

# OSTEICHTHYES

## Considerações gerais:

- Pele com muitas glândulas mucosas;
- Geralmente com escamas dérmicas;
- Nadadeiras medianas e pares sustentadas por raios cartilagosos ou ósseos;
- Pecilotérmicos;
- Gônadas pares; geralmente ovíparos;
- Maxila e mandíbula bem desenvolvidas, articuladas com o crânio;
- 10 pares de nervos cranianos.

Sistemas:

**Digestivo:** completo

- boca terminal;
- dentes homodontes, polifiodontes e acrodontes;
- cecos pilóricos entre o estômago e o **intestino**  $\Rightarrow$  geralmente desprovido de **tiflosole**;
- Pâncreas;
- Fígado com vesícula biliar.

**Respiratório:** - Branquial

- Pulmonar

(Dipnóicos)

- 4 pares de brânquias

## **Circulatório:** fechado

- coração (1A/1V); coração → corpo → brânquias

**Excretor:** - pronefron (embrião)  
- mesonefron (adulto)  
- bexiga urinária

## **Nervoso:** ganglionar centralizado

- Encéfalo;
- Nervos cranianos (10p);
- Arcos neurais;
- Nervos espinhais.

## **Órgãos dos Sentidos:**

- Bolsas olfativas;
- Botões gustativos;
- Ouvido/ Otolito.

## **Tegumentar:**

- Escamas dérmicas: ciclóides, ganóides, ctenóides;
- Epiderme estratificada;
- Derme: cromatóforos/fotóforos
- Glândulas mucosas

## **Esquelético: ósseo**

- divide-se em:
  1. axial (crânio e coluna vertebr.)
  2. zonar (cintura escapular e pél.)
  3. apendicular (membros ant./pos.)
- coluna vertebral;
- restos de notocorda entre as vértebras;

- nadadeiras: . Pares -peitorais
  - pélvicas
- . Ímpares -dorsal
  - caudal

- **sem osso esterno;**
- **sem côndilos no occipital;**

**Muscular:** músculos segmentares

**Reprodutor:**

- Maioria dióicos;
- Maioria fecundação externa;
- Alevino;
- Maioria ovíparos;
- Anaminiotas e analantoidianos;
- vesícula vitelínica.

- 73% da superfície terrestre está coberta por água → oferece diferentes habitats.

- Primeiros fósseis de peixes



Siluriano Superior.

- Adaptaram-se nos diferentes habitats aquático



Diversidade do grupo reflete especializações selecionadas pelos diferentes habitats.

- Mecanismos alimentares → um dos principais elementos na evolução.

BRÂNQUIAS



OBTENÇÃO DE OXIGÊNIO

H<sub>2</sub>O → Bombeada por ação muscular através das brânquias



- expansão da cav. oro-faríngea
- movimento dos ossos operculares



funcionam como válvulas que direcionam o fluxo da água → cavidade faríngea → cavidades operculares → meio externo

- troca gasosa → lamelas secundárias
- peixes pelágicos → capac. de bombeamento perdido ou muito reduzido



NATAÇÃO → cria contracorrente de H<sub>2</sub>O para dentro da boca



“ram respiration”

Sistema de contracorrente ⇒ assegura máxima difusão para dentro das brânquias.

-**Peixes pelágicos ativos** que mantêm atividade por longos períodos de tempo → **filamentos branquias rígidos.**



- área respiratória relativa// maior  
- maior capac. transp.  $O_2$ /mm sangue  
Peixes que vivem em **ambientes de baixas conc. de  $O_2$**  → estruturas respiratórias acessórias para captar  $O_2$  atmosférico.

*Electroforus eletricus* → abocanha de tempos em tempos o ar atmosférico



difunde-se pela mucosa faríngea para dentro da corrente sanguínea.

- peixes que **engolem o ar** → extraem  $O_2$  → mucosa de diferentes regiões do trato digestivo

**Anabantidae** (Ásia Tropical) → têm câmaras vascularizadas → região posterior da faringe → trocas gasosas.

Respiração aérea facultativa



desviam a captura do  $O_2$  para órgão acessórios quando a pressão do  $O_2$  do meio fica muito baixa.

Poraquê; Anabantidae; peixes pulmonados sulamericanos e africanos → resp. aérea obrigatória.

**Locomoção:** contrações musculares de um lado do corpo e relaxamento simultâneo dos músculos antagônicos do outro lado do corpo.

Movimentos ondulatórios:

1. **Anguiliformes:** peixes alongados e flexíveis → capazes de curvar metade do corpo na forma de um semi-círculo.

