

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:

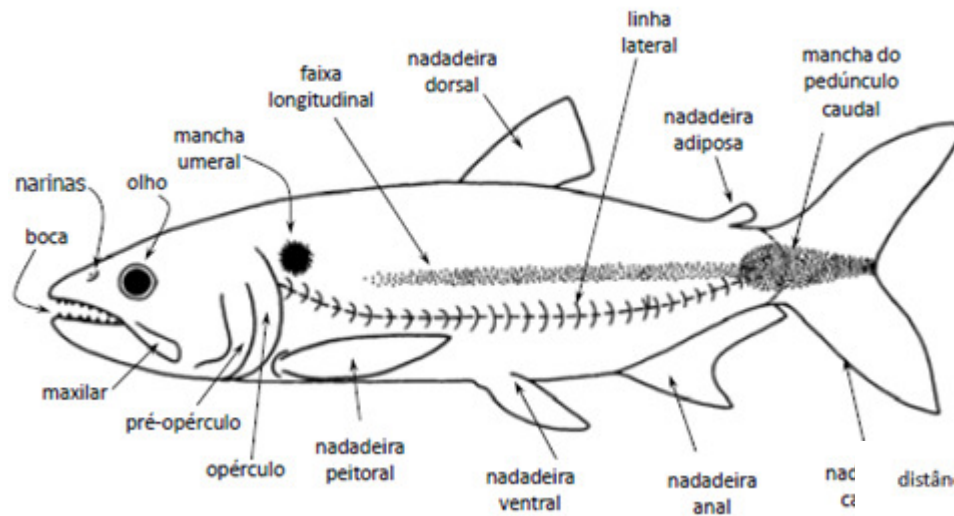
Siluriforme
Characiforme
Perciforme



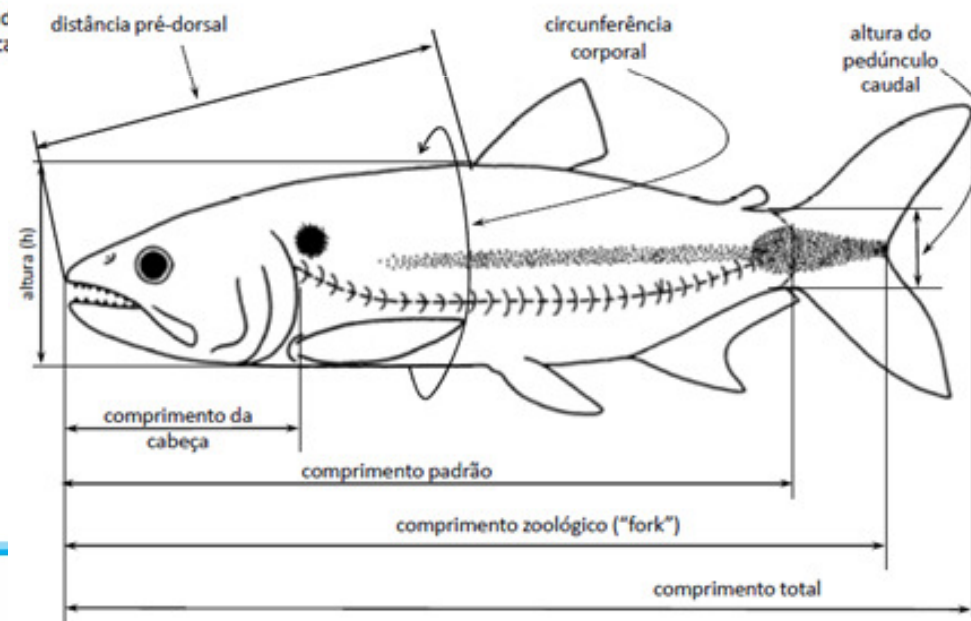
Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



