrophysus*); (k) peixe-víbora (*Chauliodus minimus*); (l) *Gephyroberyx darwinii*; (m) tira-vira (*Percophis brasiliensis*); (n) peixe-rato (*Malacocephalus occidentalis*); (o) peixe-dragão (*Melanostomias niger*); **dentes incisivos** (p) baiacu-de-espinhos (*Cyclichthys spinosus*).

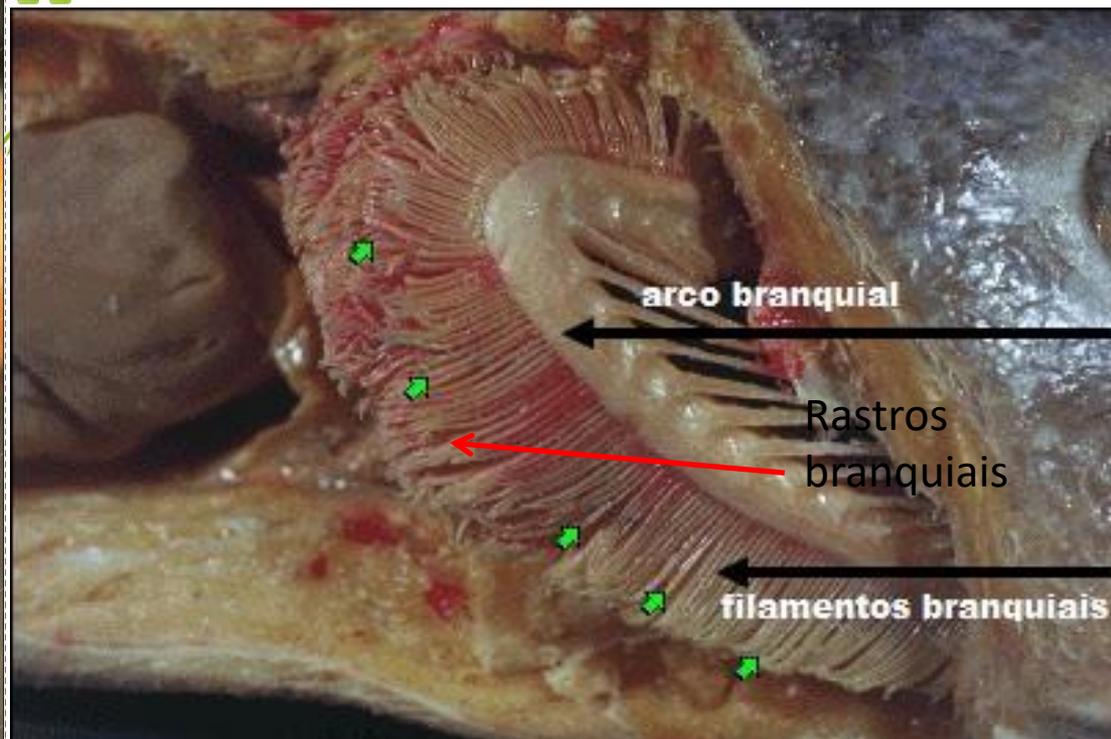
Rastros branquiais

- Filtro contra as partículas ingeridas;
- Quando a água carrega as partículas de alimento para o interior da cavidade oral, essas partículas passam pelos rastros e seguem para o esôfago;
- Rastros espessos, pontiagudos, afastados entre si e em menor número auxiliam na apreensão;
- Rastros longos, numerosos e próximos entre si, auxiliam na filtragem de alimento

Rastros branquiais



65220032
Aleksandr Chernysh | Dreamstime.com



Downio
Dreams
This watermark
is not for sale

Imagens: Google

Estrutura branquial

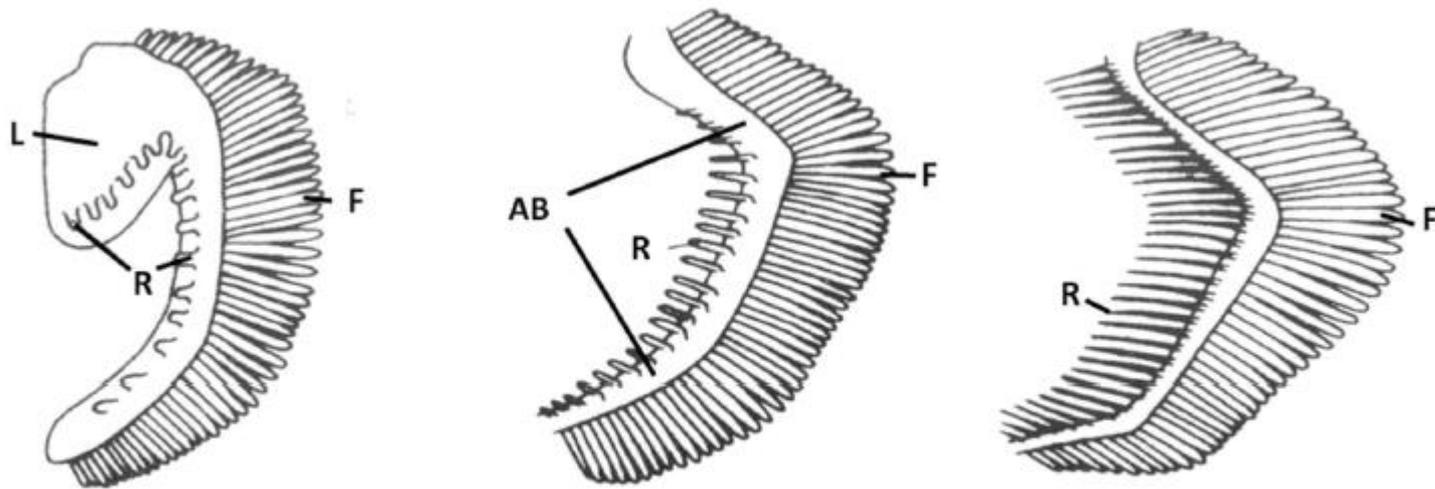


Figura 9. Primeiro arco branquial com rastos e filamentos branquiais. Da esquerda para a direita estão dispostos os desenhos dos arcos branquiais de peixes que se alimentam de presas proporcionalmente maiores, de tamanhos intermediários e menores, respectivamente (AB = arco branquial; F = filamentos branquiais; L = lóbulo; R = rastos branquiais). Figura adaptada de Britski *et al.* (2007).

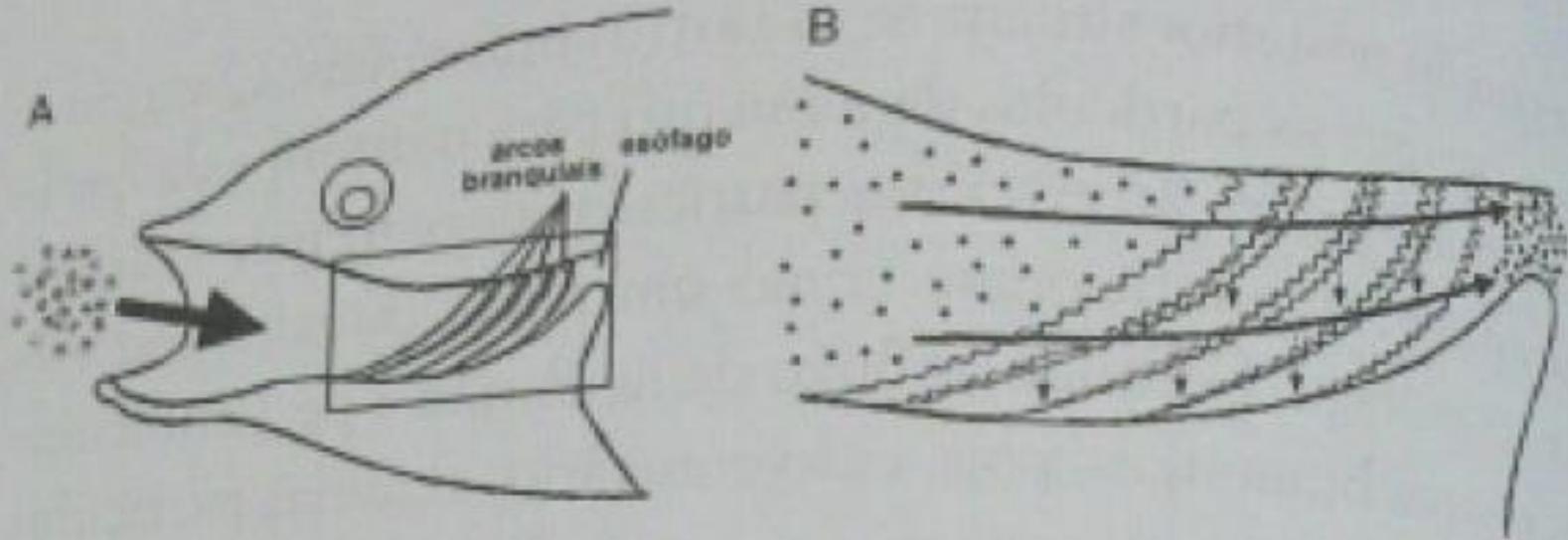


Figura 2.1 – A: vista sagital da cavidade oral, ilustrando o fluxo de água e partículas em suspensão (seta) entrando na cavidade oral. B: aumento da área dos arcos branquiais enquadrada em A, mostrando as partículas alimentares sendo concentradas na entrada do esôfago à medida que são carregadas com o fluxo paralelo em relação aos rastos branquiais (setas maiores) em direção à porção posterior da cavidade oral. A água filtrada sai da cavidade oral após passar entre os rastos branquiais (setas menores). (Fonte: SANDERSON et al., 2001, p. 440, com permissão de Macmillan Publishers Ltda.).

