

# Anatomia e Fisiologia de Peixes de Água Doce

## Aplicada à Piscicultura



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



Ambiente aquático reúne cerca de 47% de toda a diversidade de vertebrados

## Peixes de água doce

Principais ordens que sobressaem em diversidade e são morfológicamente bem diferentes, são:

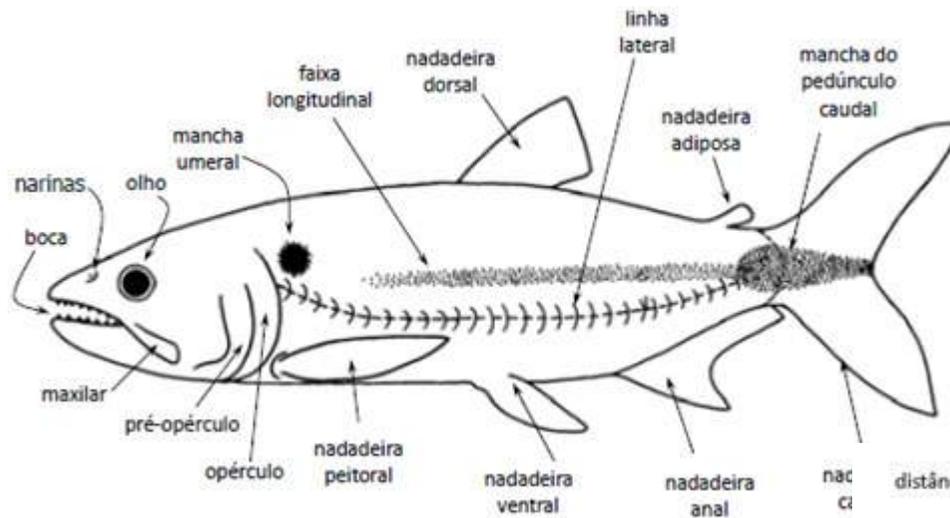
**Siluriforme**  
**Characiforme**  
**Perciforme**



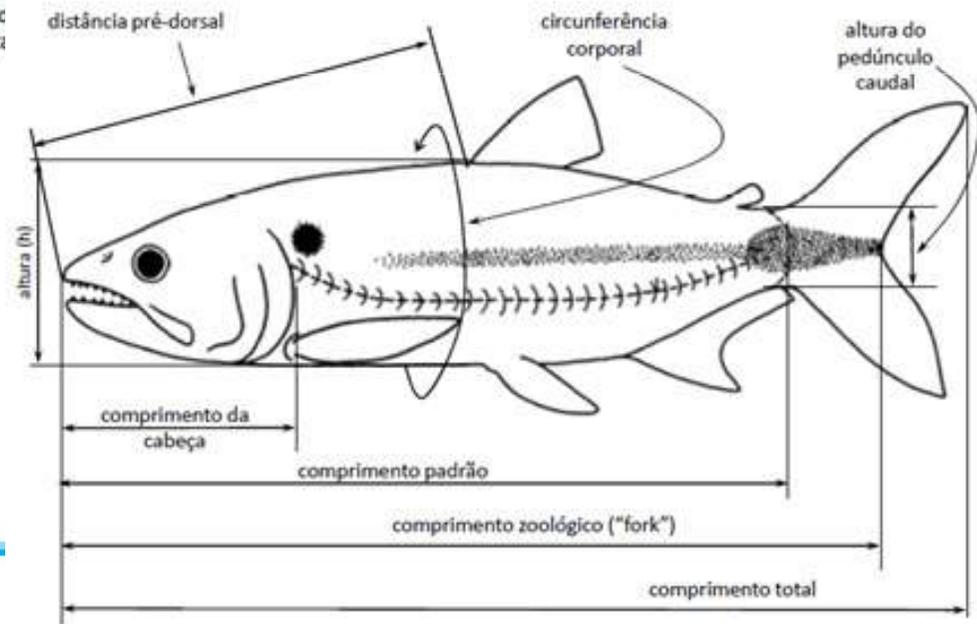
Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



# MORFOLOGIA DE CHARACIFORME



Anatomia externa

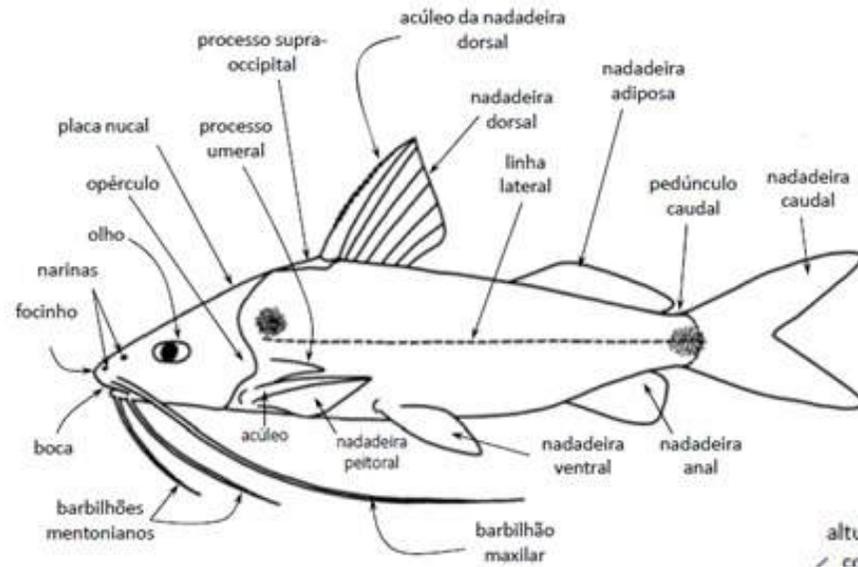


Morfometria padrão



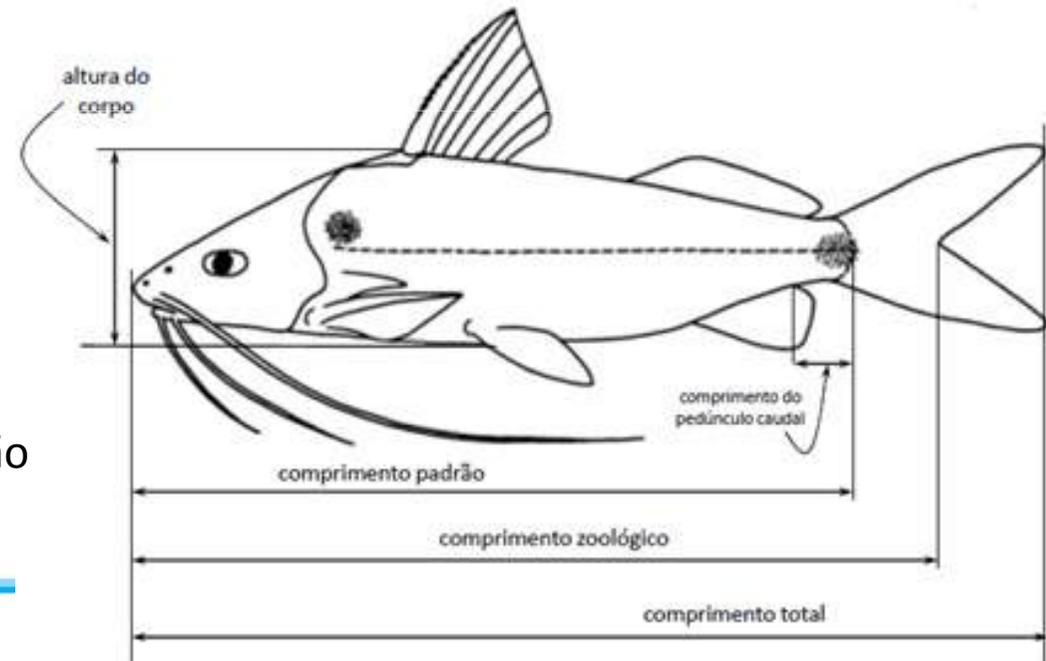
Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