MORFOLOGIA DE CHARACIFORME



Anatomia externa

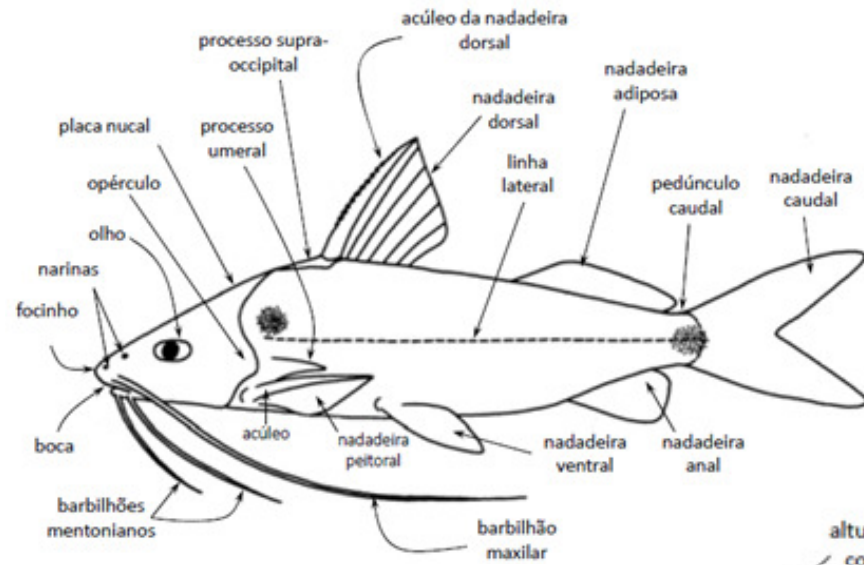


Morfometria padrão

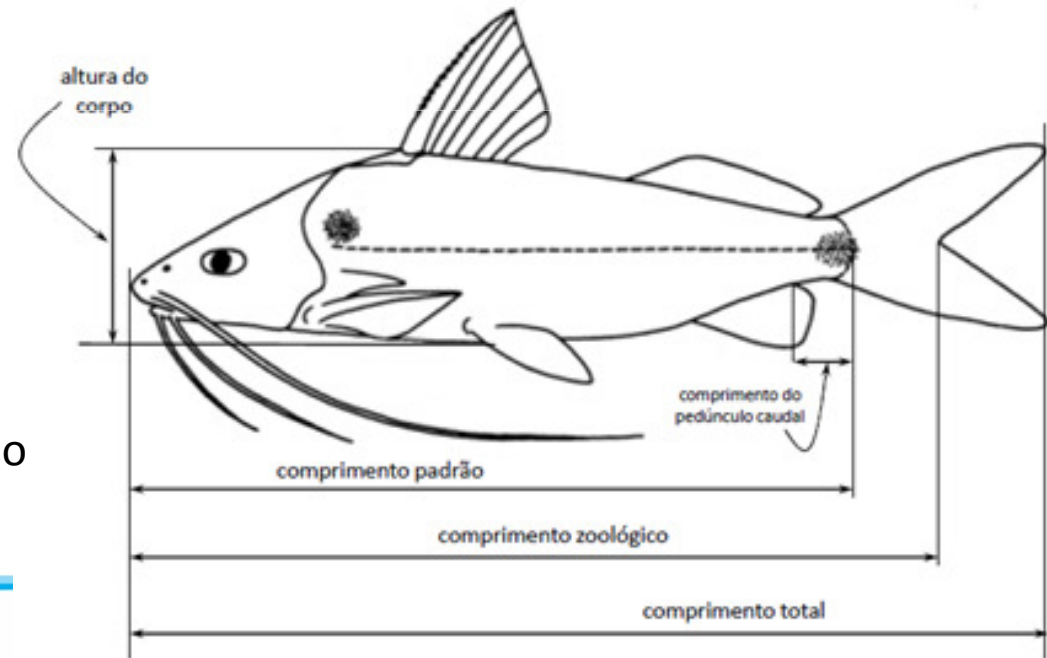


Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento





Anatomia externa

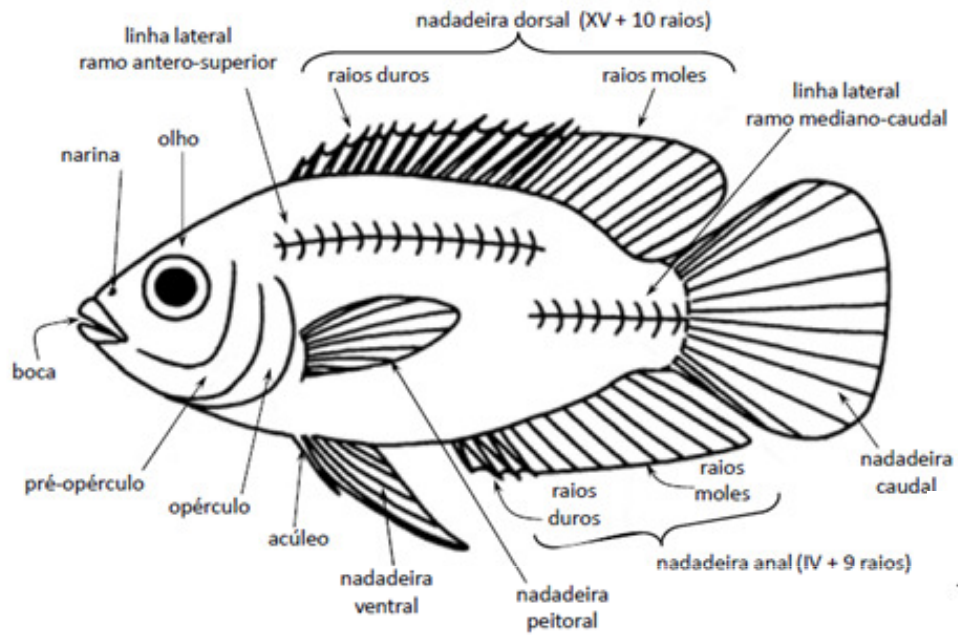


Morfometria padrão



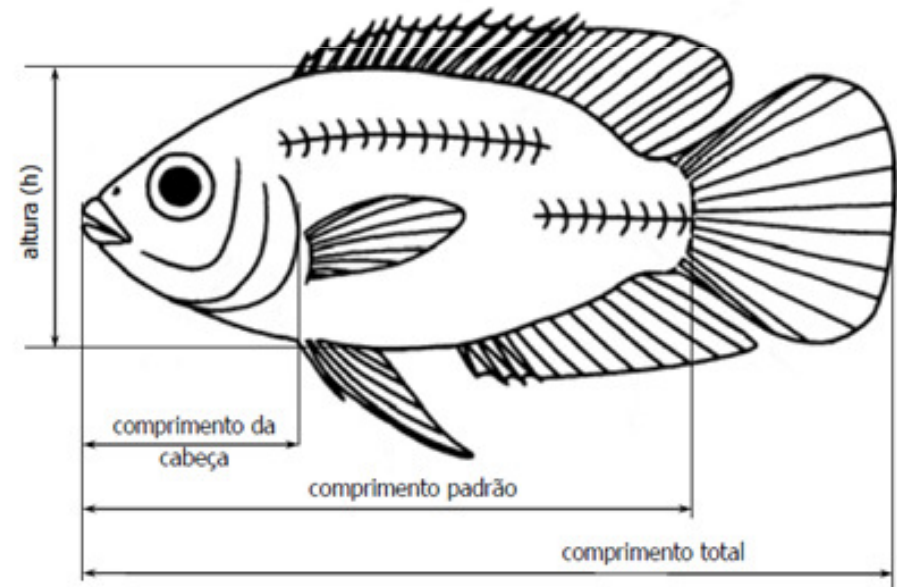
Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento





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.

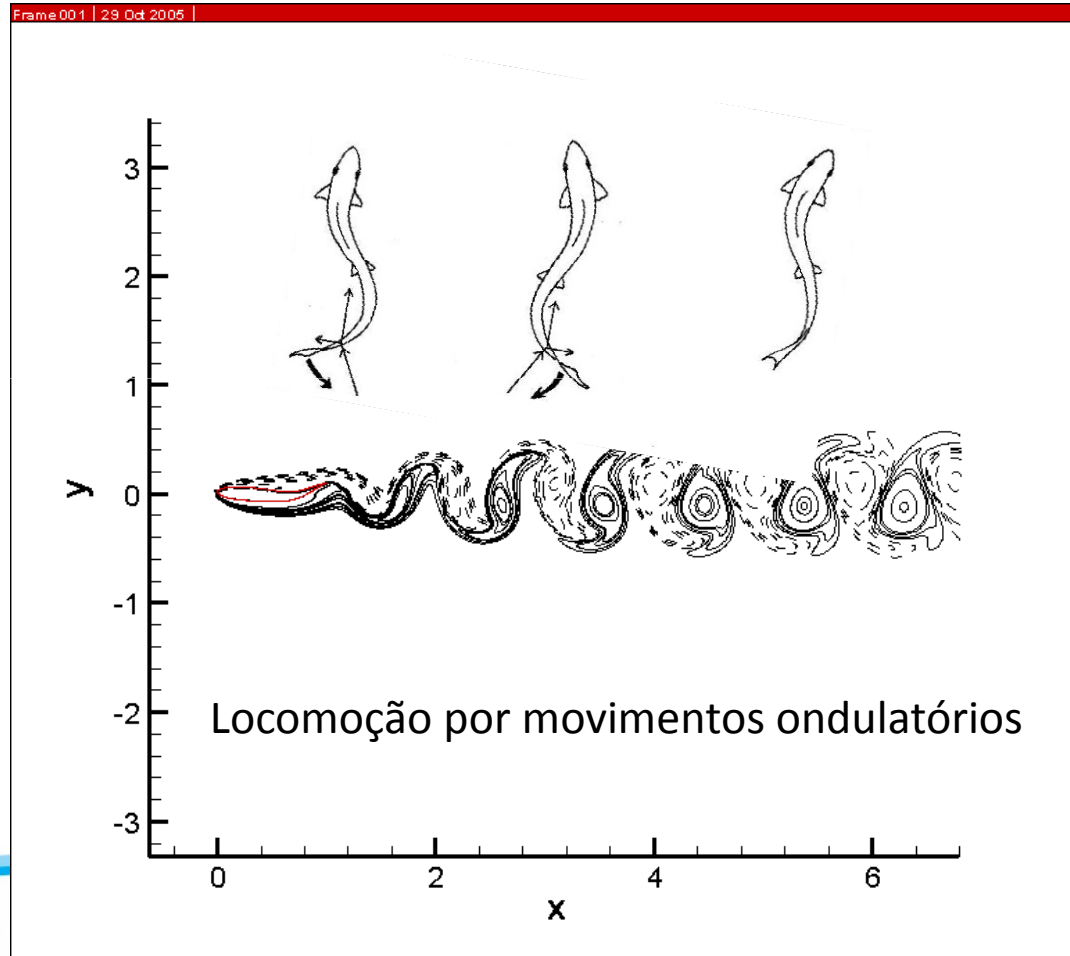


Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



FORMA X DESLOCAMENTO

Corpo fusiforme → por apresentar a mais baixa resistência 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