2. **Carangiformes:** ondulações limitadas à região caudal.

3. **Ostraciformes:** corpo inflexível → ondulações só ocorrem na caudal.

Aumentam a eficiência natatória



- . forma do corpo
- . estrutura da superfície corpórea
- . nadadeiras e arranjo muscular

**Peixes pelágicos**



**Flutuabilidade**



**Negativa**  $\Rightarrow$  nadam constante// para neutralizar a gravidade



Atum / Espadarte / Cavala / Cação

**Neutra**  $\Rightarrow$  resultante da bexiga natória cheia de ar  $\rightarrow$  peixes que se mantêm parados na coluna d'água  $\rightarrow$  bexiga nataória bem desenvolvida.

# BEXIGA NATATÓRIA



Vesícula repleta de ar originária de uma evaginação dorsal do trato digestivo embrionário.



Ocupa 5% do volume do corpo

- Pressão da coluna d'água aumenta quando a prof. aumenta



Bexiga natatória → **colapsar**

- Pressão da coluna d'água diminui quando a profundidade diminui



Bexiga natatória → **expandir**

Quando o peixe **sobe** na coluna d'água o **ar** de dentro da bexiga vai sendo **expelido**.

Quando o peixe **afunda** o **ar** vai sendo colocado **dentro** da bexiga

**Fisóstomos:** mantêm um ducto (**ducto pneumático**) que conecta o esôfago à bexiga natatória



podem abocanhar o ar na superfície da água para encher a B.N. e expulsá-lo por meio de bolhas quando estão subindo na coluna d'água.

**Fisoclistos:** ducto pneumático ausente.



O gás não pode ser eliminado pelo trato digestivo como no caso dos fisóstomos.

Apresentam → glândula de gás muito vascularizada ⇒ **rede mirabile** → vasos que são responsáveis pela troca de gases entre o sangue e a bexiga natatória.



Gl. de gás libera ácido láctico no sangue → acidez do sangue na rede mirabile facilita a liberação do O<sub>2</sub> preso na HG.

Muitos peixes de profundidade



depósitos de óleo de baixa densidade dentro da B.N. ou → B.N. reduzida ou ausente ⇒ no seu lugar ricos depósitos de lipídios distribuídos pelo corpo.

→ promovem a flutuabilidade

Fisoclistos → **válvula oval** → a alta pressão interna dos gases na B.N.

promove a difusão dos mesmos para dentro sangue da rede mirabile

associada à gl. oval



para compensar a expansão do gás durante a ascensão na coluna d'água

Peixes mesopelágicos que realizam grandes deslocamentos verticais



dependem mais dos lipídios do que do gás para regular a flutuabilidade

## **Produção de impulso**

natação para frente → empurram para trás a coluna d'água.

Anguiliformes e Carangiformes



aumentam a velocidade de natação aumentando a frequência de ondulações corpóreas.



velocidade aumenta pq. o peixe aplica mais força sobre a água por unidade de tempo.

## Enguias



corpo alongado limita velocidade



movimentos ondulatórios aumentam o atrito → corpo/ água

Peixes que nadam mais rápidos não são flexíveis → força gerada pela contração dos músculos segmentares anteriores → transferido para o pedúnculo caudal.

## Atum



estruturas especializadas natação mais rápida



pedúnculo caudal rígido  
caudal muito expandida verticalmente

## Água X Sistema Sensorial

- Olhos bem desenvolvidos;
- **Botões gustativos:** .boca
  - . redor da cabeça
  - . nadadeiras ant.
- **Botões quimiorreceptores** → detectam substâncias solúveis na água;
- **Órgãos olfatórios** no focinho → detectam substâncias não tão solúveis na água;

Cações e Salmões



capazes de detectar compostos odoríferos dissolvidos numa conc. de até 1ppm

- Quimiorreceptores:

1. Procura de alimento;
2. Orientação no meio aquático;
3. Posição e distância da presa

## **Migração do Salmão**



1. Direcionada para os cursos d'água onde nasceram;
2. O percurso é encontrado → reconhecem os odores das drenagens por onde passou durante seu desenvolvimento, que ficaram impressos no cérebro.
3. Destruindo órgãos olfatórios do ele não consegue encontrar a dre-

nagem onde nasceu.