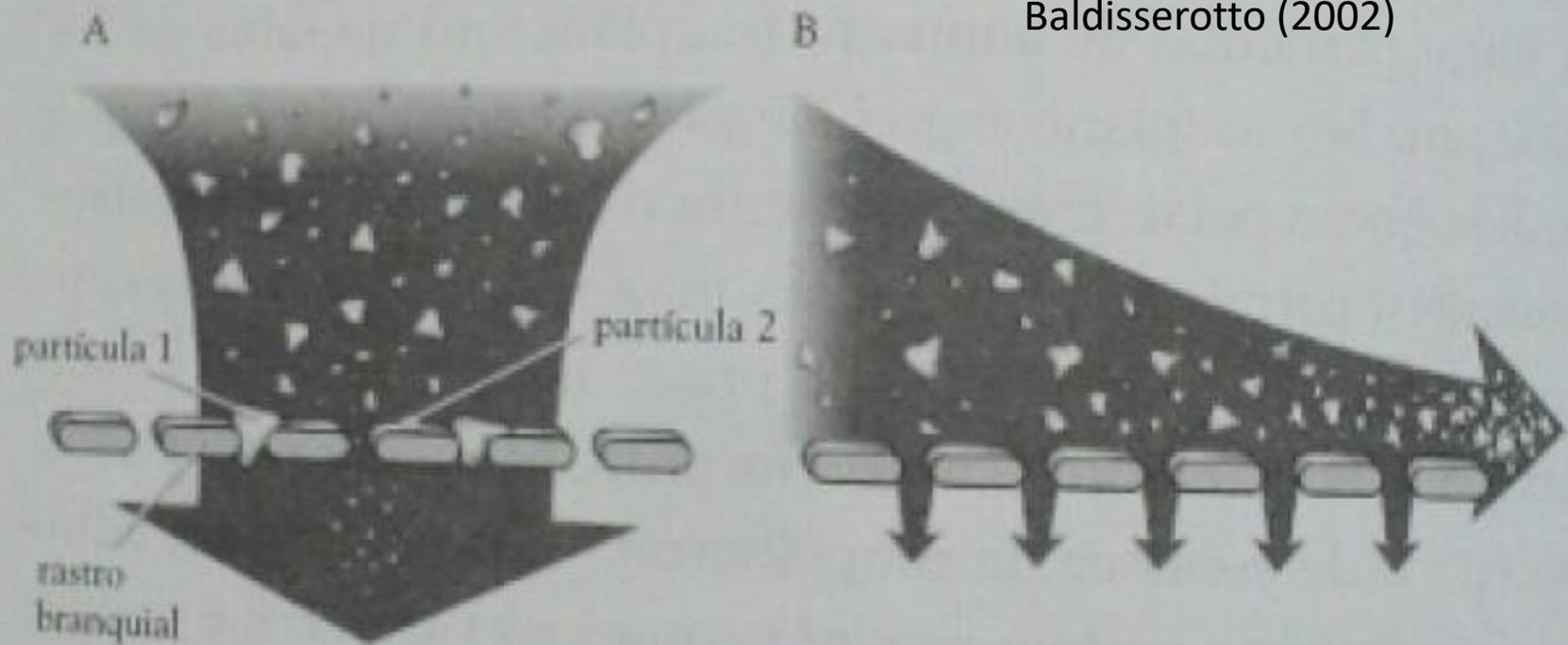


Figura 2.2 – Fluxo de água sobre os rastros branquiais, os quais aparecem cortados transversalmente. A: como seria se houvesse um fluxo de água perpendicular aos rastros branquiais. B: fluxo paralelo de água sobre os rastros branquiais, carreando as partículas em direção ao esôfago, enquanto a água filtrada passa perpendicularmente pelos rastros (Fonte: BRAINERD, 2001, p. 387, com permissão de Macmillan Publishers Ltda.).

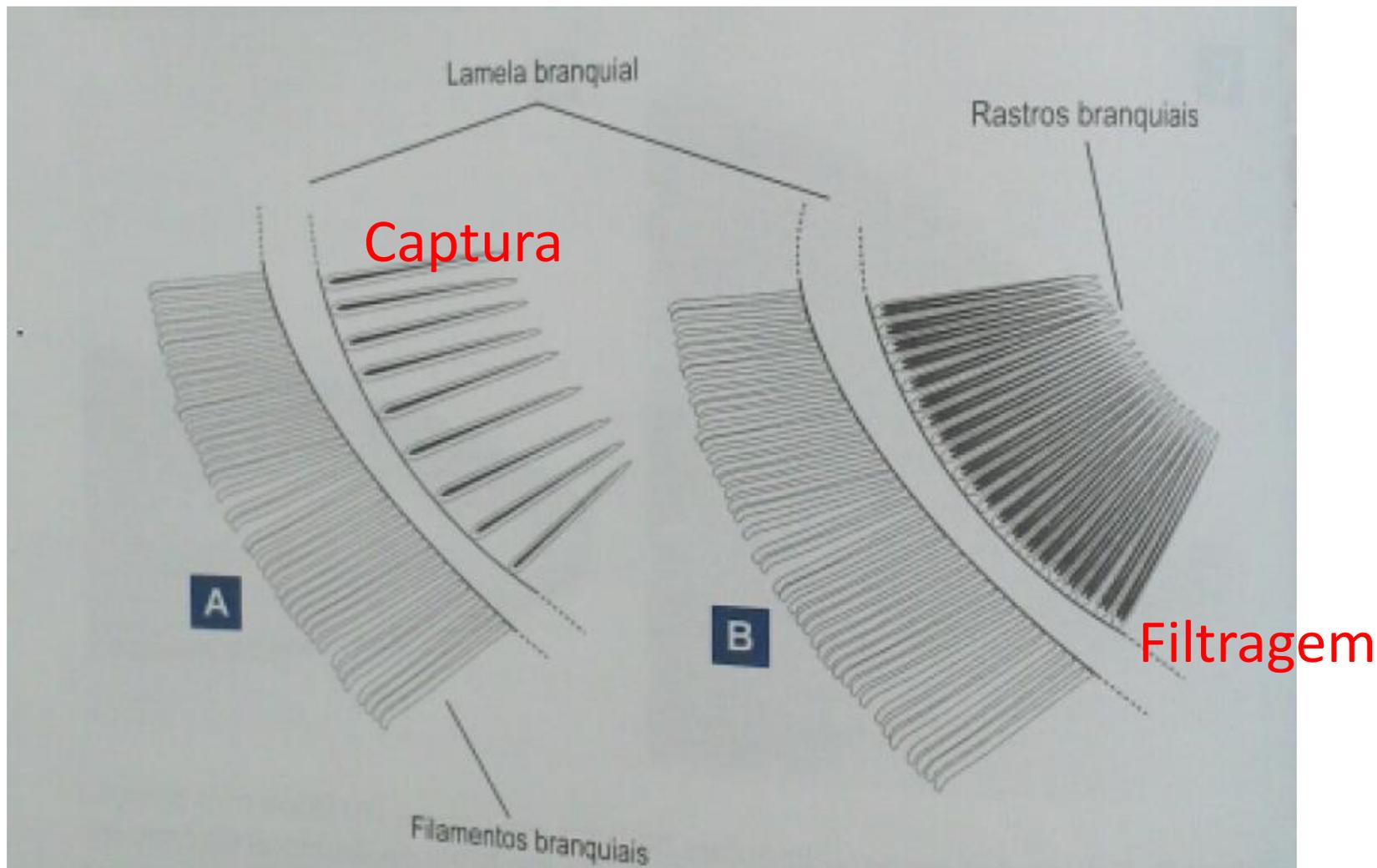
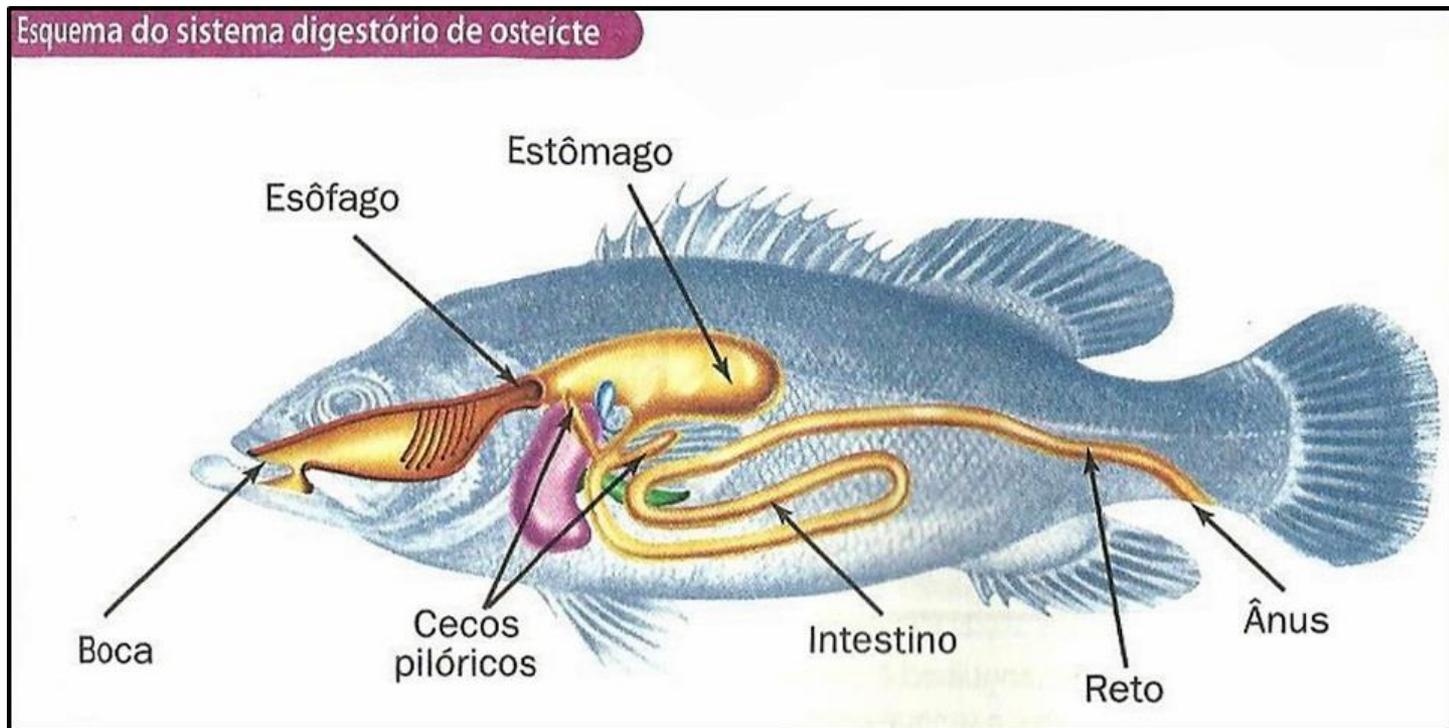


Figura 9. (A) Rastros branquiais espessos, pontiagudos e afastados entre si, típicos de peixes predadores. (B) Rastros branquiais delgados, longos, numerosos e próximos entre si, típico de peixes filtradores.

Esôfago

- Tubo curto e musculoso. Sua função é lubrificar o alimento e transportá-lo para o estômago ou intestino.



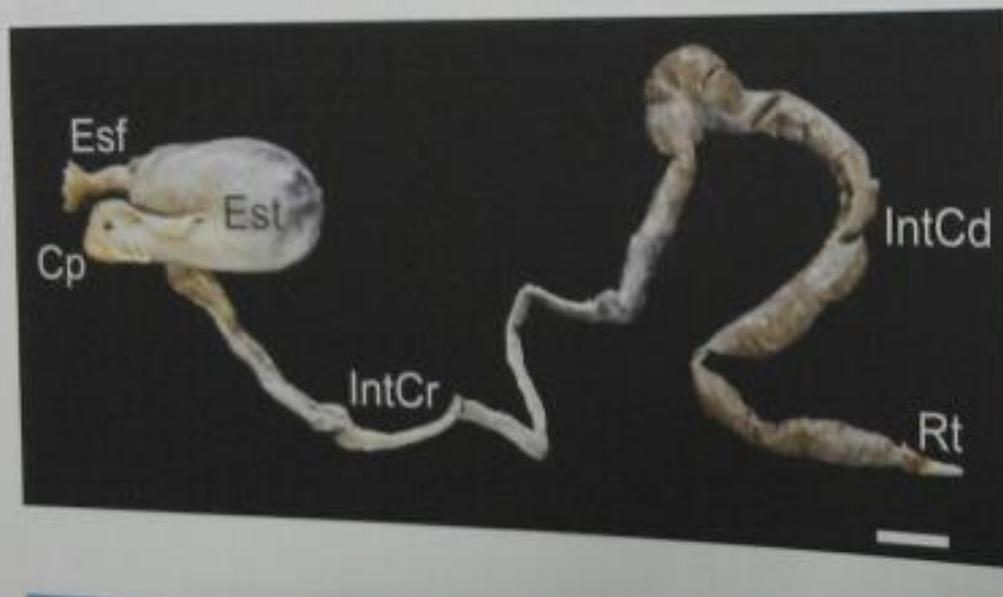


Figura 35. Sistema digestório do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Esôfago (Esf), estômago (Es), cecos pilóricos (Cp), intestino cranial (IntCr), intestino caudal (IntCd) e reto (Rt). Barra de escala: 2cm. Fotografia: Carolina Zabini

Sado et al., 2014

Estômago

- Armazena temporariamente o alimento e desempenha funções mecânicas que auxiliam na trituração e início da digestão do alimento.