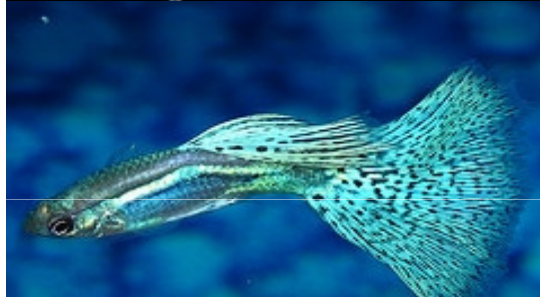
Nadadeira caudal – principal apêndice locomotor (propulsor)



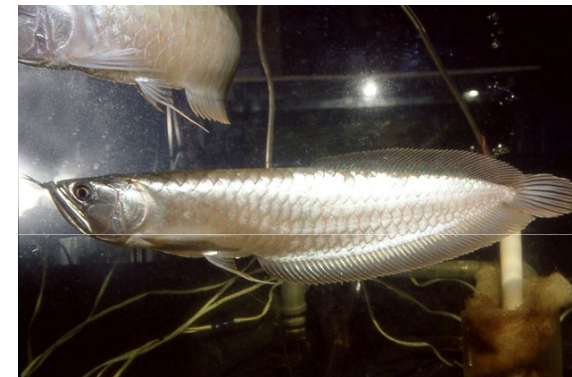
Lunar



Bifurcada



Arredondada



Rombica



Truncada



Emarginada

PREDADORES ERRÁTICOS:



PEIXES DE SUPERFÍCIE:



PREDADORES EM ESPERA OU EMBOSCADA:



PEIXES DE CORPO ALTO:



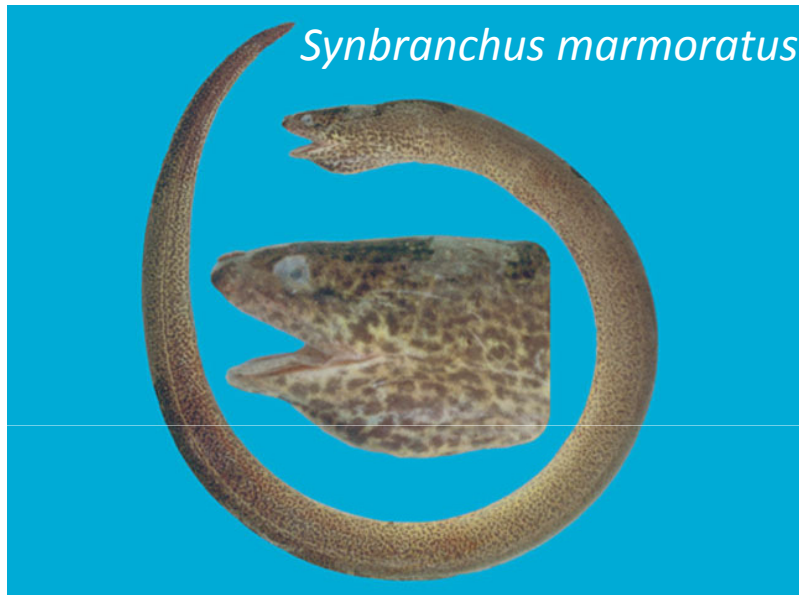
Fotos: www.fishbase.org



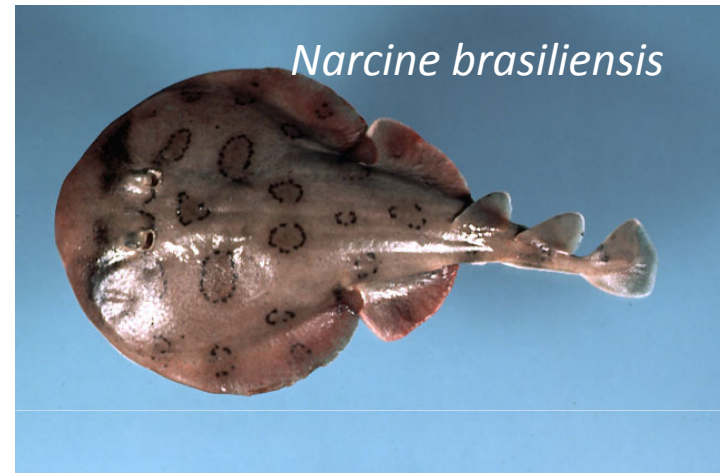
Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



PEIXES ANGUILIFORMES:



PEIXES DE FUNDO:



Hypostomus boulengeri



Fotos: www.fishbase.org

Sistema tegumentar = pele + anexos cutâneos

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

Anexos cutâneos:

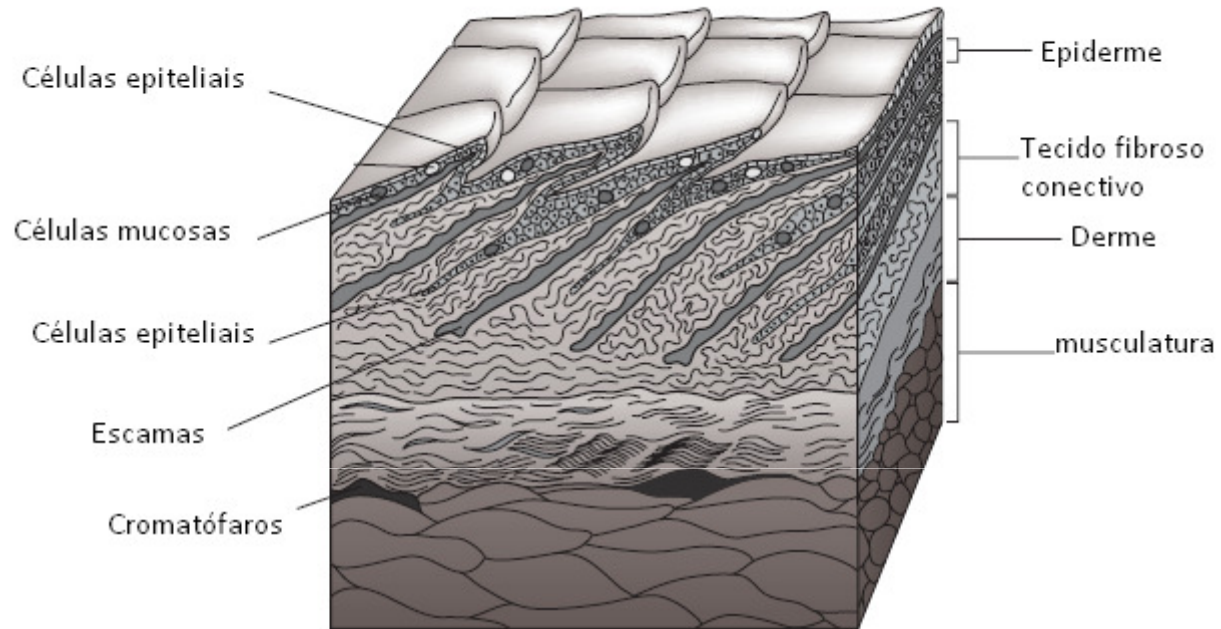
- Glândulas mucosas - substância glicoprotéica responsável pela lubrificação externa, que reduz o atrito do animal com a água, confere proteção, impedindo a entrada de agentes infecciosos
- Escamas – com origem na derme
- Cromatóforos (células pigmentadas) – a cor tem função no comportamento reprodutivo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