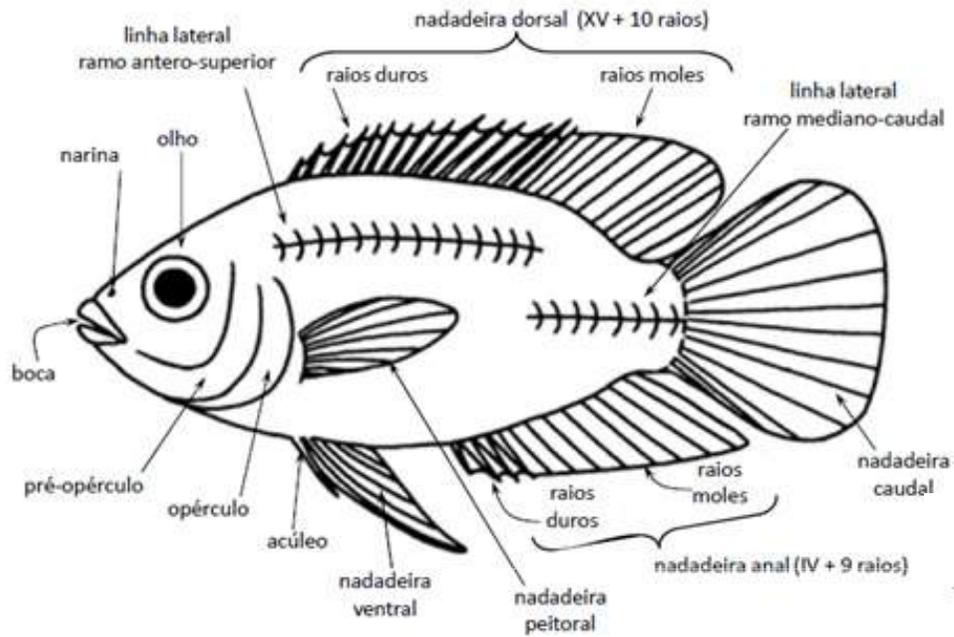




Anatomia externa

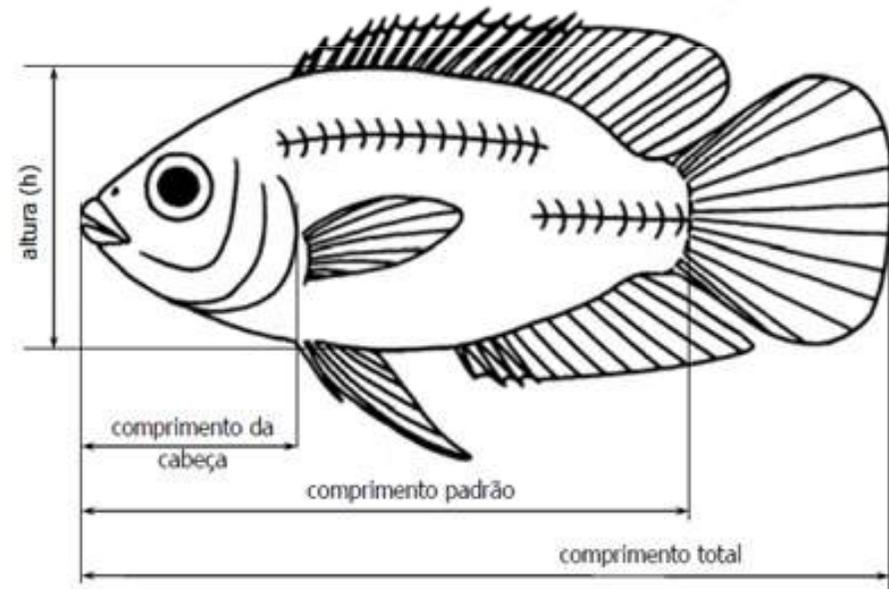
Morfometria padrão





Anatomia externa

Morfometria padrão



## FORMA X FUNÇÃO

Compreender que para cada forma existente de peixe e de estrutura anatômica existe uma função determinada e qual é essa função: ajuda a compreender a espécie cultivada e seus hábitos.

Esse conhecimento deve servir para apresentar as condições favoráveis no ambiente de cultivo → **sucesso de produção**

Evolução dos peixes → diferentes formas corporais → ocupação dos diversos ambientes e desempenharem diferentes atividades.

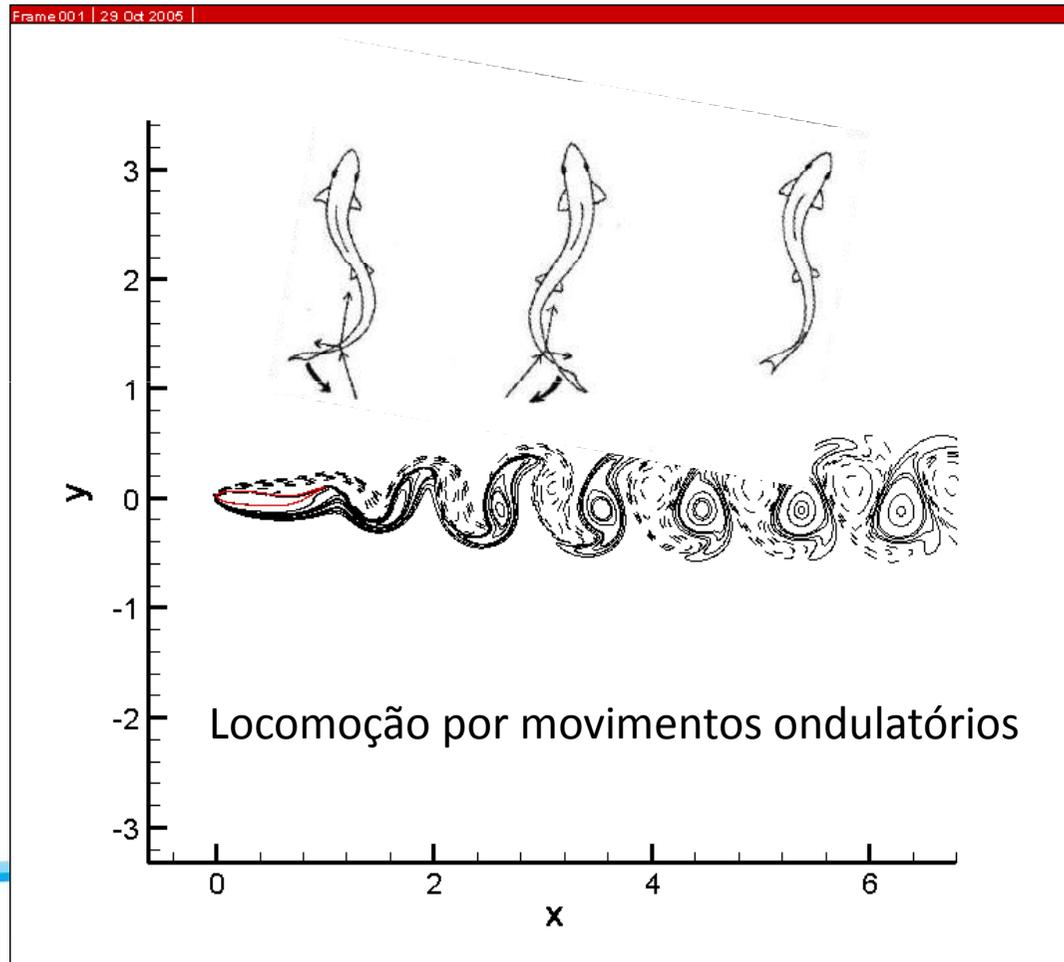


Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



**FORMA X DESLOCAMENTO**

Corpo fusiforme → por apresentar a mais baixa resistêcia no deslocamento aquático (ótima hidrodinâmica), é o formato mais comum entre os peixes.



Completas, semi-completa ou reduzida.