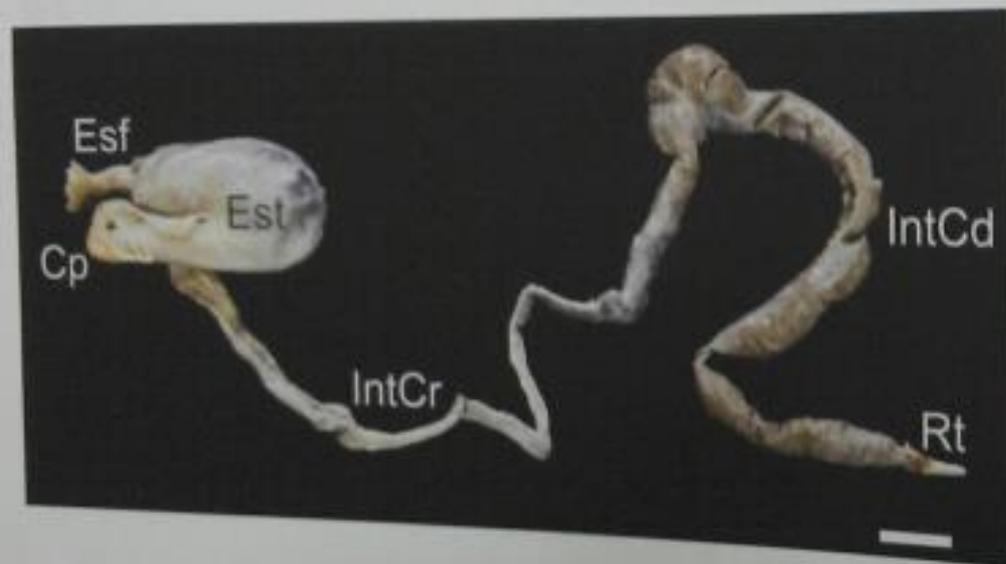


Figura 35. Sistema digestório do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Esôfago (Esf), estômago (Es), cecos pilóricos (Cp), intestino cranial (IntCr), intestino caudal (IntCd) e reto (Rt). Barra de escala: 2cm. Fotografia: Carolina Zabini

- Formato variável, em sp. que se alimentam de itens grandes, o estômago é volumoso e elástico, podendo aumentar de 3 a 4 vezes seu tamanho;
- Possui glândulas que produzem HCl e enzimas. Na maioria das sp. O pH do estômago com alimento é extremamente ácido (2,4 a 4,2), isso auxilia na quebra da parede celular das algas;
- Peixes detritívoros e zooplancatófagos apresentam estômago com baixa capacidade de armazenamento;
- Em peixes agástricos, o alimento segue direto ao intestino.

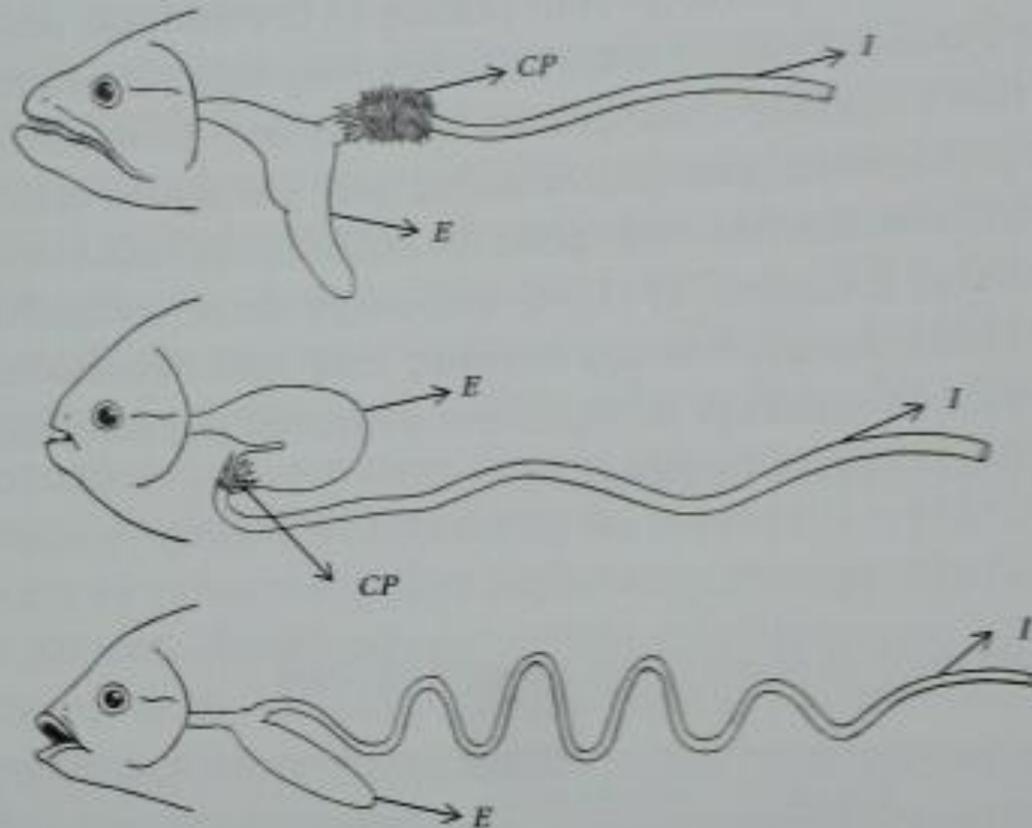


Figura 3. Representação artística do trato digestório de dourado *Salminus brasiliensis* (carnívoro, estômago grande e elástico, numerosos cecos pilórico e intestino curto), pacu *Piaractus mesopotamicus* (onívoro, estômago e intestinos de tamanhos médios e presença de cecos pilóricos), tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* (onívoro, com estômago pequeno, ausência de cecos pilóricos e intestino longo). E: estômago, CP: cecos pilóricos, I: intestino (Ilustrações: Everton Amaral Berton).

Grau de repleção

- Conforme o grau de ocupação do estômago, pode ser analisado conforme o grau de repleção
- 0 vazio
- 1 até 25% ocupado (quase vazio)
- 2 25 a 50% (meio cheio)
- 3 50 a 75% (quase cheio)
- 4 > 75% (cheio)

Intestino

- Tubo longo, com vilosidades, que tem por função completar a digestão iniciada no estômago e absorver nutrientes, água e íons;
- **Regiões proximal** (anterior e médio – maior capacidade de digestão e absorção, AA, AG e monossacarídeos) **e distal** (posterior – absorção de água, função imune);
- Comprimento do intestino: carnívoros < onívoros < herbívoros e detritívoros;

- Geralmente intestinos mais longos são característica de espécies herbívoras e detritívoras. Nessas espécies, a digestibilidade dos alimentos é baixa e o intestino longo faz com que o alimento fique mais tempo em contato com as enzimas digestivas, aumentando o aproveitamento dos nutrientes;
- Intestinos mais curtos, comuns nos carnívoros, são mais espessos e com mais vilosidades (aproveitam mais os nutrientes pois a digestão é lenta);
- pH entre 7,0 a 8,0.

Quociente intestinal

Tabela 1. Comprimento padrão (CP, cm), comprimento intestinal (CI, cm), quociente intestinal (QI), estágio reprodutivo, número de fêmeas e guildas tróficas de peixes coletados às margens do Rio Negro, Amazônia central. ND = Não determinado.

Espécies	CP	CI	QI	Estádio Reprodutivo	No. de fêmeas	Guilda Trófica
<i>Hypophthalmus marginatus</i>	28,0	46,0	1,6	Atresia	3	zooplanctívoro
<i>Acestrorhynchus falcistrostris</i>	25,0	6,0	0,2	Desovada	1	piscívoro
<i>Agoniatas halecinus</i>	13,0	ND	ND	Desovada	0	piscívoro
<i>Cynodon gibbus</i>	18,9	5,1	0,3	Maturação	3	piscívoro
<i>Pinirampus pirinampu</i>	18,0	17,8	1,0	ND	ND	piscívoro
<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	43,5	27,0	0,6	Desovada	2	piscívoro
<i>Serrasalmus</i> sp.	12,1	10,6	0,9	Maturação	2	piscívoro
<i>Dekeyseria scaphyrhyncha</i>	14,0	106,5	7,6	Desovada	2	herbívoro
<i>Hemiodus unimaculatus</i>	18,0	ND	ND	ND	ND	herbívoro
<i>Semiprochilodus insignis</i>	22,0	62,0	2,8	repouso	1	herbívoro
<i>Auchenipterichthys longimanus</i>	10,4	14,5	1,4	desovada	7	Onívoro
<i>Laemolyta próxima</i>	19,2	ND	ND	repouso	3	Onívoro
<i>Pristobrycon serrulatus</i>	13,7	21,0	1,5	desovada	3	Onívoro
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	14,8	ND	ND	desovada	1	Onívoro

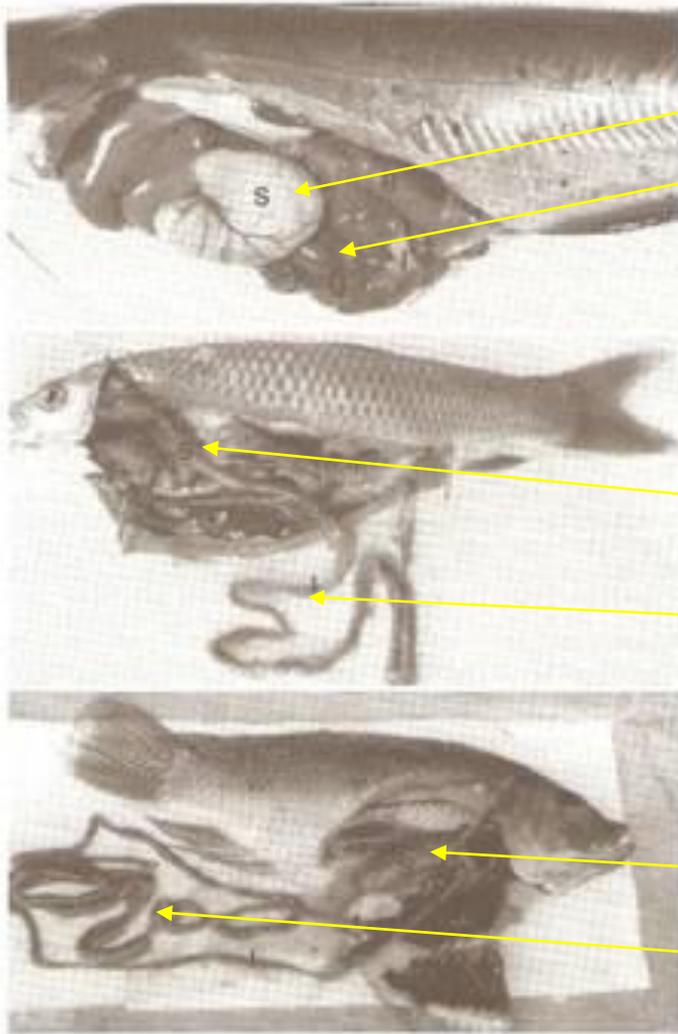


Figure 3.1 The channel catfish (top) has a large, highly functional stomach (S), a relatively short upper intestine (U), and a distinctive rectal intestine (R) separated by the intestinal sphincter (I). The grass carp (middle) has a poorly defined stomach area (S), a relatively long intestine (I), and no defined rectum. The Nile tilapia (bottom) has a modified stomach (S), which appears to be less functional than that in channel catfish, a very long intestine (I), and no distinctive rectal area.

diferença entre sp.