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



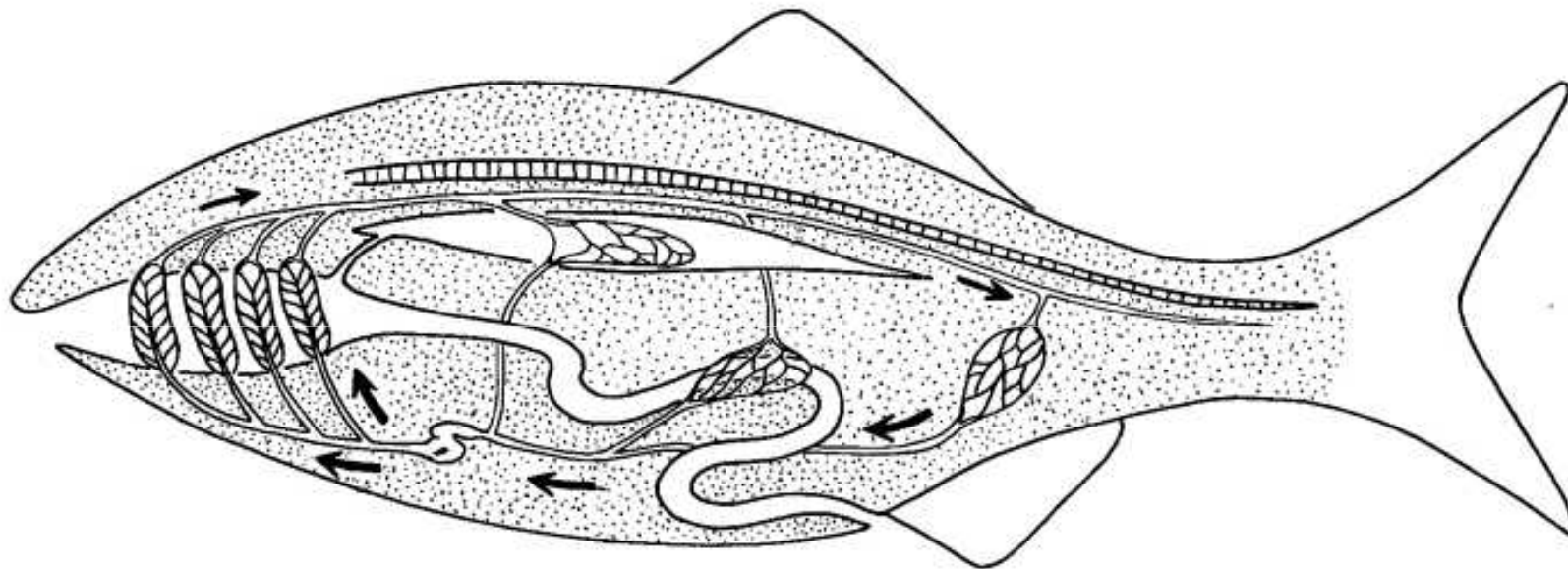
SISTEMA TEGUMENTAR



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.

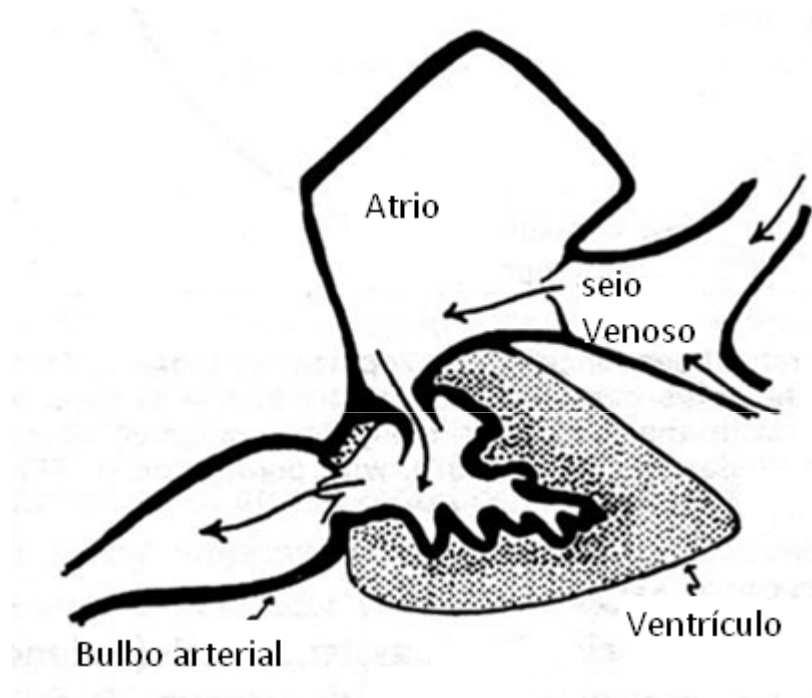
SISTEMA CIRCULATORIO



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Coração - dicavitário



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

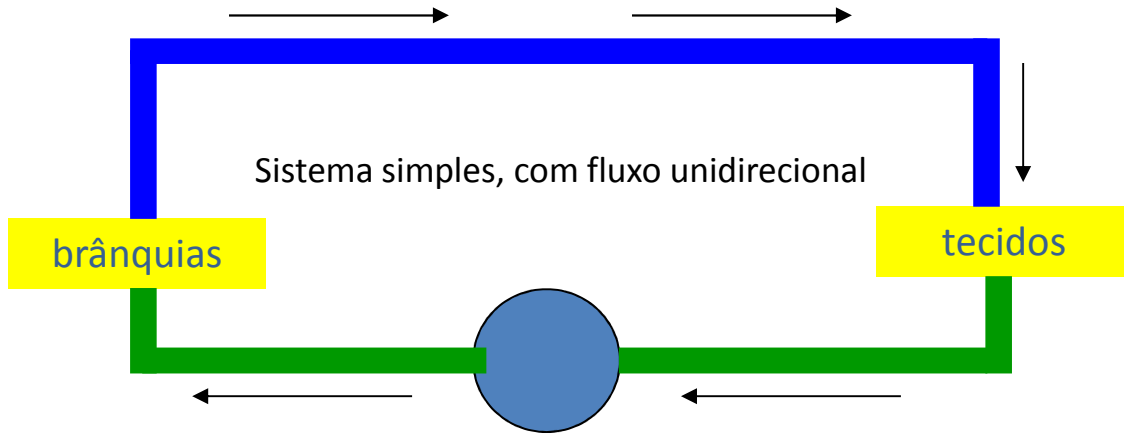
Átrio: impulsiona o sangue para o ventrículo;

Ventrículo: parede grossa – impulsiona o sangue;

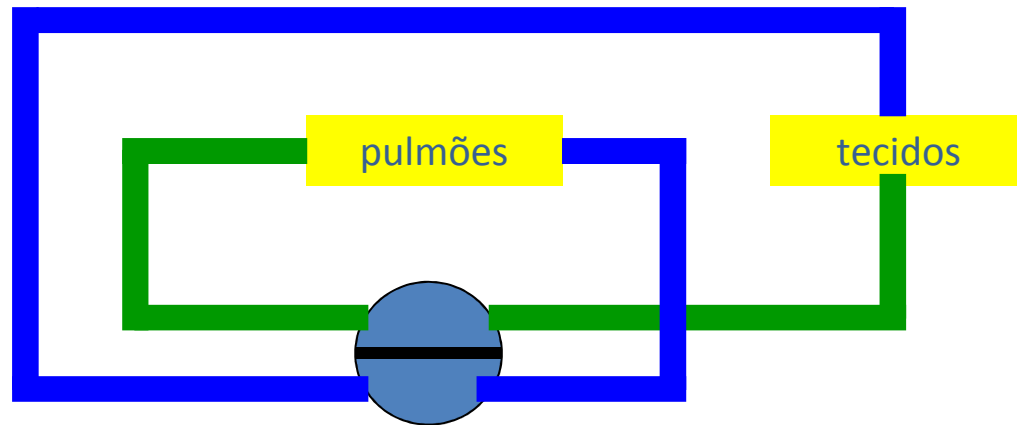
Bulbo arterial: parede grossa – depósito passivo elástico para uniformizar o fluxo sanguíneo.