A nadadeira caudal é o principal apêndice propulsor

As nadadeiras dorsais e anal atuam como estabilizadoras

As nadadeiras peitorais direcionam os movimentos

Nadadeira caudal – principal apêndice locomotor (propulsor)



Lunar



Bifurcada



Arredondada



Rombica



Truncada



Emarginada

PREDADORES ERRÁTICOS:



PEIXES DE SUPERFÍCIE:



PREDADORES EM ESPERA OU EMBOSCADA:



PEIXES DE CORPO ALTO:



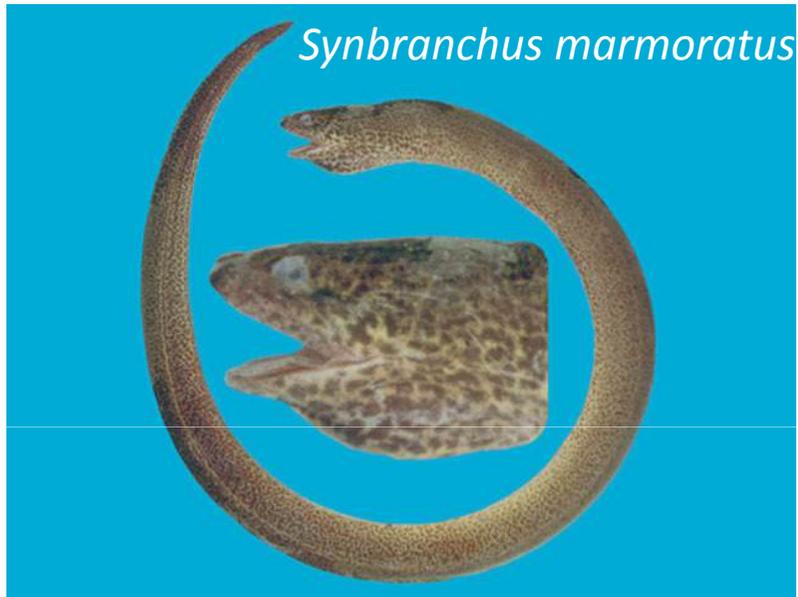
Fotos: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



PEIXES ANGUILIFORMES:



PEIXES DE FUNDO:



*Hypostomus boulengeri*



Fotos: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)

## Sistema tegumentar = pele + anexos cutâneos

Pele = epiderme (externa de função protetora) + derme (interna de função germinativa)

Anexos cutâneos:

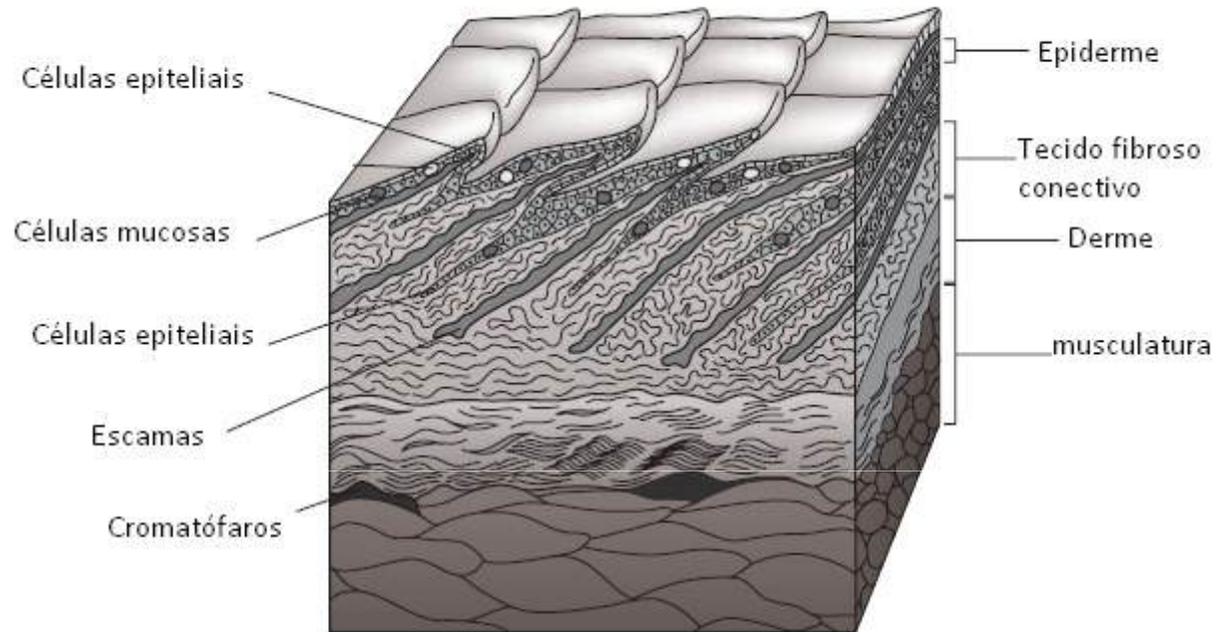
- Glândulas mucosas - substância glicoprotéica responsável pela lubrificação externa, que reduz o atrito do animal com a água, confere proteção, impedindo a entrada de agentes infecciosos
- Escamas – com origem na derme
- Cromatóforos (células pigmentadas) – a cor tem função no comportamento reprodutivo (atração sexual) ou no mecanismo de mimetismo quando o peixe pode tentar ficar “invisível” aos olhos do predador



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



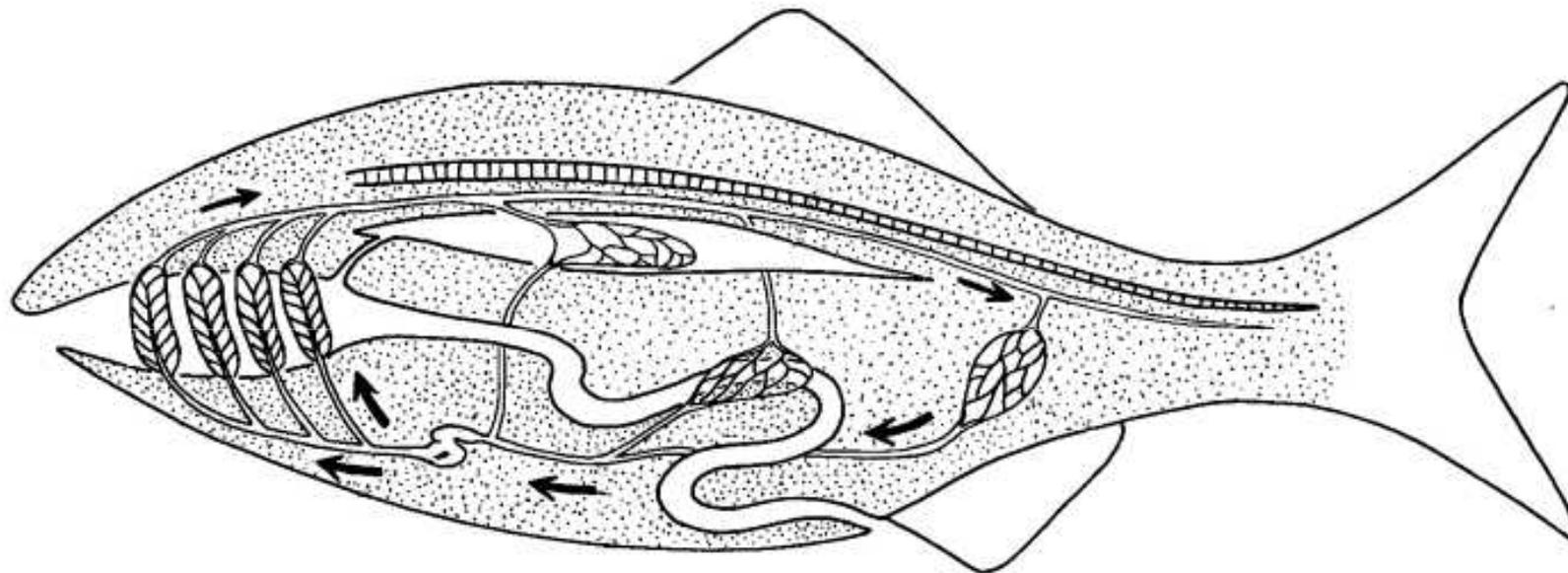
## SISTEMA TEGUMENTAR



Fonte: adaptado de The diversity of fishes / Gene S. Helfman, Bruce B. Collette, Douglas E. Facey.