Bagre do canal:

Estômago grande e funcional

Intestino curto

Carpa capim:

Área estomacal pouco definida

Intestino longo

Tilápia do Nilo:

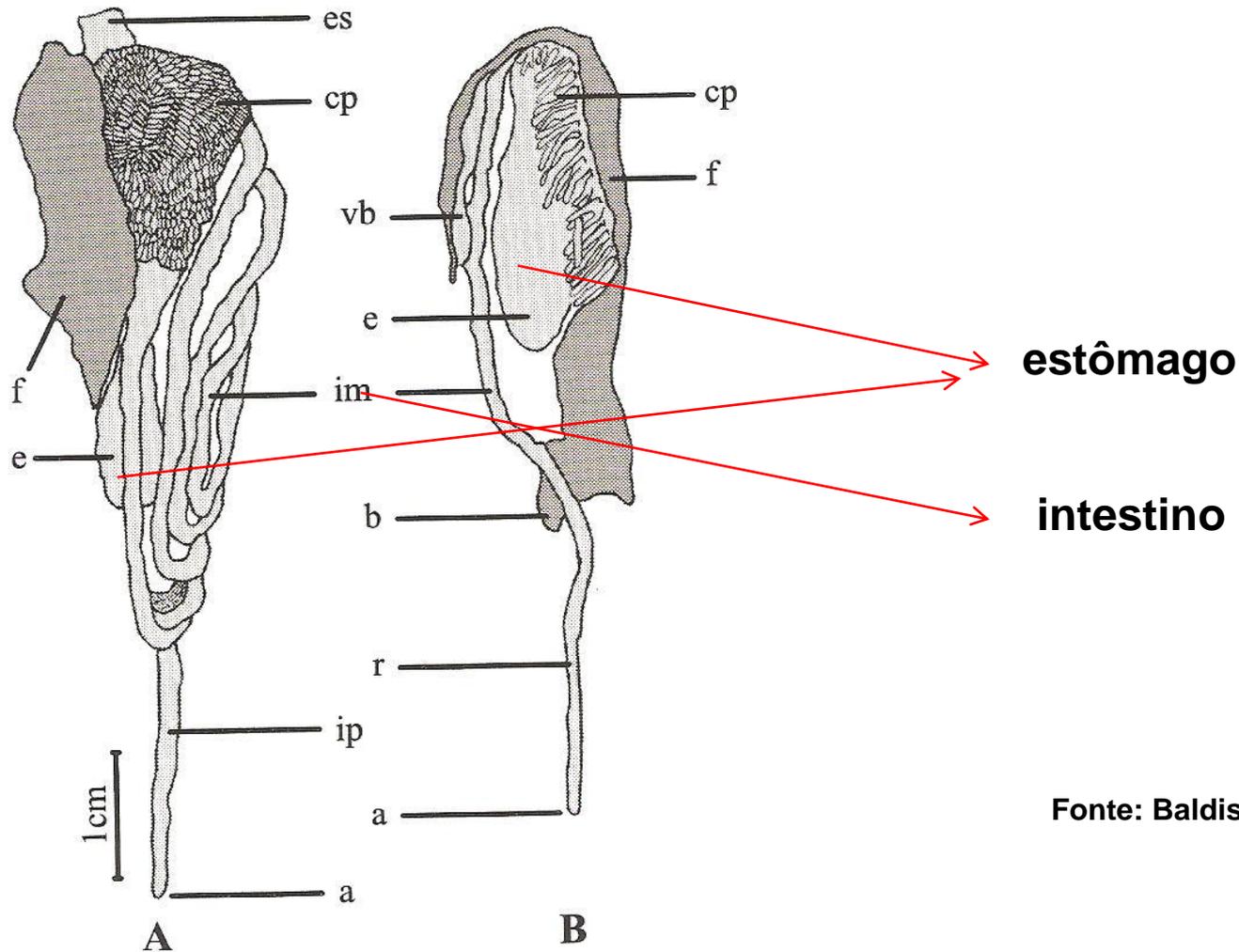
Estômago modificado

Intestino muito longo

Fonte: Lovell (1998)

A = curimba

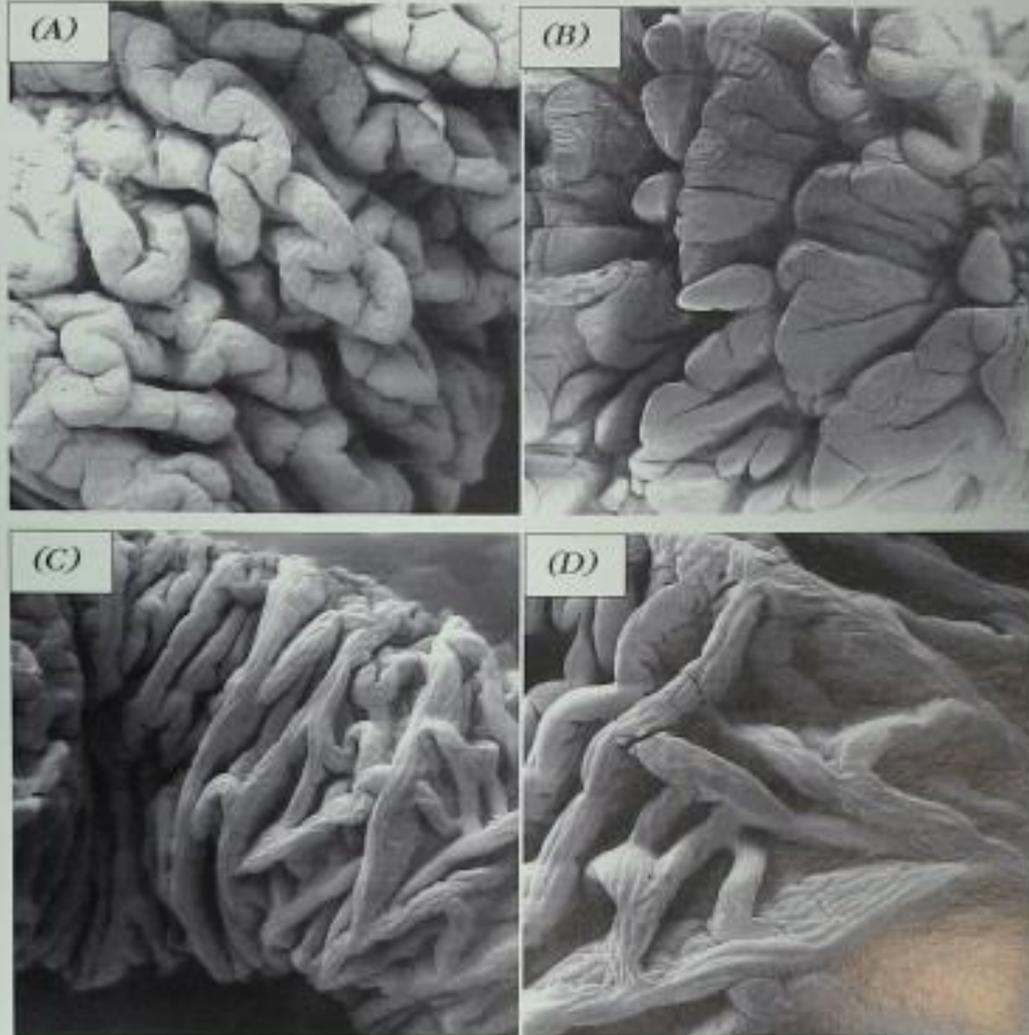
B= traíra



Fonte: Baldisserotto (2002)

Figura 2.2 – Sistema digestório de A – *Prochilodus affinis* (vista lateral) e de B – *Hoplias malabaricus* (vista ventral). Ambos os exemplares possuíam cerca de 20 cm de comprimento total. a – ânus; b – baço; e – estômago; es – esôfago; cp – cecos pilóricos, f – fígado; im – intestino médio; ip – intestino posterior; r – reto; vb – vesícula biliar (adaptado de Menin e Mimura, 1993a, b).

Microscopia do intestino



Intestino médio

Intestino distal

Figura 7. Fotomicrografia eletrônica de varredura do intestino de cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*), evidenciando o padrão predominantemente longitudinal das pregas no segmento médio (A) e (B) e reticular das pregas no segmento distal (D) e (E) (Imagens: Liris Kindlein).

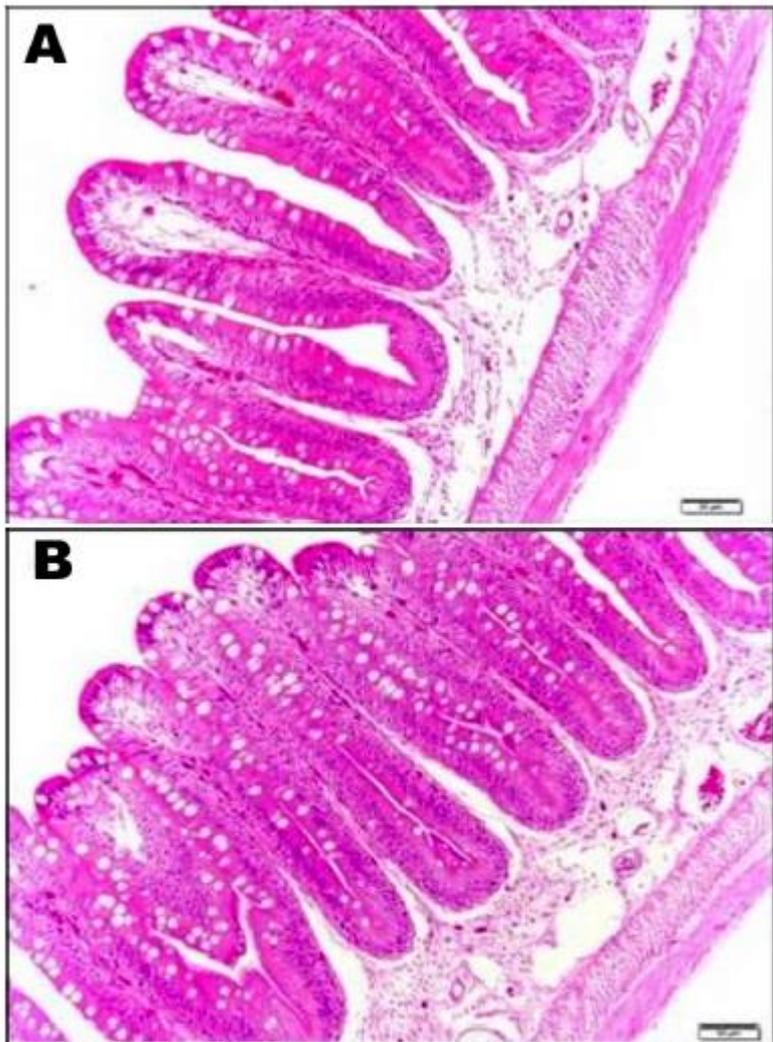
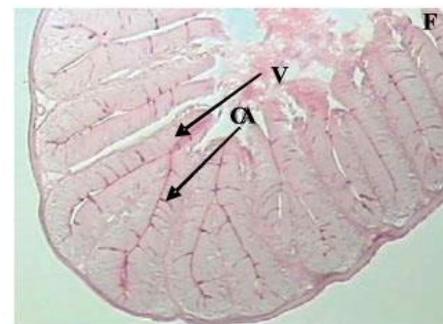
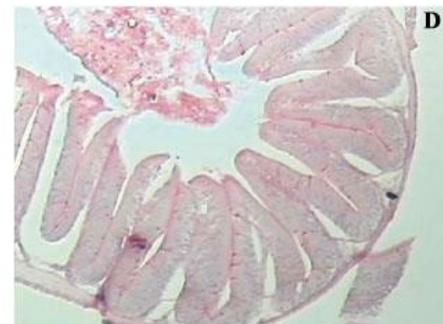
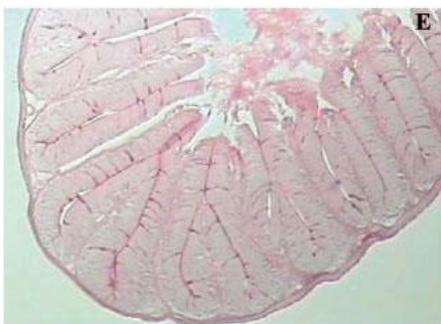