## Produção de Eletricidade X Eletrorrecepção

- corrente elétrica é gerada em tecidos musculares modificados;

- **eletrócitos** → perderam a capac. de se contrair e especializaram-se na produção de correntes iônicas;



-arranjados em pilhas ou em série



- sincronismo das descargas dos eletrócitos



simultaneidade dos impulsos nervosos

que excitam céls. musculares

- pode detectar através de distorções em seu campo elétrico → presença e posição de objetos e organismos ao seu redor;

- pode perceber descarga elétrica de outro peixe (eletrocomunicação e/ou eletrolocação);

- a pele dos teleósteos que produzem descargas elétricas de baixa potência contêm receptores sensoriais especiais



1. órgãos ampulares: detectam cargas tônicas (estáticas);

2. órgãos tuberosos: detectam cargas fásicas (variáveis).

## - OSTEICHTHYES

- ⇒ 73% da superfície terrestre está coberta por água, que oferece diferentes habitats, desde os oceanos até lagos e rios.
- ⇒ Os habitats aquáticos estão entre os mais produtivos do planeta.
- ⇒ **PEIXES** → adaptações para todos estes diferentes habitats, sendo que a diversidade do grupo reflete as especializações selecionadas pelos diferentes habitats.
- ⇒ 1/3 dos peixes vive exclusivamente em água doce.

⇒ OS PRIMEIROS FÓSSEIS DE PEIXES ÓSSEOS ⇒ SILURIANO SUPERIOR.

⇒ OS MECANISMOS ALIMENTARES FORAM UM DOS PRINCIPAIS ELEMENTOS NA EVOLUÇÃO DOS PEIXES.

## OBTENÇÃO DE O<sub>2</sub> : BRÂNQUIAS

- ⇒ protegidas no interior de bolsas faríngeas;
- ⇒ projeções vascularizadas situadas lateralmente sobre os arcos branquiais;
- ⇒ H<sub>2</sub>O → é bombeada por ação muscular através das brânquias:

1. expansão da cavidade oro-faríngea;
2. movimento dos ossos operculares.



funcionam como válvulas que direcionam o fluxo da água no sentido da cavidade faríngea para as cavidades operculares e meio externo.

- ⇒ assim que a água sai da cavidade oro-faríngea → entra em íntimo contato com as superfícies vascularizadas. A troca gasosa ocorre nas lamelas secundárias (LAURENT & DUNEL, 1980);
- ⇒ o bombeamento das cavidades oro-faríngea e operculares → pressão positiva através das brânquias;
- ⇒ peixes pelágicos → capacidade de bombeamento → perdido ou muito reduzido → **NATAÇÃO** cria contracorrente d'água para dentro da boca que fica entreaberta ("ram respiration" → respiração forçada).

O filamento branquial é irrigado por **2** artérias:

**1. Aferente** ⇒ sangue flui do arco para a extremidade do filamento;

**2. Eferente** ⇒ sangue flui da extremidade do filamento para o arco.

⇒ Cada lamela  $2^{\text{ária}}$  → espaço de sangue envolto por epitélio muito fino através do qual ocorre a troca gasosa.

⇒ ⇒ fluxo de sangue através da lamela  $2^{\text{ária}}$  é contrário ao da água que circunda a brânquia → **SISTEMA DE CONTRACORRENTE** ⇒ assegura o máximo de difusão para dentro das brânquias.

⇒ Peixes pelágicos ativos que mantêm a atividade por longos períodos de tempo têm **filamentos branquiais rígidos**:

→ área respiratória é relativamente maior;

→ maior capacidade de transporte de  $O_2$  / mm de sangue.

⇒ Aumento de temperatura reduz a solubilidade do  $O_2$  na água → peixes que vivem em ambientes de baixas concentrações de  $O_2$  → apresentam estruturas respiratórias acessórias ⇒ captar o  $O_2$  atmosférico.

*Electrophorus electricus* ⇒ abocanha de tempos em tempos o ar atmosférico e o  $O_2$  difunde-se rapidamente pela mucosa faríngea para dentro da corrente sanguínea.

Outros peixes engolem ar e extraem o  $O_2$  através da mucosa de diferentes regiões do trato digestivo.

Família Anabantidae (Ásia tropical) ⇒ têm câmaras vascularizadas na região posterior da faringe (labirinto) ⇒ trocas gasosas entre o ar e o sangue.

Muitos peixes têm respiração aérea facultativa ⇒ desviam a captura do  $O_2$  feita pelas brânquias para órgãos acessórios quando a pressão do  $O_2$  do meio aquático fica muito baixa.

Poraquê e anabantídeo ⇒ respiração aérea obrigatória.

Peixes pulmonados sulamericanos e africanos ⇒ respiração aérea obrigatória → morrem afogados quando mantidos embaixo d'água.

Peixes pulmonados ⇒ pulmões → estruturas derivadas de evaginações do trato digestivo embrionário.