**ATENÇÃO:** manipulação em peixes vivos pode remover a camada protetora (muco e escamas) podendo prejudicar muito o estado do mesmo.

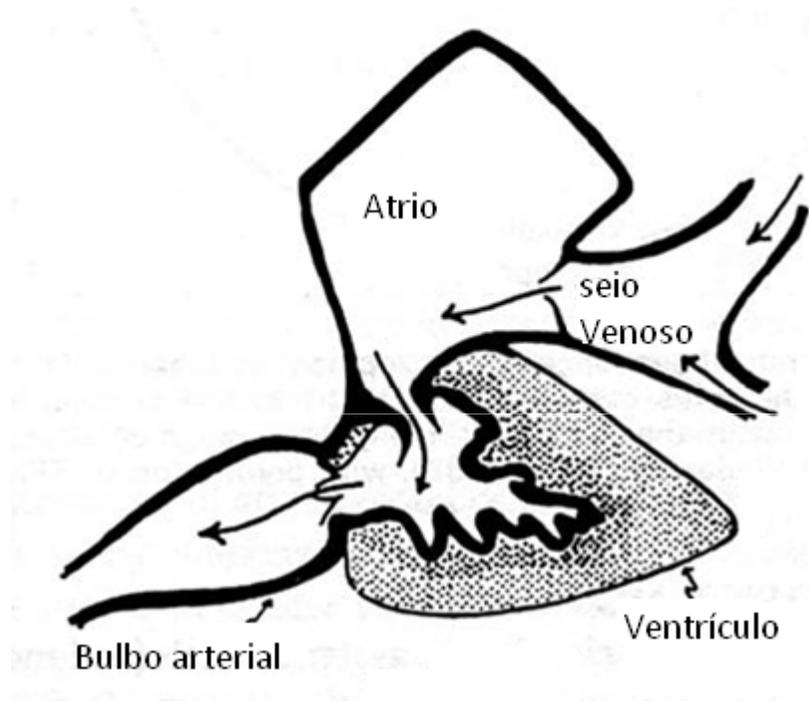
## SISTEMA CIRCULATORIO



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## Coração - dicavitário



**Seio venoso:** não possui válvulas, pequeno, com paredes delgadas;

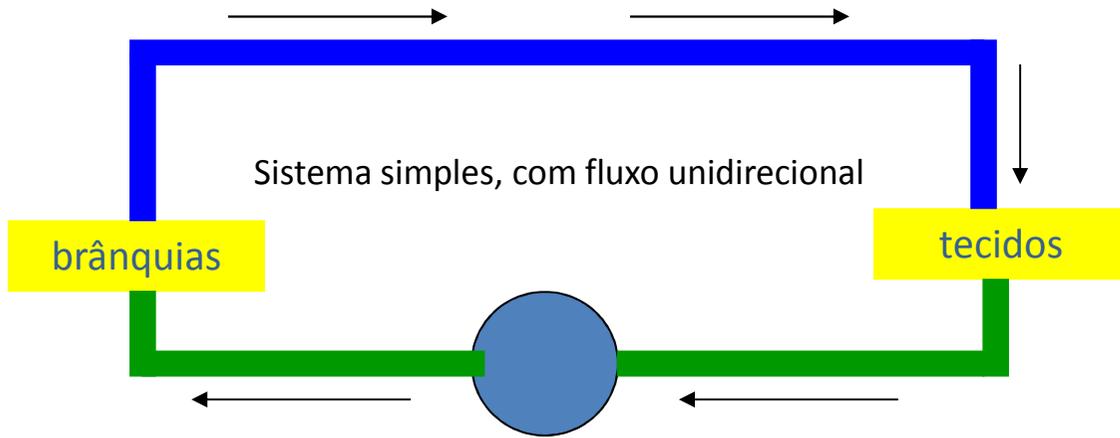
**Átrio:** impulsiona o sangue para o ventrículo;

**Ventrículo:** parede grossa – impulsiona o sangue;

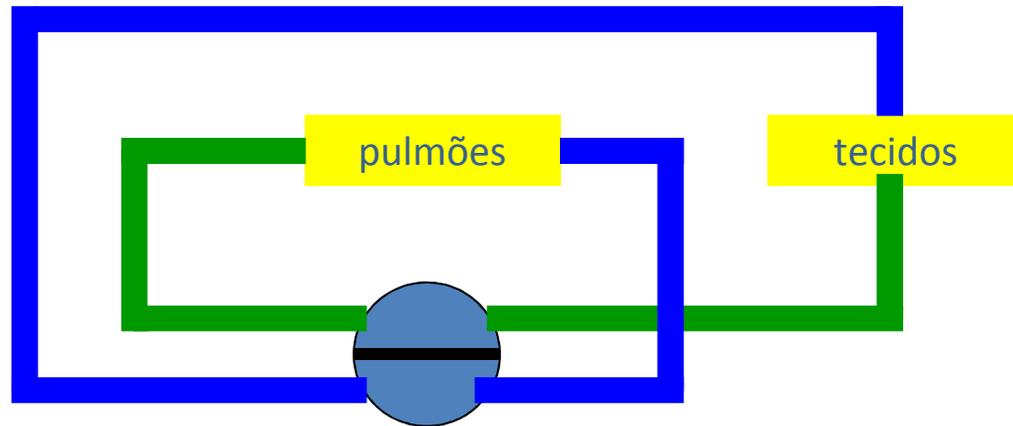
**Bulbo arterial:** parede grossa – depósito passivo elástico para uniformizar o fluxo sanguíneo.

## Hemodinâmica:

**SANGUE** - 2 a 5%  
do peso corporal.  
Eritrócitos nucleados



## Mamíferos



Os peixes são animais pecilotérmicos (ou heterotérmicos)

## NÃO REGULAM A SUA TEMPERATURA DE FORMA ATIVA

Eles precisam encontrar o ambiente adequado para ajustar a melhor temperatura do ambiente ao funcionamento de seu metabolismo colocando-se nas diferentes profundidades da coluna d'água, de forma a encontrar a temperatura ideal.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

Fornecer a temperatura ideal para cada espécie.

Como a temperatura é difícil de se controlar em ambientes de cultivo, salvo por uso de estufas, é importante observar e respeitar os requerimentos específicos de temperatura para que se tenha sucesso nas diferentes fases do cultivo



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## Balanco hídrico em peixes de água doce

HIPEROSMÓTICOS EM RELAÇÃO AO MEIO - fluidos corporais mais concentrados do que o meio em que vivem;

PROBLEMAS BÁSICOS - entrada excessiva de água por osmose e perda de íons por difusão;



Trabalho da osmorregulação dos peixes de água doce:

Evitar, ao máximo possível, a perda de íons ou ter mecanismos eficientes para captar íons do meio;

Eliminar todo o excesso de água (ou evitar sua entrada no corpo);

## APLICAÇÃO PRÁTICA

ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO IÔNICA DA ÁGUA (depende do fundo) E OBSERVAÇÃO DA TOLERÂNCIA DA ESPÉCIE À SALINIDADE



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



O sistema excretor dos peixes é responsável por eliminar os resíduos do metabolismo e do alimento não digerido.