Fig.2. Parede intestinal mostrando a camada epitelial das vilosidades da porção média do intestino de juvenis de Tilápias-do-Nilo. (A) Tratamento controle. (B) Tratamento com aditivo probiótico. Hematoxilina, obj.20x.



diferenças da densidade de vilos e da integridade do tecido intestinal. A = 0%, B = 0,15%; C = 0,30%; D = 0,45%; E = 0,60%; F = 0,70% de MOS na dieta. de vilosidade; CA = células caliciformes; V = vilosidades. Coloração: P.A.S. Barra 100 µm.

Imagem de microscópio óptico acoplado ao sistema analisador de imagens Leica (Image-Pro Plus versão 4.5.0.27).

Cecos pilóricos

Encontrados em alguns teleósteos (carnívoros e onívoros mais comum);

Aumentam a área de digestão e absorção de nutrientes e provocam aumento no tempo de trânsito do alimento;

Histologicamente, similar ao intestino médio;

Responsável por grande parte da digestão de lipídeos e proteínas e recebem as secreções pancreática e biliar;

pH neutro (7,0 a 7,5)

Gonçalves et al., (2013)

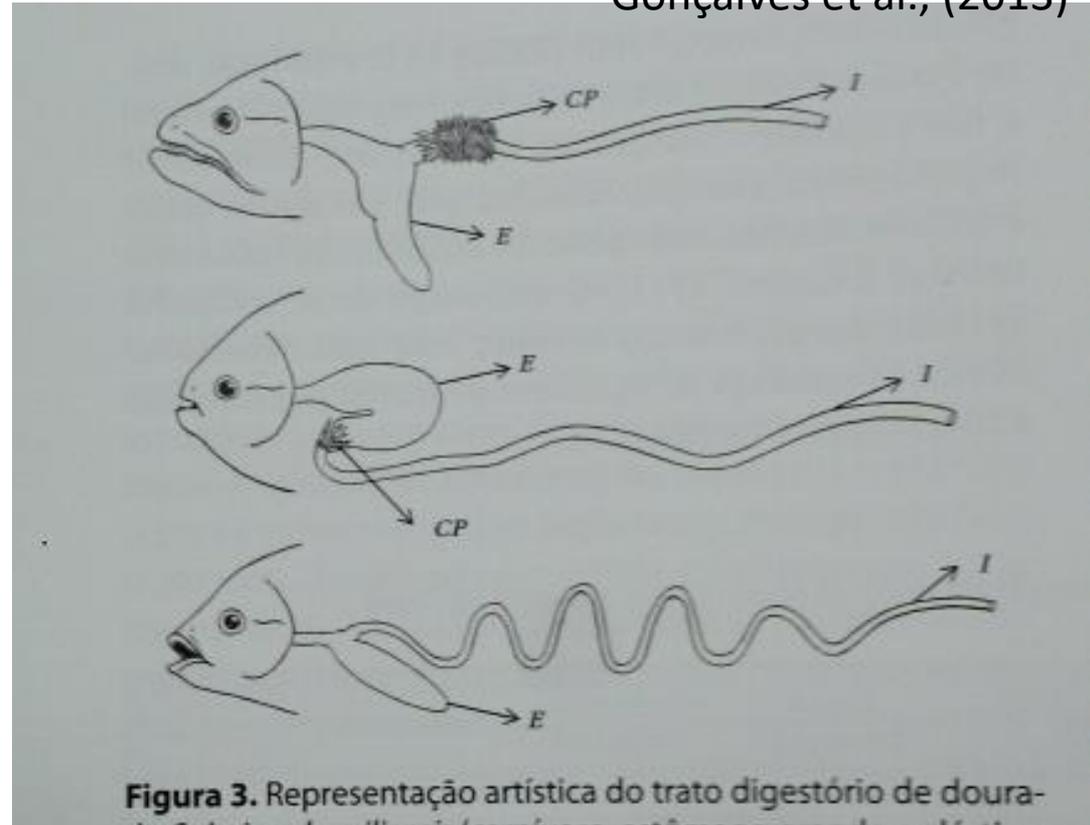


Figura 3. Representação artística do trato digestório de dourado *Salminus brasiliensis* (carnívoro, estômago grande e elástico, numerosos cecos pilórico e intestino curto), pacu *Piaractus mesopotamicus* (onívoro, estômago e intestinos de tamanhos médios e presença de cecos pilóricos), tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* (onívoro, com estômago pequeno, ausência de cecos pilóricos e intestino longo). E: estômago, CP: cecos pilóricos, I: intestino (Ilustrações: Everton Amaral Berton).

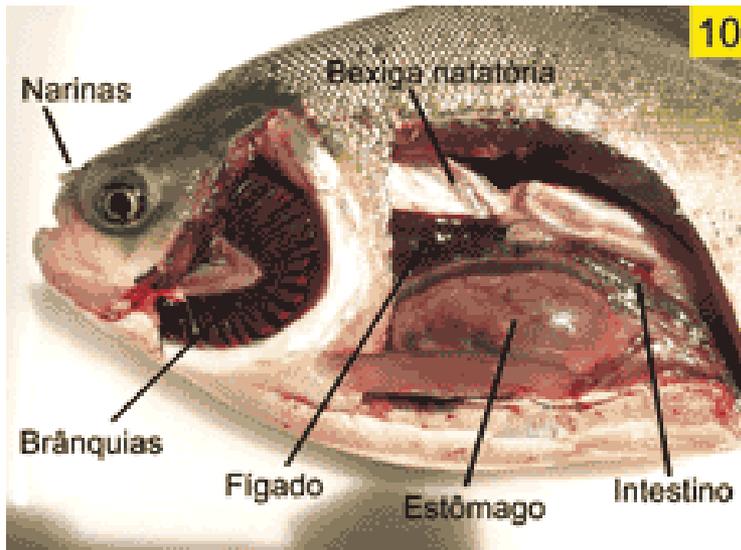


Imagem: Google

Fígado

- Funções: assimilar e armazenar nutrientes (metabolizar – CHO, LP, PB, Vit.), produzir a bile, e manter a homeostase corporal;
- Desempenha papel chave na síntese de proteínas do plasma (fibrinogênio, globulinas e albuminas);
- É um indicador do estado nutricional e fisiológico dos peixes;
- A coloração e o tamanho podem variar em função do estado nutricional
 - Fígado amarelado = acúmulo de lipídios no interior das células hepáticas;
 - Fígado avermelhado = densa vascularização

Fígado



Kubitza et al., (2000)



Imagem: Google

Microscopia do fígado

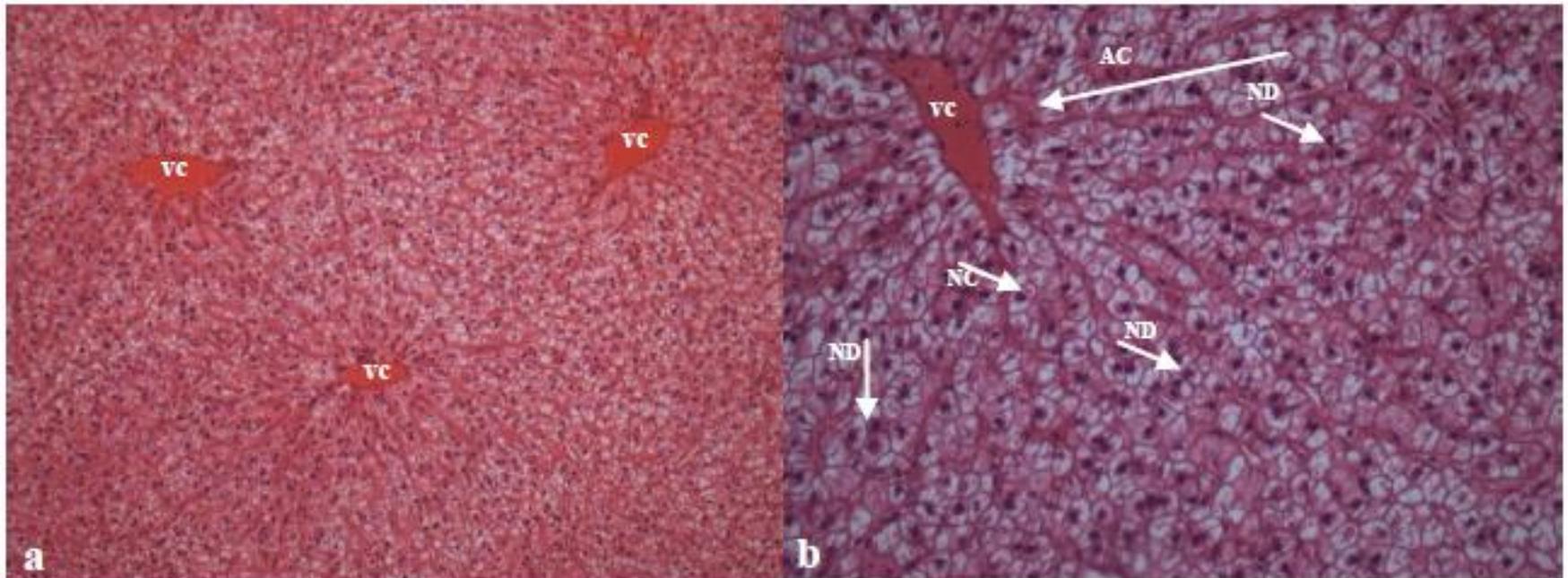


Figura 4. Características do fígado juvenis de pacu alimentados com dietas suplementadas com vitamina A. Veia centro lobular (VC); arranjo cordonal dos hepatócitos (AC); núcleo centralizado no hepatócito (NC); núcleo deslocado para a periferia (ND). a) HE - 100x; b) HE – 400X.