## LOCOMOÇÃO NA ÁGUA:

- ⇒ é o resultado de contrações dos músculos de um lado do corpo e do relaxamento simultâneo dos músculos antagônicos correspondentes do outro lado do corpo.
- ⇒ BREDER (1926) → classificou os movimentos ondulatórios dos peixes em 3 tipos:
  1. **anguiliforme**: peixes alongados e flexíveis, capazes de curvar metade do corpo na forma de um semi-círculo;
  2. **carangiforme**: ondulações limitadas à região caudal; curvatura do corpo é de menor amplitude que a do caso anterior;
  3. **ostraciforme**: corpo inflexível; ondulações só ocorrem na nadadeira caudal.
- ⇒ especializações → forma do corpo, estrutura da superfície corpórea, nadadeiras e arranjo muscular → aumentam a eficiência natatória.
- ⇒ um peixe nadando deve vencer a força de gravidade produzindo uma força de ascensão, e a força de resistência da água produzindo uma força de impulso;
- ⇒ ocorrem também gasto de energia muscular empurrando para trás a água ao seu redor para movimentar-se para frente;
- ⇒ densidade média dos tecidos é maior que na água ⇒ afundam ∴ reduzir a densidade total por meio de flutuador ou forças de ascensão (**movimentos propulsores**);
- ⇒ alguns peixes pelágicos → têm flutuabilidade negativa → nadam constantemente para neutralizar a gravidade (atum, cavala, espadarte, cação)
- ⇒ outros → a ascensão é acompanhada pela expansão das amplas nadadeiras peitorais num ângulo de ataque positivo para que a água flua sobre ela.
- ⇒ muitos peixes ósseos têm flutuabilidade neutra e matêm sua posição na coluna d'água sem mover o corpo → região dorsal das nadadeiras peitorais se opõem a uma força que impulsiona o corpo para frente → gerada pela expulsão da água pelas fendas branquiais durante cada ciclo respiratório.
- ⇒ flutuabilidade neutra resultante da bexiga natatória cheia de ar → os peixes que mantêm-se parados na coluna d'água → bexiga natatória bem desenvolvida.

## BEXIGA NATATÓRIA:

- ⇒ vesícula repleta de ar originária de uma evaginação dorsal do trato digestivo embrionário;
- ⇒ ocupam  $\cong$  5% do volume do corpo;
- ⇒ teleósteo não sobem nem desce na coluna d'água e gasta muito pouca energia para manter sua posição no meio aquático; entretanto, para manter a flutuabilidade neutra o volume da bexiga natatória deve se manter constante;
- ⇒ corpo → sujeito a variação de pressão nas diferentes profundidades;
- ⇒ pressão da coluna d'água aumenta quando → profundidade aumenta → bexiga natatória tende a colapsar;
- ⇒ pressão da coluna d'água diminui quando → profundidade diminui → bexiga natatória tende a se expandir;
- ⇒ quando o peixe sobe na coluna d'água o ar de dentro da bexiga vai sendo expelido e quando o peixe afunda o ar vai sendo colocado dentro da bexiga;
- ⇒ teleósteos mais primitivos → mantêm um ducto que conecta o esôfago à bexiga natatória (**ducto-pneumático**) = **peixes fisóstomos** → podem abocanhar o ar atmosférico na superfície da água para encher a bexiga natatória e expulsá-lo por meio de bolhas quando estão subindo na coluna d'água.
- ⇒ muitos peixes fisóstomos utilizam a bexiga natatória como um órgão de respiração aérea acessória → como um pulmão (neste caso o ducto-pneumático funciona análoga à traquéia dos vertebrados terrestres).
- ⇒ teleósteos mais diferenciados → ducto-pneumático = ausente → **fisoclistos**
- ⇒ o gás não pode ser eliminado pelo trato digestivo como no caso dos fisóstomos → injetar gás para dentro da bexiga natatória ⇒ **glândula de gás** → muito vascularizada → **rede mirabile** = vasos que são responsáveis pela troca de gases entre o sangue e a bexiga natatória, especialmente o oxigênio que é transportado pela HG dos glóbulos vermelhos.



A GL. DE GÁS LIBERA ÁCIDO LÁTICO NO SANGUE → A ACIDEZ DO SANGUE NA REDE MIRABILE FACILITA A LIBERAÇÃO DO O<sub>2</sub> PRESO NA HG.