**Sólidos**: fezes (restos do bolo alimentar não digerido)

**Rins**: eliminar resíduos tóxicos do sangue, gerado pelo metabolismo e alimentação

**Pele**: elimina sais, água e uréia

**Brânquias**: elimina amônia



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



Rins excreta:

Compostos nitrogenados: oriundo da desaminação de aminoácidos

Sais

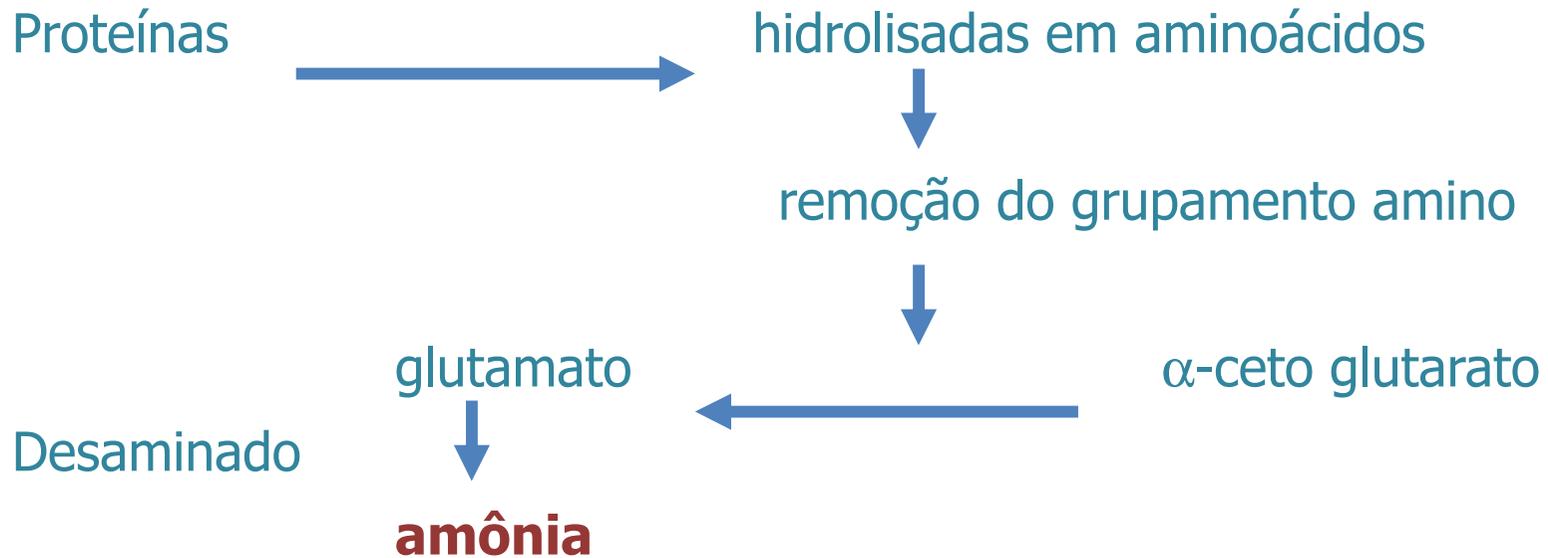
Água

Rim de  
pirarucu



Rim anterior: órgão hematopoiético  
Rim posterior: processo de excreção

## Excreção Nitrogenada



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## Produtos de excreção nitrogenada:

1. Amônia - excretada por difusão passiva ou por mecanismo ativo de troca por  $\text{Na}^+$  ( $\text{NH}_4^+$ ).
2. Uréia - produzida no fígado em ciclo idêntico aos dos mamíferos, excreção também é branquial;
3. Creatinina e Creatina - creatina predomina, ambas de excreção renal;
4. Ácido Úrico - convertido em uréia.



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## Fatores que influem na proporção de excreção iônica e não iônica

# AMBIENTE

- **Água com baixa  $\text{NH}_3$**  → excreção passiva (em condições normais, quase 100% da amônia pode ser eliminada dessa forma).
- **Água com alta  $\text{NH}_3$**  → excreção de  $\text{NH}_4^+$  em troca de  $\text{Na}^+$  mecanismo utilizado para correção de distúrbios osmorregulatórios (força entrada de mais  $\text{Na}^+$ ). Usado quando em acidose metabólica pois remove os íons  $\text{H}^+$  = alcalinização.



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## Toxidez da amônia:

$\text{NH}_4^+$  - praticamente atóxica

$\text{NH}_3$  - altamente tóxica

(A proporção depende do pH do meio)

Efeitos

**nas brônquias**

Hipertrofia epitelial

separação entre capilares e epitélio

oclusão hiperplásica das lamelas;

redução no crescimento, aumento nos níveis de cortisol sanguíneo, redução no apetite, imunossupressão, hiperventilação e hiperexcitabilidade.



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## APLICAÇÃO PRÁTICA

### MANTER A ÁGUA DE CULTIVO COM BAIXA AMÔNIA

(lotação adequada, boa qualidade de água, manejo alimentar e de adubação ajustados, etc.)



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



**ÁGUA** → possui de 0,06 a 17,1 mg de O<sub>2</sub> / litro → até 1,2% de seu volume;  
(0,04 a 12 ml)

**AR** → possui 260 mg de O<sub>2</sub> / litro → 21% de seu volume;  
(ou 210 ml)

### CONCLUSÃO

Tem que haver um órgão especializado para captar  
o pouco O<sub>2</sub> dissolvido da água.

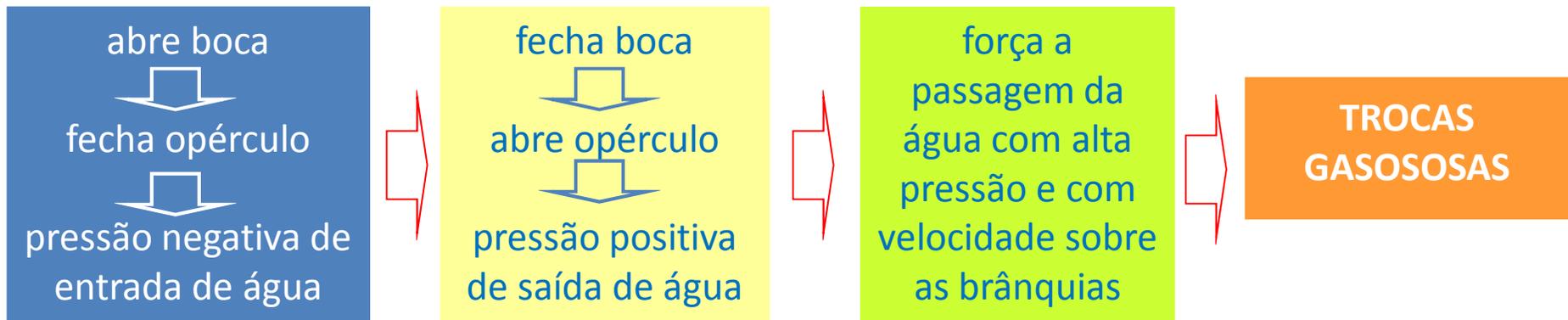
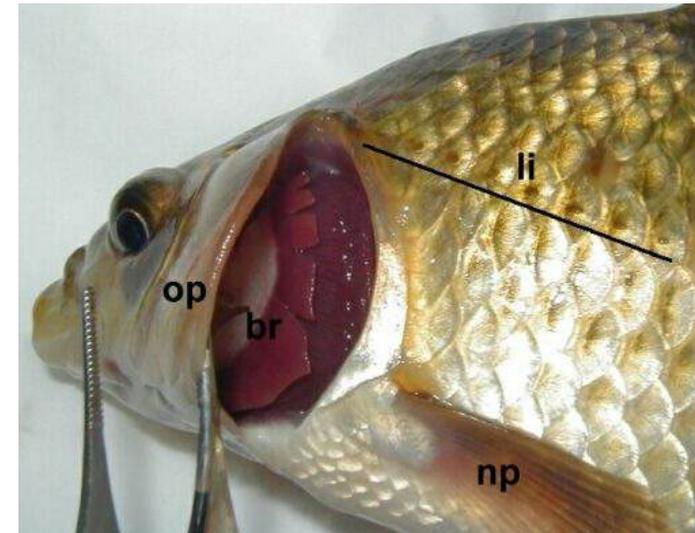


Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



**BRÂNQUIAS** – troca gasosa entre as brânquias e a água → difusão através do epitélio diferenciado das brânquias

**TROCA GASOSA:** Ocorre nas lamelas a medida que a água flui entre elas numa direção e o sangue na direção oposta



**Estrutura das brânquias:**

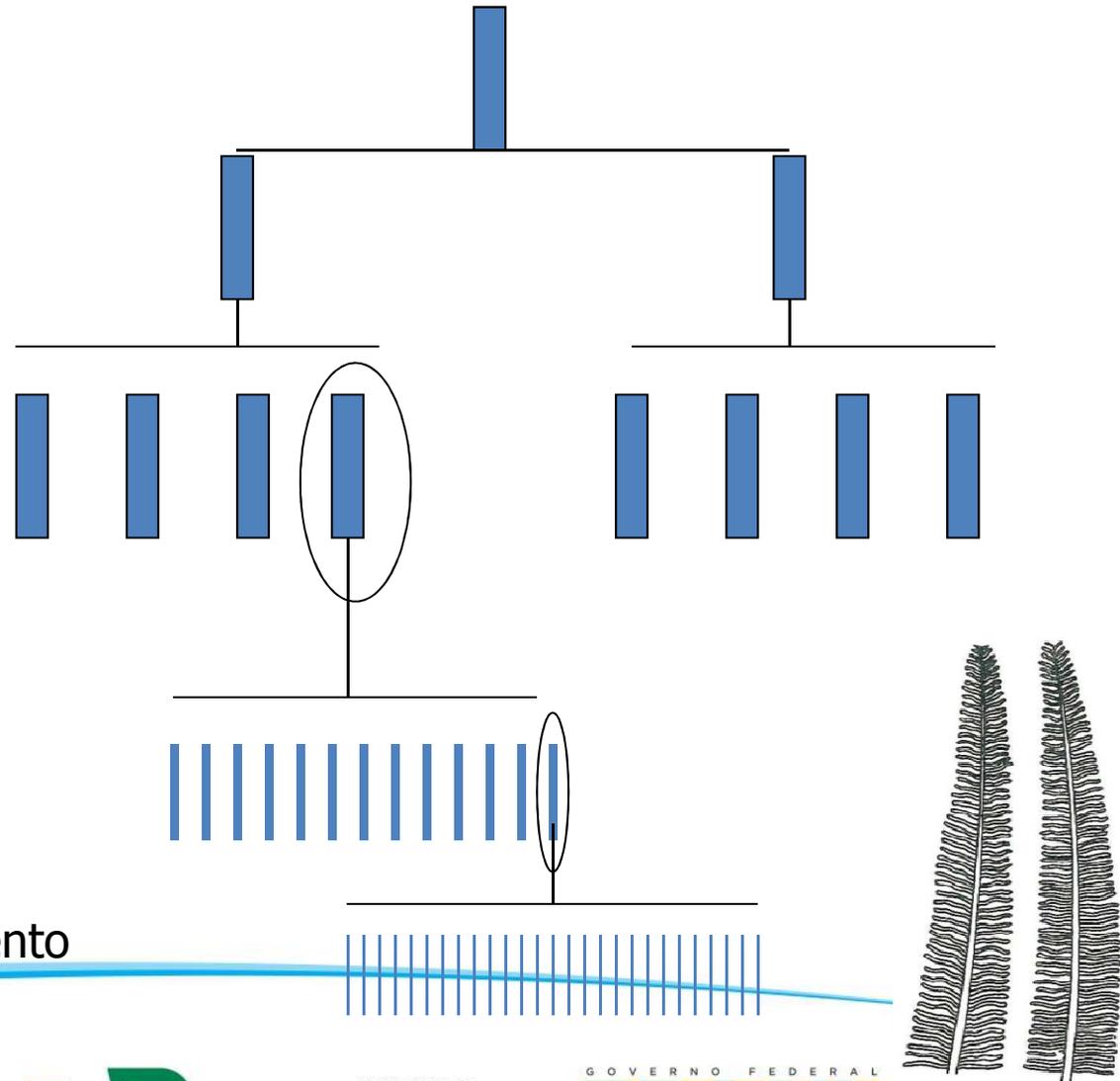
Peixe

2 cavidades branquiais

4 arcos branquiais

Vários filamentos branquiais em cada arco

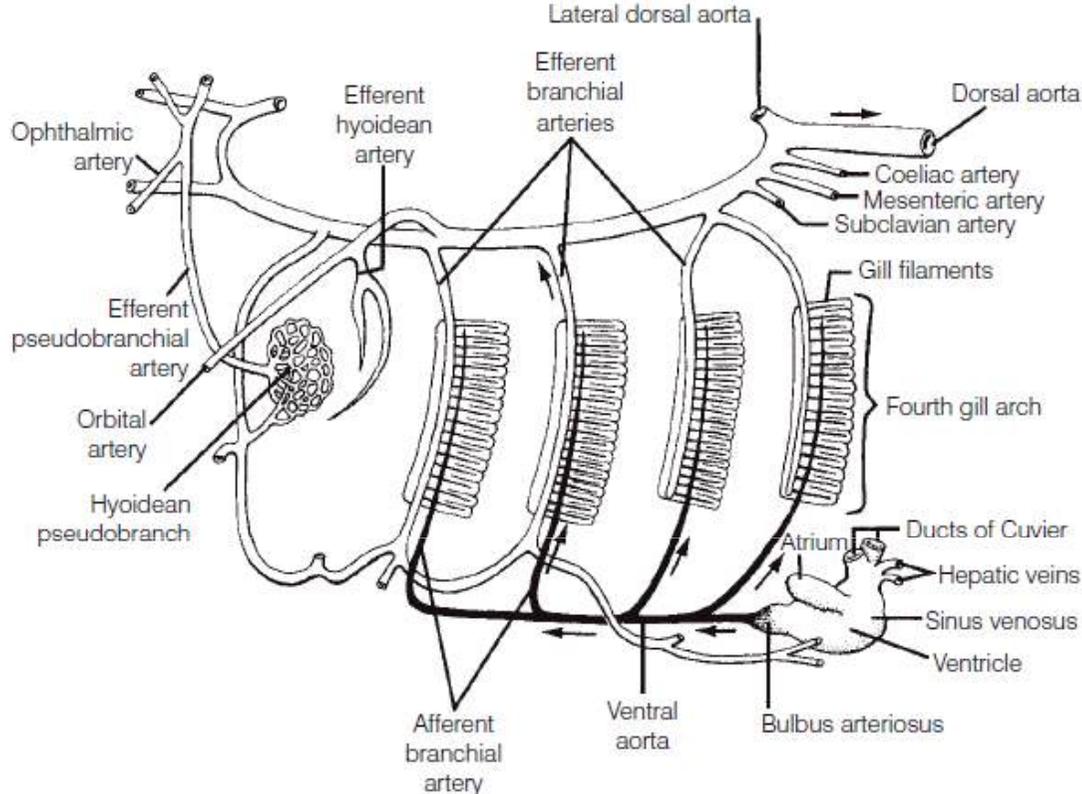
Muitas lamelas em cada filamento



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



# SISTEMA RESPIRATÓRIO



Fonte: adaptado de The diversity of fishes / Gene S. Helfman, Bruce B. Collette, Douglas E. Facey.



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento



**Respiração aérea:** Retiram oxigênio do ar  
Diversos tipos de órgãos respiratórios: labirinto, pseudo-pulmão, modificações da bexiga natatória, etc...