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



Balanço 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

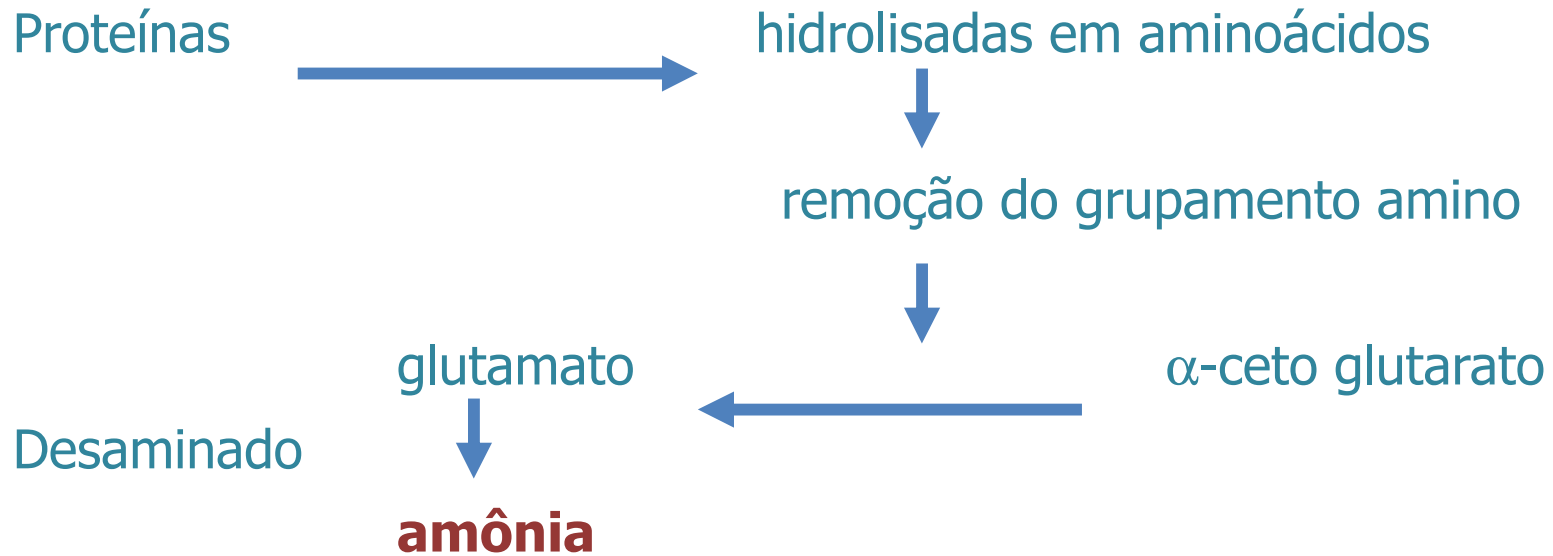
Água

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 Na^+ (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 NH_3** → excreção passiva (em condições normais, quase 100% da amônia pode ser eliminada dessa forma).
- **Água com alta NH_3** → excreção de NH_4^+ em troca de Na^+ mecanismo utilizado para correção de distúrbios osmorregulatórios (força entrada de mais Na^+). Usado quando em acidose metabólica pois remove os íons H^+ = alcalinização.



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Toxidez da amônia:

NH_4^+ - praticamente atóxica

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 O₂ / litro → até 1,2% de seu volume;
(0,04 a 12 ml)

AR → possui 260 mg de O₂ / litro → 21% de seu volume;
(ou 210 ml)

CONCLUSÃO

Tem que haver um órgão especializado para captar
o pouco O₂ dissolvido da água.

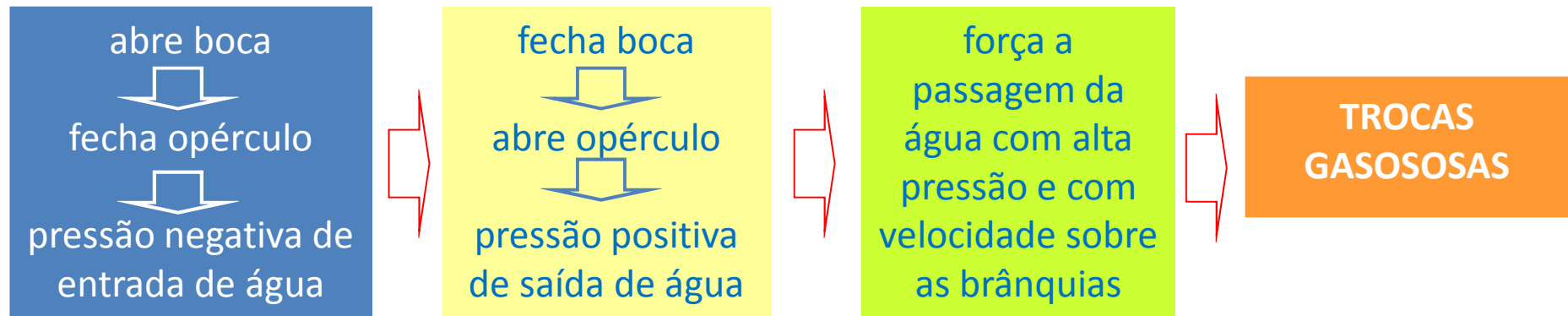
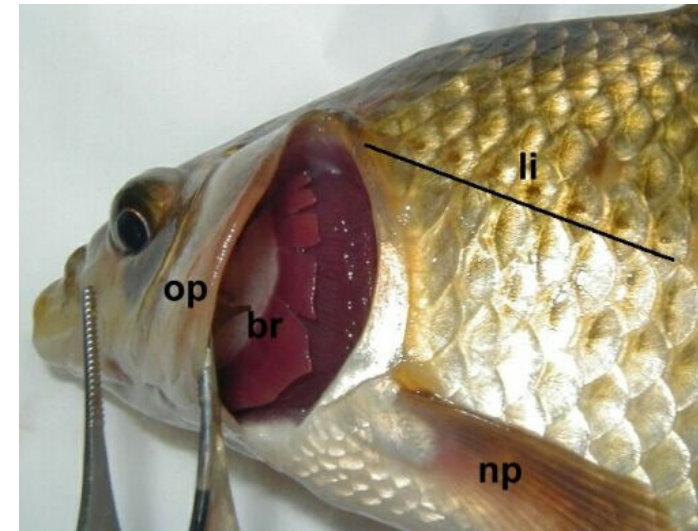


Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



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:

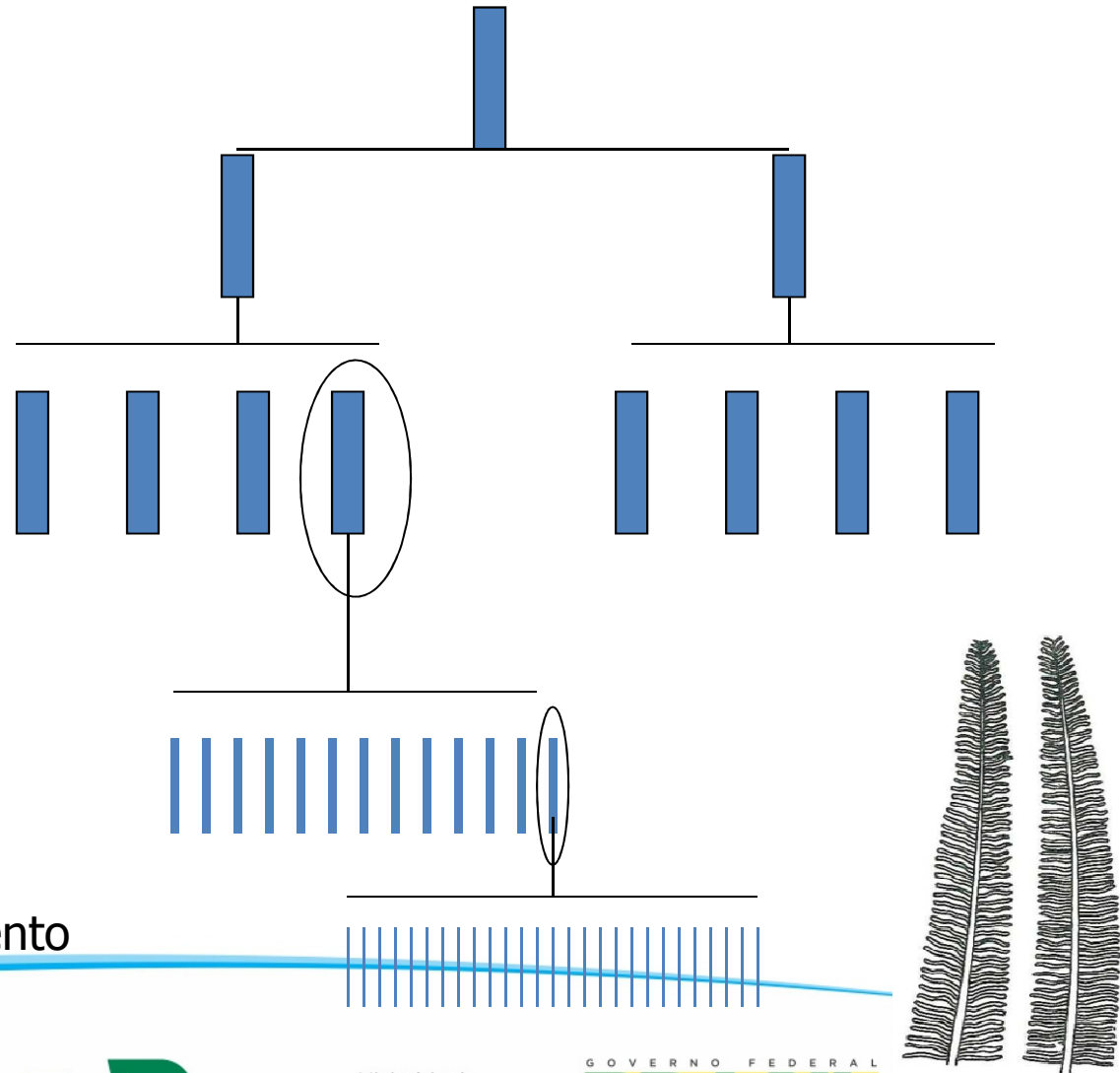
Peixe

2 cavidades branquiais

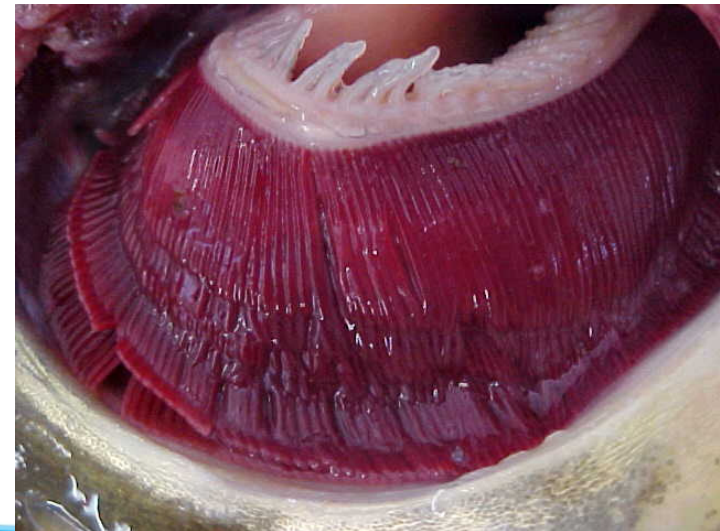
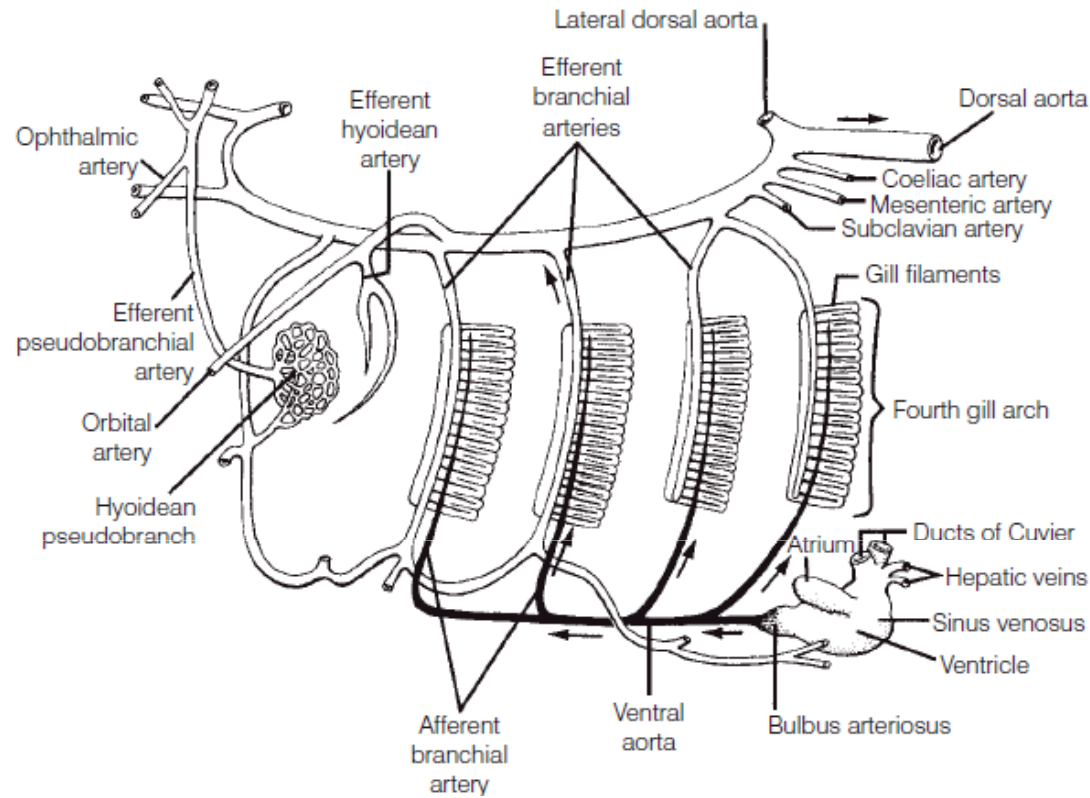
4 arcos branquiais