Pâncreas

- Na maioria dos peixes, o pâncreas apresenta-se como um órgão difuso, podendo estar espalhado no tecido adiposo, entre o intestino e o estômago, fígado (hepatopâncreas) e vesícula biliar;
- Esturjão e peixes cartilaginosos, o pâncreas é um órgão compacto;
- Função: produção de enzimas digestivas (tripsina, quimiotripsina, carboxipeptidase, amilase, lipase, etc.) e bicarbonato que neutraliza o pH ácido do quimo proveniente do estômago.

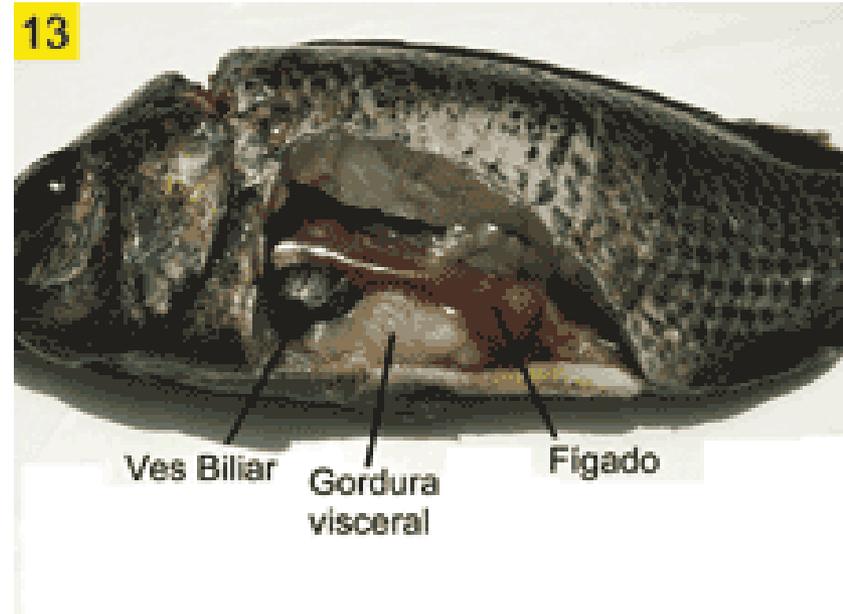
Vesícula biliar

- Função de armazenar a bile e secretá-la quando o alimento chega ao intestino;
- Sais biliares emulsificam os lipídios, potencializando a ação das lipases e auxiliando na digestão;
- Quando cheia, apresenta coloração mais escura devido a maior concentração de bile por longo período em jejum;
- A cor mais clara é evidente logo após a alimentação.

Vesícula biliar



Imagem: Google

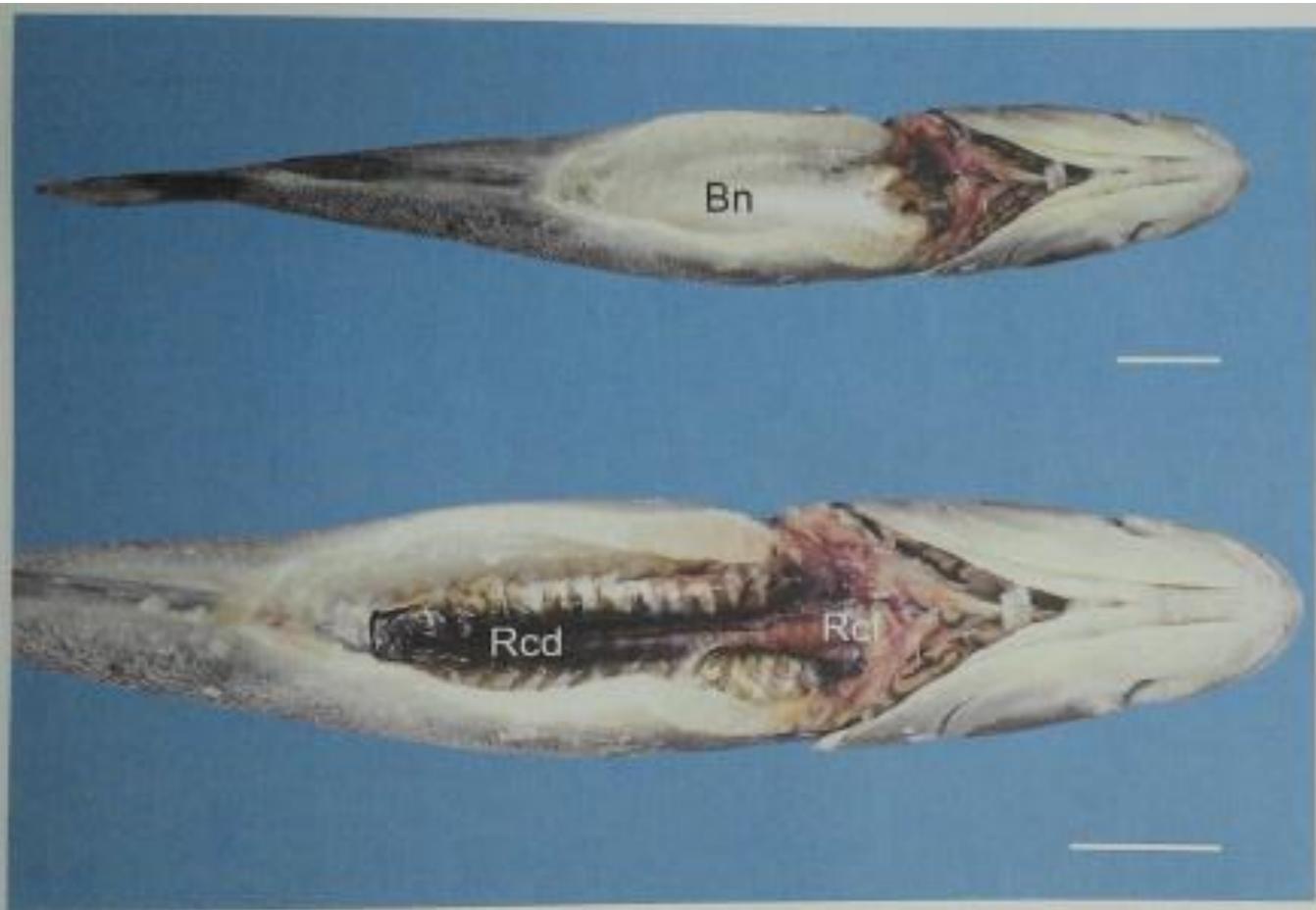


Kubitza et al., (2000)

Rim

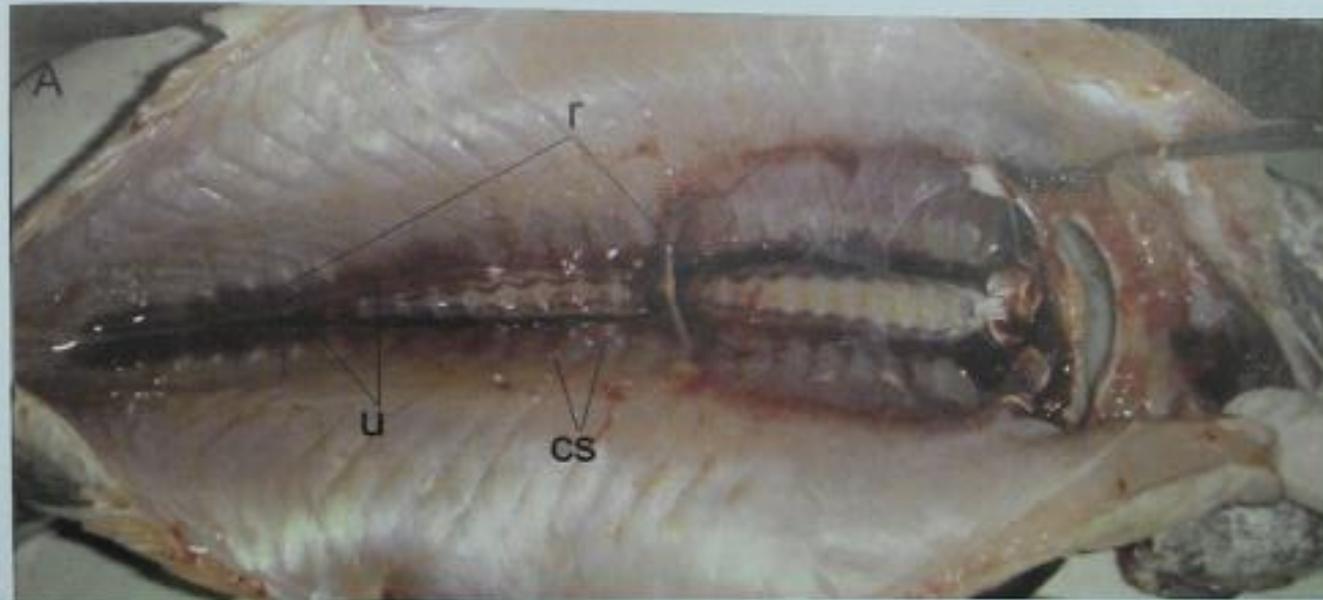
- Possui função hematopoiética (formação de glóbulos vermelhos), assim como o baço;
- Subdividido em rim anterior (cefálico) e posterior;
- A função hematopoiética ocorre na porção anterior;
- Região posterior é responsável por filtrar e retirar compostos tóxicos do sangue.

Rim



Sado et al., (2014)

Figura 48. Vista ventral de exemplar de jacundã (*Crenicichla* sp.). A bexiga natatória localizada entre as vísceras e o rim. Bexiga natatória (Bn), região cefálica (Rcf) e caudal (Rcd) do rim. Barra de escala: 2 cm. Fotografia: Carolina Zabini.