Bexiga  
natatória  
modificada  
- pirarucu



A taxa respiratória dos peixes é afetada por:

- situações de hipóxia do meio
- movimentos natatórios rápidos
- após a ingestão de alimentos,
- situações de estresse,
- poluição na água, entre outros.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

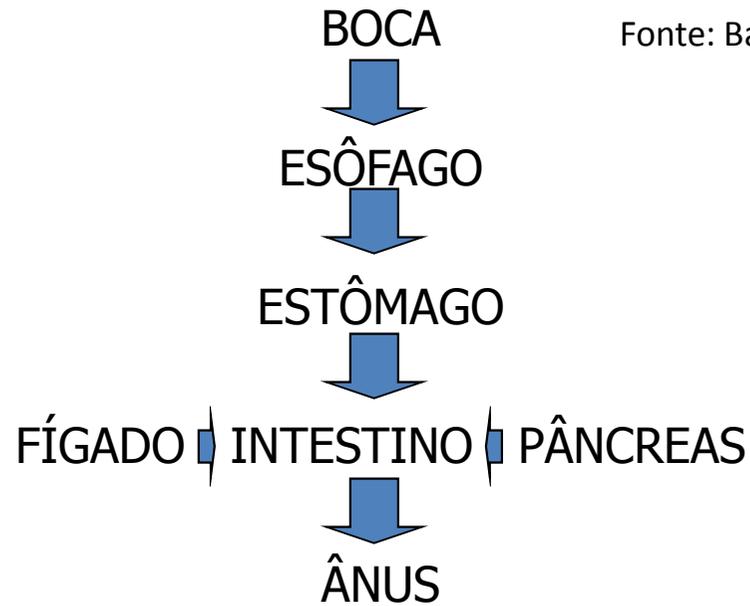
**MANTER A ÁGUA DE CULTIVO COM ALTO O<sub>2</sub> E BAIXO CO<sub>2</sub>**

(lotação adequada, boa qualidade de água, manejo alimentar ajustado, uso de aeradores, etc.)



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento





Fonte: Baldisserotto, 2002

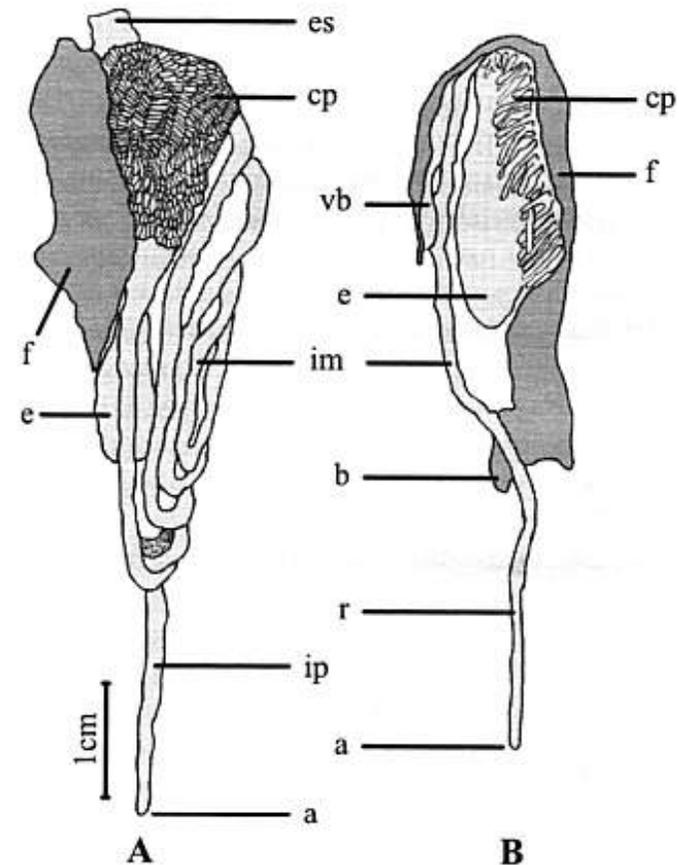


Figura 2.2 – Sistema digestório de A – *Prochilodus affinis* (vista lateral) e de B – *Hoplias malabaricus* (vista ventral). Ambos os exemplares possuíam cerca de 20 cm de comprimento total. a – ânus; b – baço; e – estômago; es – esôfago; cp – cecos pilóricos; f – fígado; im – intestino médio; ip – intestino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

Tamanho e formato de cada componente varia de acordo com o hábito alimentar da espécie;

## LÍNGUA

É um espessamento do assoalho da boca, óssea ou não;

## ESÔFAGO

Curto, reto e musculoso, conduz o alimento ao estômago;

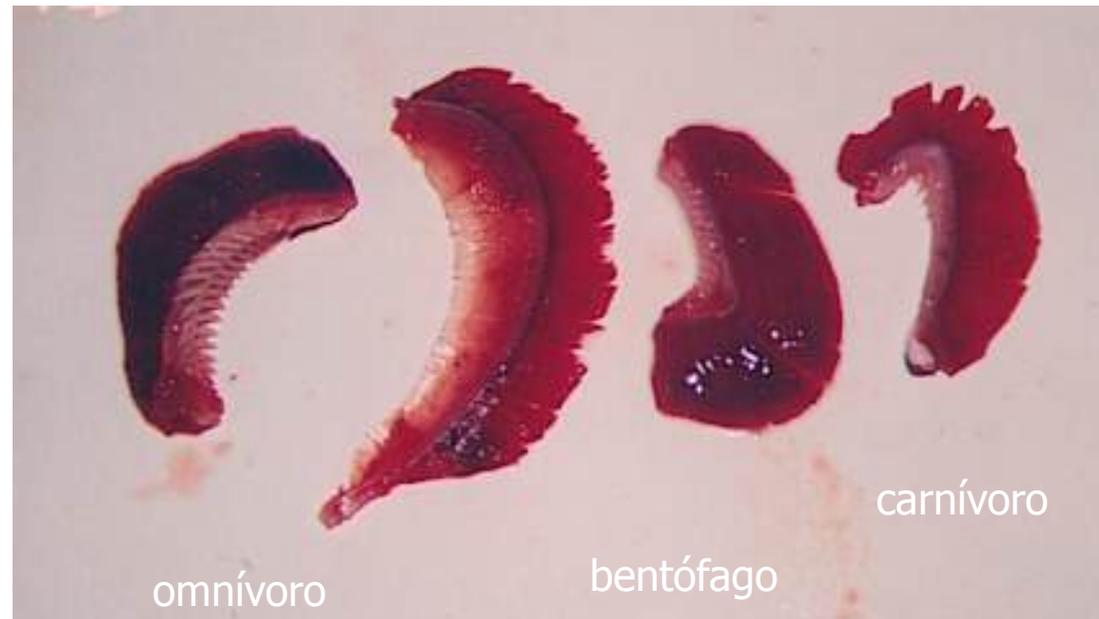
Possui epitélio estriado com muitas células mucosas - facilitar a deglutição;

## RASTROS BRANQUIAIS

Estruturas filtradoras de plâncton situadas no arco branquial, na face oposta as estruturas respiratórias;

O desenvolvimento destas estruturas varia conforme o hábito alimentar;

Material retido nos rastros é deglutido;





Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## BOCA

Associada com a apreensão e seleção do alimento que será ingerido  
geralmente terminal - Exceções: boca ventral e dorsal;

Piscívoros → boca grande;

Plantófagos → boca menor, mas ainda com boa abertura

Iliófagos → boca protátil → procurar alimento no fundo

## DENTES

Incisivos - para apreensão de presas - carnívoros;

Mandibulares - para trituração de alimentos com casca (ex. moluscos);

Faríngeos - placas com dentículos para triturar folhas e caules (quebra da parede celular dos vegetais) em herbívoros;

### Quanto a forma:

cardiformes - curtos e pontiagudos; viviformes - longos; caninos - apreensão em piscívoros;  
há espécies de peixes que não possuem dentes.