Vários filamentos branquiais em cada arco

Muitas lamelas em cada filamento



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

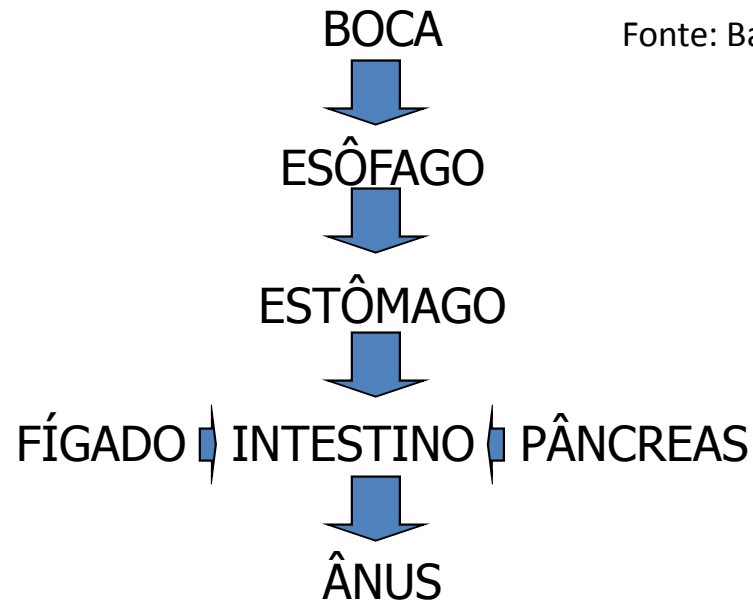
MANTER A ÁGUA DE CULTIVO COM ALTO O₂ E BAIXO CO₂

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



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento





Fonte: Baldisserotto, 2002

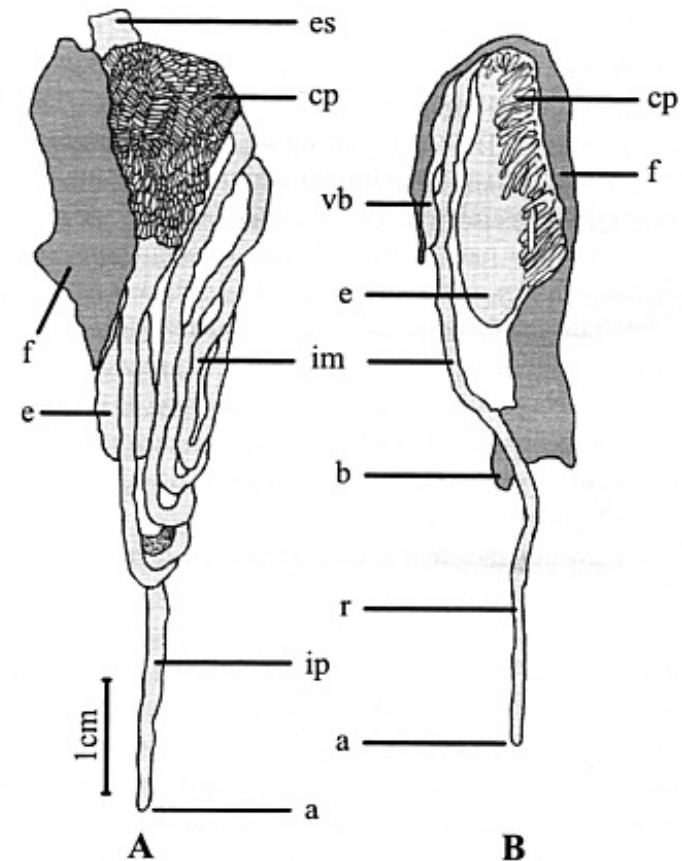


Figura 2.2 – Sistema digestório de A – *Prochilodus affinis* (vista lateral) e de B – *Hoplias malabaricus* (vista ventral). Ambos os exemplares possuíam cerca de 20 cm de comprimento total. a – ânus; b – baço; e – estômago; es – esôfago; cp – cecos pilóricos; f – fígado; im – intestino médio; ip – intestino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

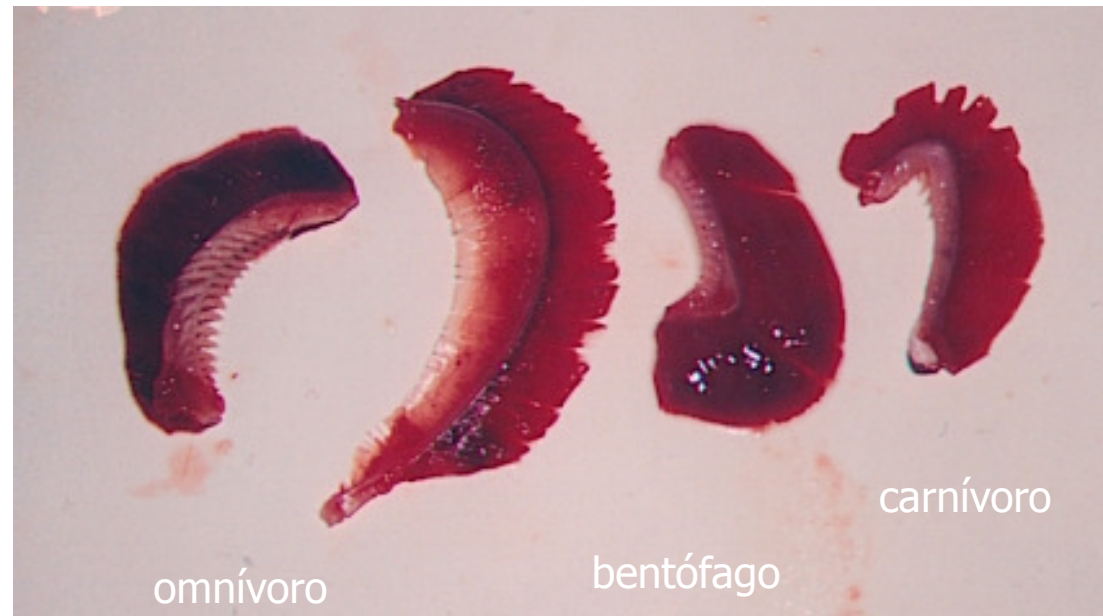
Possui epitélio estriado com muitas células mucosas - facilitar a deglutição;

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;