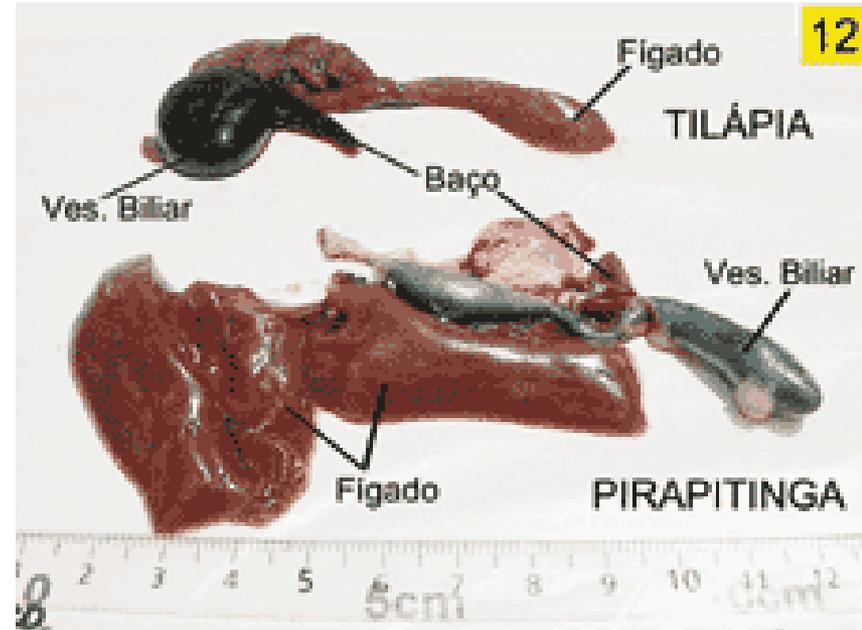
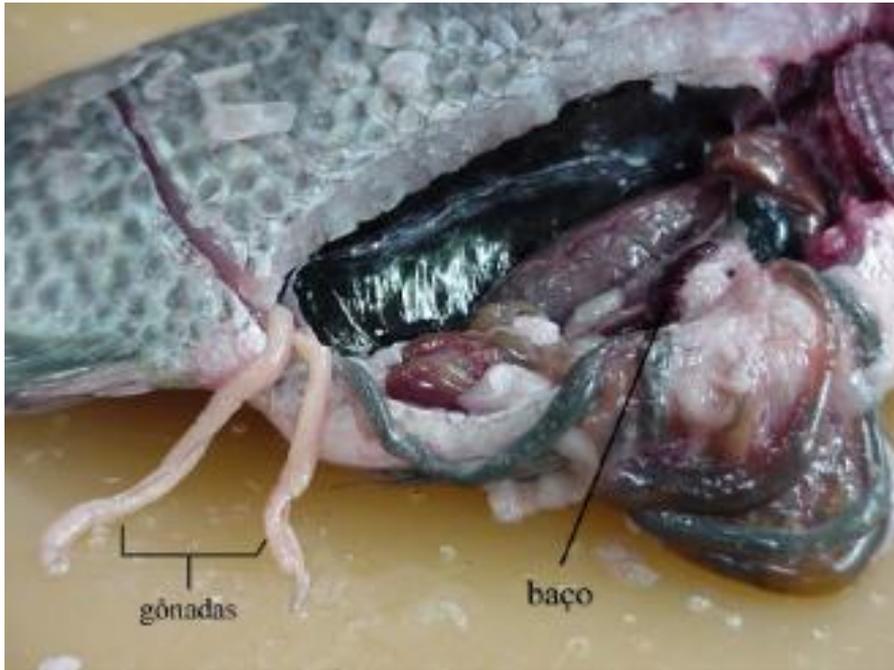
Sado et al., (2014)

Figura 18. Vista ventral de A – *Hoplias malabaricus* e B - *Leiurus marmoratus*. Trato digestório e bexiga natatória removidos para visualização do rim. bn – bexiga natatória, cs – corpúsculos de Stannius, r – rim, u – ureter. Fotos de Ana Paula G. Almeida (A) e N.E. Cruz-Casallas (B). Reproduzidas com permissão das autoras.

Baço

- Órgão de coloração vermelho escura;
- Aumento no seu tamanho pode indicar infecção;
- Funções: hematopoiética e imunológica (proteção contra doenças)

Baço



Kubitza et al., (2000)

Bexiga natatória

- Presente na maioria dos peixes entre o trato digestório e o rim;
- Elasmobrânquios não possuem;
- Importante para que os peixes mantenham uma flutuabilidade neutra (não gasta energia para subir ou descer);
- Em alguns peixes funciona como um órgão respiratório (*Arapaima gigas*);
- No interior, pode conter ar ou oxigênio

- Pode manter contato com o trato digestório (esôfago e estômago) por meio do ducto pneumático;
- Peixes que mantêm a conexão, mesmo na fase adulta, são chamados de fisóstomos;
- Os fisóclistos perdem a conexão na fase adulta.

Bexiga natatória

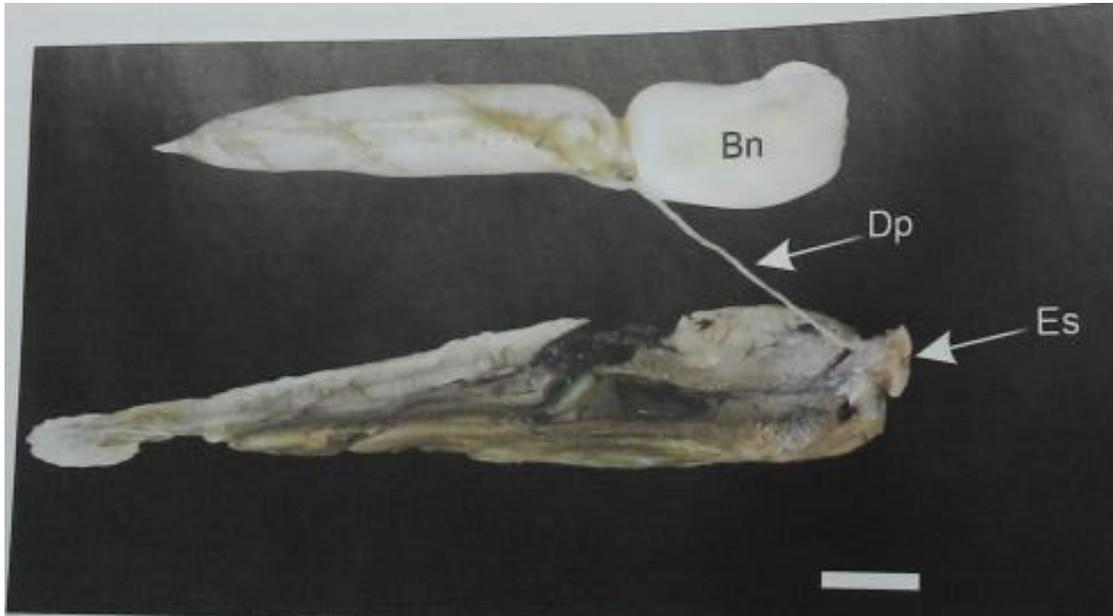
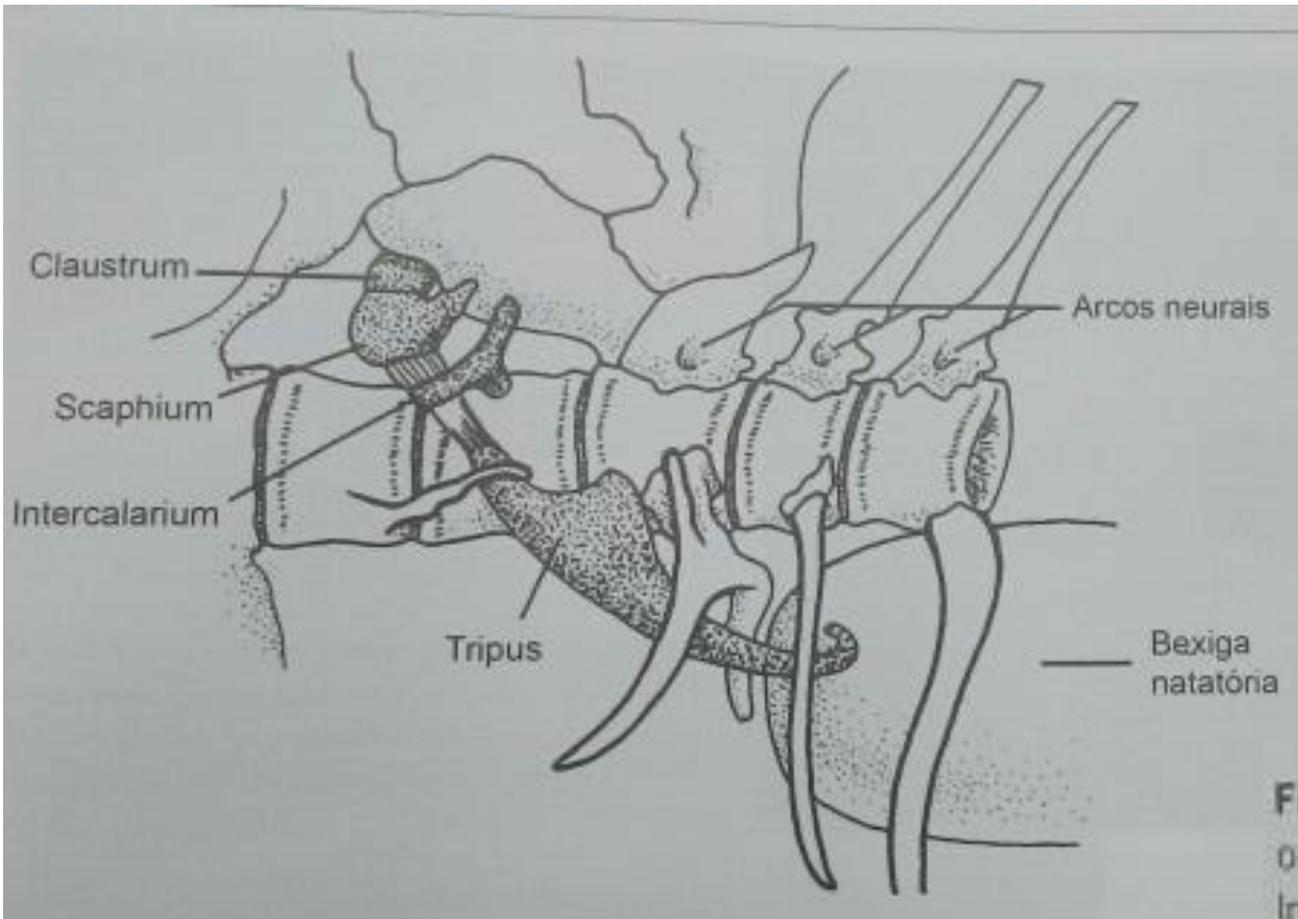


Figura 16. Sistema digestório e bexiga natatória de exemplar de peixe fisóstomo fisóstomo (carpa-capim). Presença do ducto pneumático conectando a bexiga natatória ao esôfago. Ducto pneumático (Dp), bexiga natatória (Bn), esôfago (Es). Barra de escala: 2 cm. Fotografia: Carolina Zabini.

Aparelho de weber

- Vértebras anteriores fundidas a quatro ossículos do ouvido interno que se unem a bexiga natatória;
- Este sistema facilita a transmissão do som e percepção do peixe;
- Ossículos: Tripus, Intercalarium, Scaphium e Clastrum;
- Esses ossículos transmitem as vibrações do meio ambiente captadas pela bexiga natatória e as conduzem para o ouvido interno (otólito)

Aparelho de Weber



Sado et al., (2014)

Figura 17. Esquema ilustrativo dos ossículos (Claustrum, Scaphium, Intercalarium e Tripus) que compõe o aparelho de Weber. Adaptado de Helfman et al. (2009).