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## ESTÔMAGO

Glandular e mecânico (moela);

Dividido em regiões cárdica, fúndica (glandular) e pilórica;

Possui pH em torno de 2,4 a 4,2;

Formato variável de acordo com o hábito alimentar;

Secreção gástrica:

pepsina - célula principal secreta pepsinogênio que se ativa em pepsina pela ação do pH reduzido e da própria pepsina;

HCl: células parietais sob estímulo da gastrina e inibição da somatostatina;

muco - lubrificação e proteção;



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## INTESTINO

Tem a função de completar a digestão iniciada no estômago e ABSORVER nutrientes, água e íons;

Possui glândulas anexas e suprimento abundante de vasos linfáticos e sangüíneos;

O comprimento variável conforme o hábito alimentar da espécie - mais relacionado a digestibilidade do alimento;

Piscívoros → alimento altamente digerível → CURTO

Iliófagos → alimento grosseiro → LONGO

Algumas espécies possuem os "*cecos piloricus*" - evaginações digitiformes para aumentar superfície de absorção;



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## RELAÇÃO COMPRIMENTO DO INTESTINO / COMPRIMENTO DO PEIXE

CARNÍVOROS	0,6
HERBÍVOROS	2,5
PLANTÓFAGOS	4,0
ILIÓFAGOS	17,0

### Exemplos:

 carnívoros: truta, traíra, black bass, tambica, dourado;

 herbívoros: carpa-capim;

 plantófagos: carpas, tilápias;

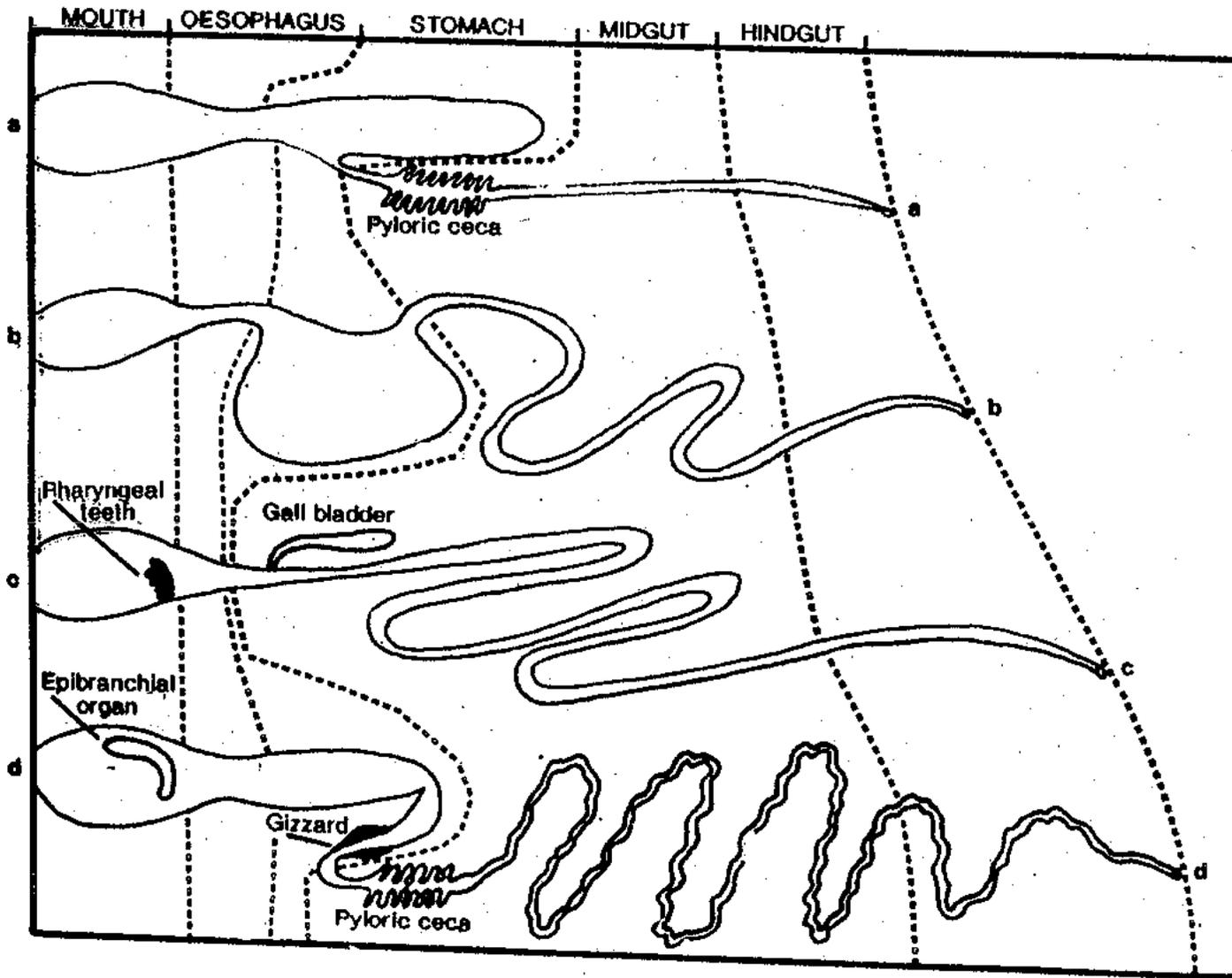
 iliófagos: curimatá.



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



Figure 1. Diagrammatic representation of the digestive systems of four fish, arranged in order of increasing gut length. a) Rainbow trout (carnivore); b) Catfish (omnivore, eating mainly animal food); c) Carp (omnivore, eating mainly plant food); d) Milkfish (microphagous planktivore) (Diagram adapted from ADCP, [1980])



# Resumo das características do Sistema Digestivo de diferentes hábitos alimentares

## PISCÍVOROS

boca grande  
dentes incisivos e caninos  
estômago elástico  
Intestino: Relação I/P de 0,6  
alta tripsina no suco pancreático

## ILIÓFAGOS

boca protátil  
barbilhões gustativos  
Intestino: relação I/P até 17,0 (enovelado)  
estômago mecânico maior

## HERBÍVOROS

boca pequena  
dentes de apreensão  
dentes faríngeos  
estômago glandular  
Intestino: Relação I/P de 2,5

## PLANTÓFAGOS

boca grande  
rastros branquiais desenvolvidos  
estômago glandular  
Intestino: relação I/P até 4,0



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## **APLICAÇÃO PRÁTICA**

**OS PEIXES POSSUEM CARACTERÍSTICAS DIGESTIVAS DE ACORDO COM O HÁBITO ALIMENTAR DA ESPÉCIE E, PORTANTO, NÃO POSSUEM CAPACIDADE PARA APROVEITAR, EFICIENTEMENTE, ALIMENTOS DIFERENTES DE SEU HÁBITO NATURAL !!!**

**BASE DA FORMULAÇÃO DE RAÇÕES PARA PEIXES:**

**HABITO ALIMENTAR DA ESPÉCIE**



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



## VESÍCULA GASOSA ou BEXIGA NATATÓRIA

Estrutura em forma de saco contendo  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  e N (composição semelhante a do ar atmosférico);

Parede fina e pouco elástica em peixes de escamas e parede grossa e colante em peixes de couro;

**FUNÇÃO:** equilíbrio hidrostático - altera peso específico do peixe para manutenção na coluna d'água.

Regulação pelo aumento ou diminuição da pressão na vesícula gasosa.

Os gases são transportados pelo sangue;

Em algumas espécies possui função acústica e/ou respiratória;



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento





Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



coordena os processos fisiológicos → integra-os com os fatores externos (ambientais) através de mensageiros chamado **HORMÔNIOS**.

**HORMÔNIOS**: liberados em resposta a várias situações ambientais (como luz, temperatura e estresse);

coordenam:

Resposta ao estresse

Esmoltificação (osmorregulação)

Migrações (reprodução e crescimento)

Maturação gonadal (reprodução)

Desovas (reprodução)



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



**Sistema endócrino**  **Sistema nervoso**

Forte inter-relação e interdependência

### Forma um EIXO

Fator externo → hipotálamo → hipófise → neurohormônio → glândula alvo → hormônio → ação.

Ex: Eixo hipotálamo, hipófise, gônadas → REPRODUÇÃO

Fator ambiental → percepção → cérebro → neurohormônio → hipotálamo → GnRH → hipófise → GtH 1 e GtH 2 → gônadas → estradiol e/ou testosterona;



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



# OBRIGADA



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