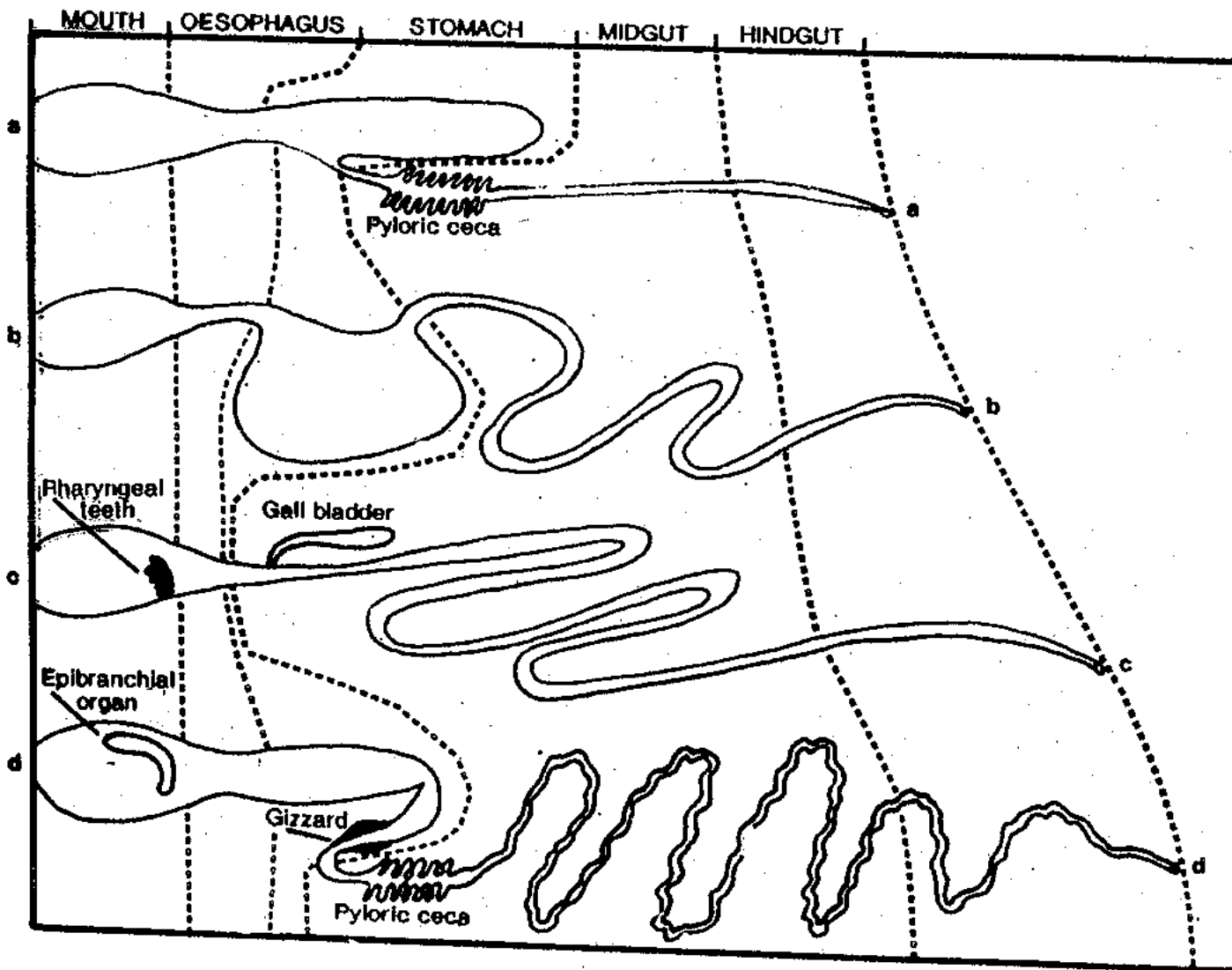
 iliófagos: curimatá.



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 CO_2 , 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.

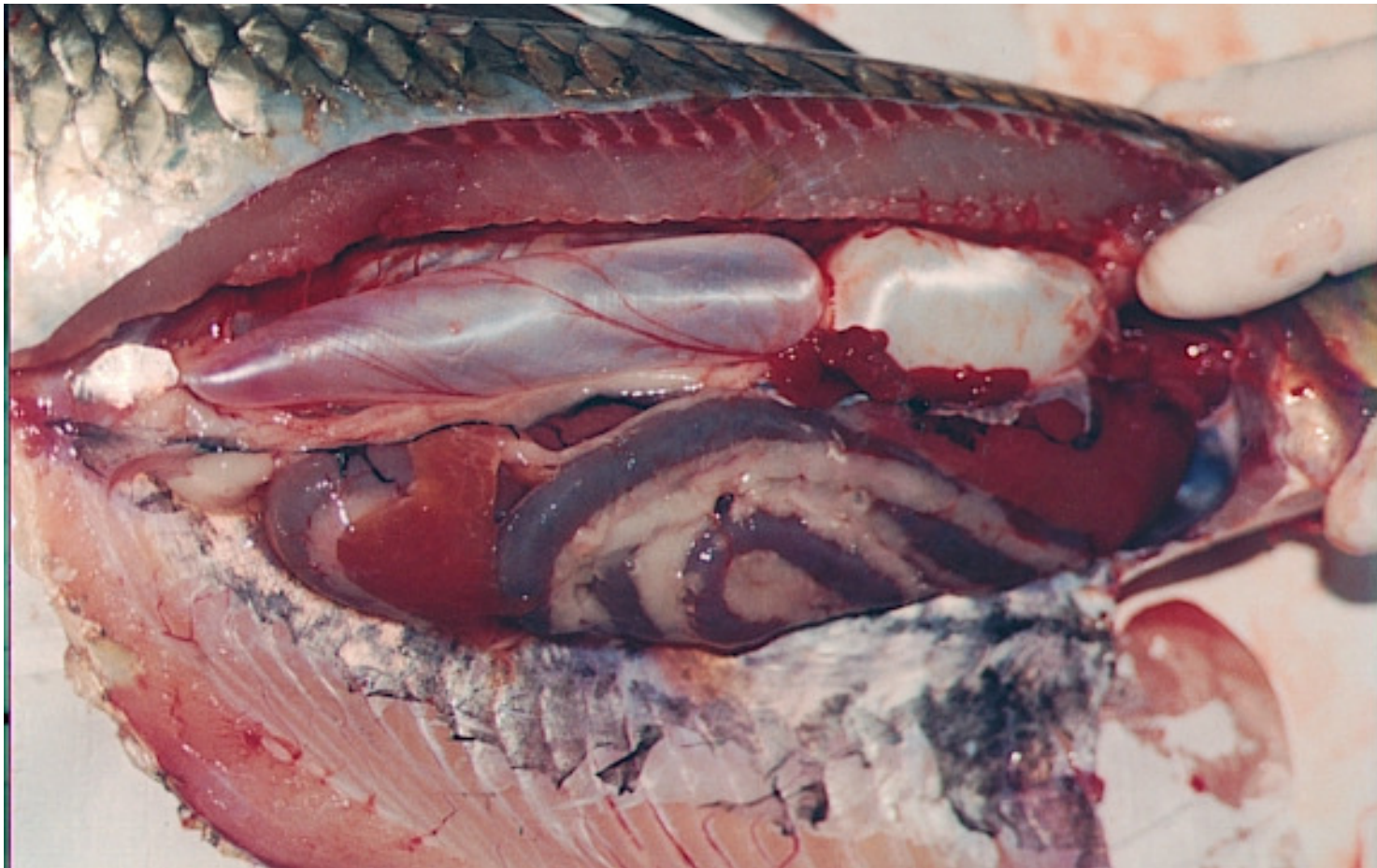
Os gases são transportados pelo sangue;

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