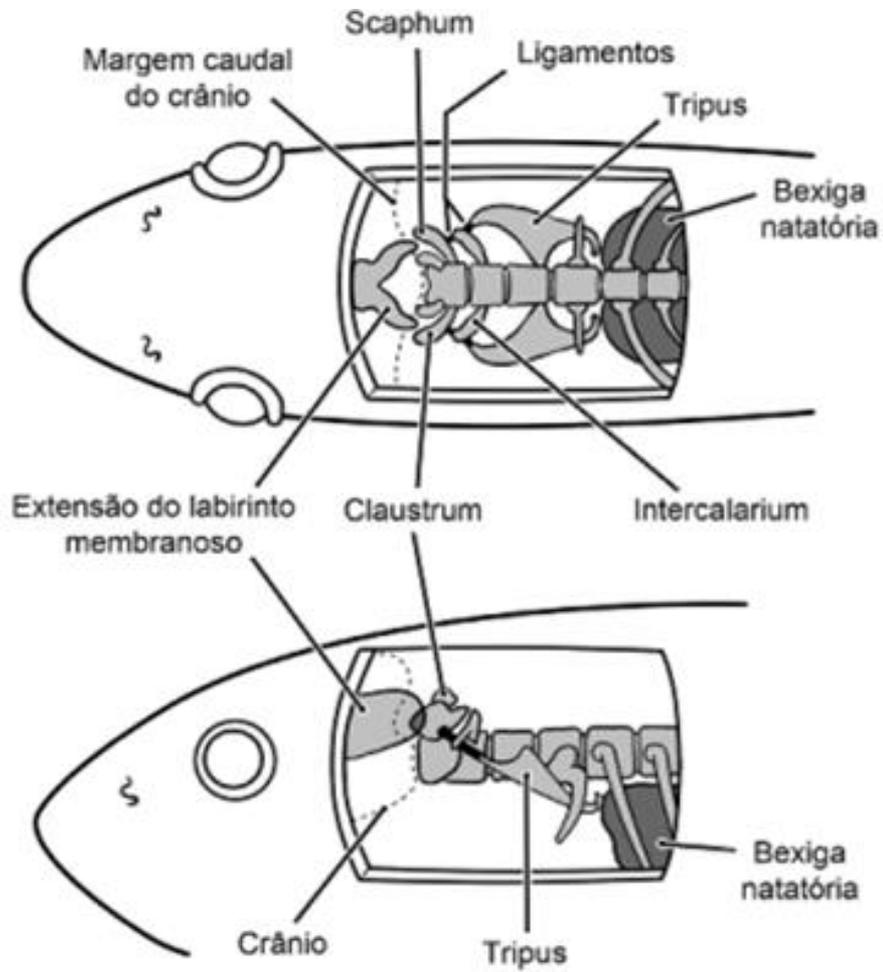
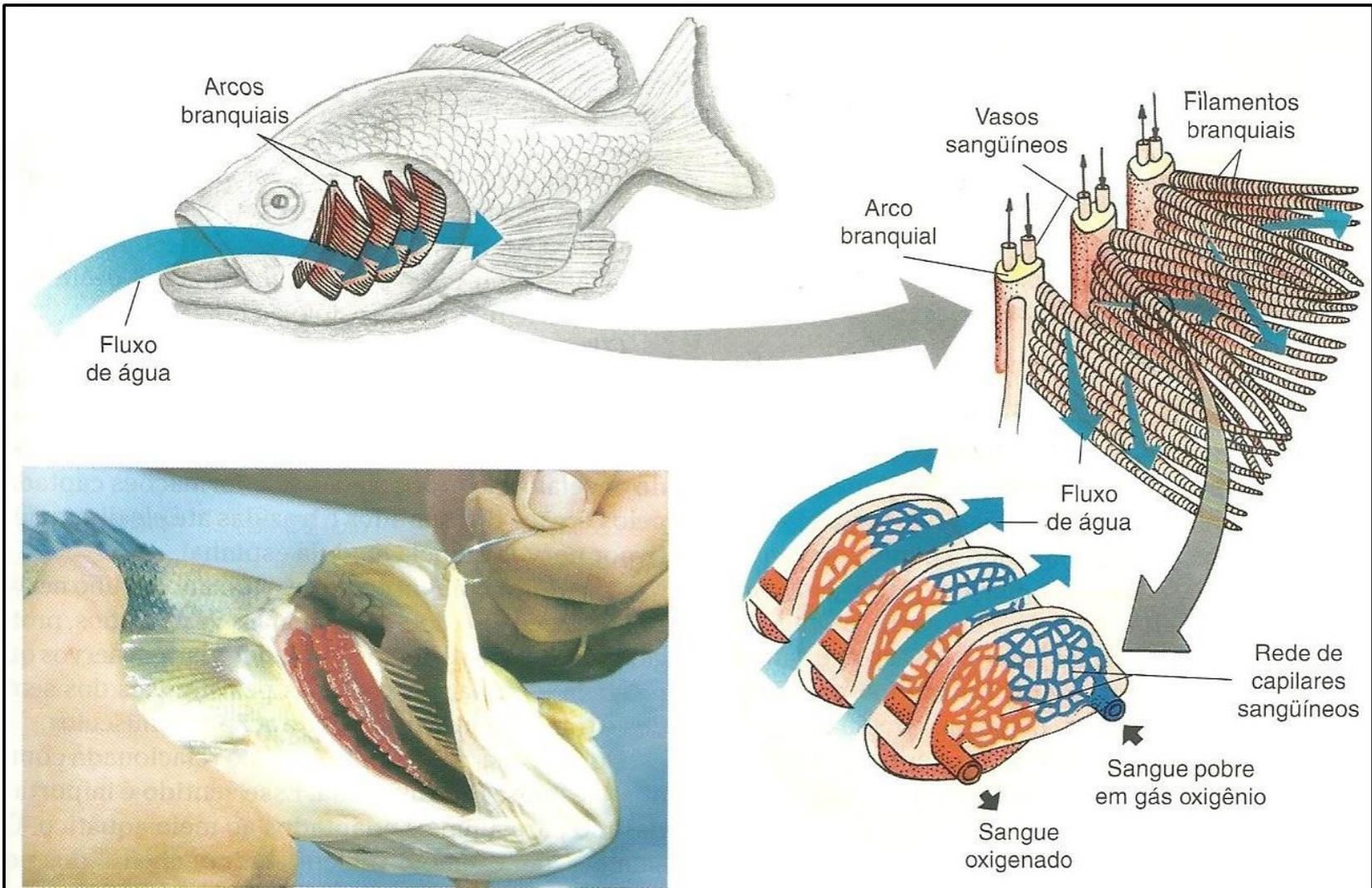


Figura 3.13: Aparelho de Weber, com vértebras modificadas ligadas à bexiga natatória. / Fonte: modificado de PUGH *et al.*, 2008; elaborado por USP/Univesp

Imagem: Eleonora Trajano

Brânquias

- Divididas em 4 arcos branquiais de cada lado;
- Arcos são formados por duas fileiras de filamentos branquiais;
- Os filamentos contêm as lamelas branquiais (unidades respiratórias)



Representação esquemática das brânquias de um peixe. Fotografia de um peixe com o opérculo aberto para mostrar as brânquias. É comum o consumidor observar as brânquias dos pescados para certificar-se de seu estado de conservação.

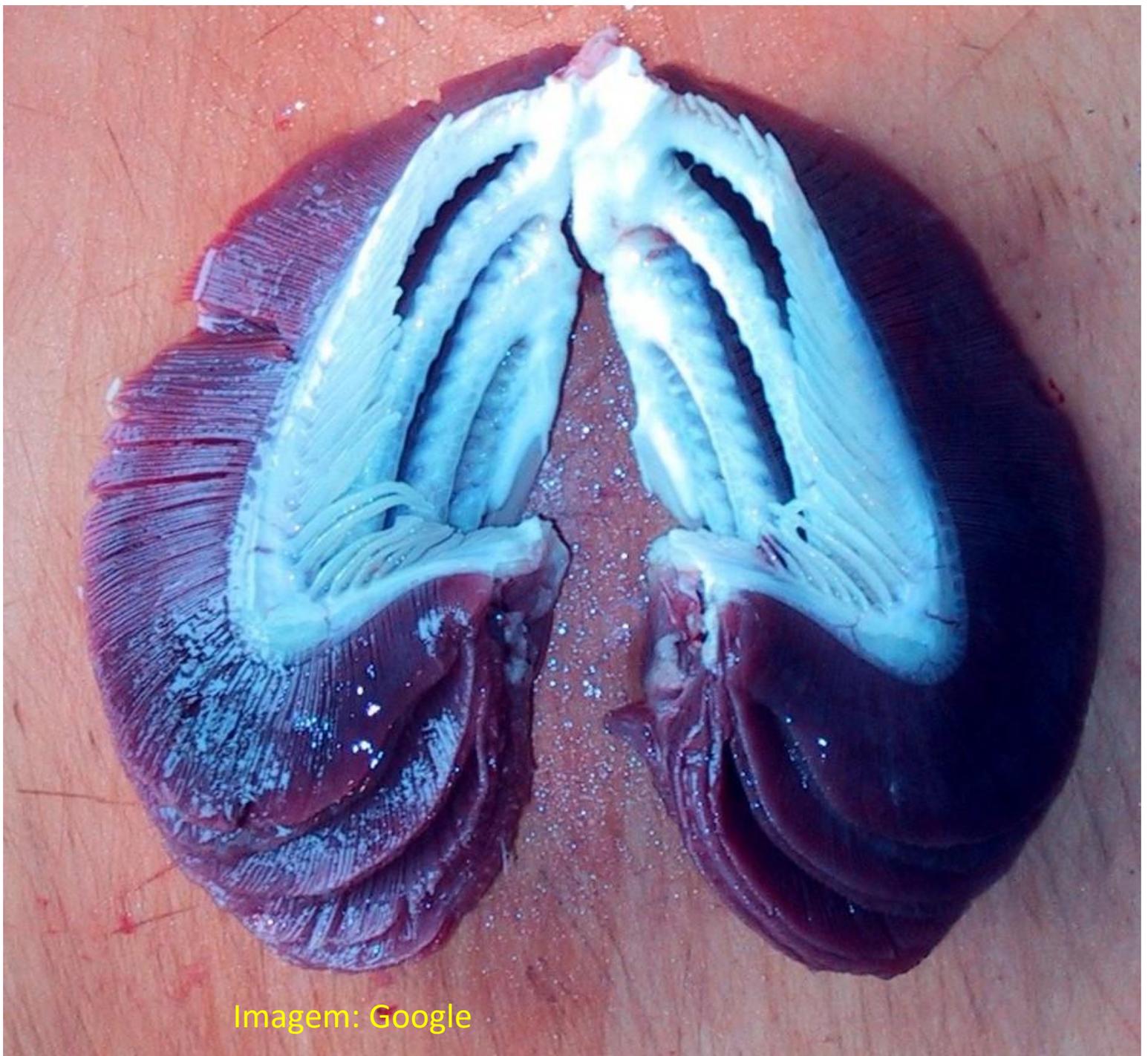


Imagem: Google

Hábitos alimentares

- Em virtude das diferentes disposições dos órgãos, de seu formato e da presença/ausência de alguns, os peixes podem ser agrupados em: carnívoros, onívoros, herbívoros e detritívoros



Com base no hábito
alimentar

- Várias espécies adaptam sua dieta ao alimento disponível, que pode variar de plâncton a peixes, passando por bactérias e algas;
- O hábito alimentar também pode variar de acordo com o ciclo de vida do peixe. Uma espécie pode apresentar enquanto juvenil, dieta composta por zooplâncton, e quando adultas, por plantas.

- Os peixes podem ainda ser agrupados em: filtradores, plactófagos, bentófagos e piscívoros.
- Essas diferenças se baseiam, não no hábito, mas no comportamento alimentar, morfologia do trato gastrointestinal e fisiologia digestiva.

- Outra classificação, baseada na diversidade de alimentação, é: consumidores de uma dieta mista – eurípagos;
- Consumidores de uma dieta limitada de alimentos – estenófagos;
- Consumidores de apenas um tipo de alimento - monófagos

- Portanto, uma espécie de peixe, pode ter a seguinte classificação:
- Carnívoro --- piscívoro --- monófago



Imagem: RS Discus

Considerações finais

- Grande variedade de formas tanto externa quanto interna;
- A alimentação faz com que a configuração dos órgãos seja tão distinta entre as espécies.