- ⇒ Devido a anatomia da rede mirabile existe um sistema de **contracorrente múltiplo** ⇒ O<sub>2</sub> da HG é liberado e armazenado no sangue aumentando a pressão de O<sub>2</sub> no sangue que ultrapassa a pressão do O<sub>2</sub> existente no interior da bexiga natatória. Quando isso acontece → O<sub>2</sub> se difunde do sangue para dentro da bexiga natatória → ajustando o volume desta vesícula.
- ⇒ O comprimento dos capilares sanguíneos da rede mirabile multiplica a difusão do O<sub>2</sub> livre no sangue.
- ⇒ Para compensar a expansão do gás durante a ascensão na coluna d'água = os fisoclistos abrem uma válvula muscular = **oval** → a alta pressão interna dos gases na bexiga natatória promove a difusão dos mesmos para dentro do sangue desta rede de capilar associada à glândula oval.

- ⇒ Muitos peixes de profundidade → depósitos de óleo de baixa densidade dentro da bexiga natatória ou → bexiga natatória reduzida ou ausente ⇒ no seu lugar ricos depósitos de lipídios distribuídos pelo corpo.
- ⇒ Lipídios → promovem a flutuabilidade → o volume de gás da bexiga natatória é pequeno, para o peixe afundar a quantidade necessária de gás para manter o volume deste órgão é pequena.
- ⇒ Entretanto → é necessário que a rede mirabile tenha um grande número de capilares para que a alta pressão de O<sub>2</sub> exigida seja alcançada e a gl. oval dos peixes que vivem a grandes profundidades é muito desenvolvida.
- ⇒ Peixes mesopelágicos que realizam grandes deslocamentos verticais → dependem mais dos lipídios (esteróis de cera) do que do gás para regular a flutuabilidade.

## **PRODUÇÃO DE IMPULSO**

- ⇒ Os peixes nadam para frente empurrando para trás a coluna d'água;
- ⇒ A cada força de ação corresponde uma força de reação de igual intensidade e direção oposta;
- ⇒ Os anguiliformes e Carangiformes → aumentam a velocidade de natação aumentando a frequência das ondulações corpóreas (frequência do batimento caudal) ⇒ a velocidade aumenta porque o peixe aplica mais força sobre a água (por unidade de tempo).
- ⇒ Enguias → corpo alongado limita a velocidade porque os vários movimentos ondulatórios aumentam o atrito da superfície do corpo com a água aumentando a força de resistência da água.
- ⇒ Peixes que nadam mais rápidos não são flexíveis → força gerada pela contração dos músculos segmentares anteriores → transferido para o pedúnculo caudal.
- ⇒ Atum → estruturas especializadas para uma natação mais rápida → pedúnculo caudal é rígido e a nadadeira caudal é muito expandida verticalmente.

## **A ÁGUA E O MUNDO SENSORIAL DOS PEIXES**

- ⇒ A água é 830 vezes mais densa que o ar ao nível do mar;
- ⇒ A luz tem uma penetração menor na água do que no ar;
- ⇒ Peixes → de maneira geral apresentam os olhos bem desenvolvidos;
- ⇒ Peixes → têm botões gustativos na boca e ao redor da cabeça e nadadeiras anteriores; botões quimiorreceptores → detectam a presença de substâncias solúveis na água; órgão olfatórios no focinho que detectam substâncias não tão solúveis na água.
- ⇒ cações e salmões são capazes de detectar compostos odoríferos dissolvidos numa concentração de até 1ppm;

- ⇒ **muitos peixes procuram alimento e se orientam no meio aquático → quimiorreceptores → posição e distância da presa;**
- ⇒ **migração do salmão → é direcionada para os cursos d'água onde nasceram; este percurso é encontrado → reconhecem os odores das drenagens por onde passou durante seu desenvolvimento, que ficaram impressos, no cérebro. Destruindo os órgãos olfatórios do salmão ele não consegue encontrar a drenagem onde nasceu (CROMIE, 1982).**

#### LINHA LATERAL:

- ◆ os neuromastos distribuem-se: 1. no interior de canais tubulares; 2. no fundo de depressões epidérmicas;
- ◆ células ciliadas dos neuromastos têm um cinécílio;
- ◆ um neuromasto possui muitas células ciliadas com cinécílio;
- ◆ cada unidade do neuromasto → 2 terminações nervosas aferentes da linha-lateral: 1. transmite impulsos para as células ciliadas ⇒ cinécílio localiza-se numa det. posição; 2. comunica-se com as células ciliadas ⇒ cinécílios numa posição oposta (de 180°) em relação aos anteriores.
- ◆ todos os cinécílios e microvilosidades estão envoltos por estrutura gelatinosa oval = **cúpula**;
- ◆ deslocamento da cúpula ⇒ dobramento do cinécílio;
- ◆ toda vez que o cinécílio se dobra ⇒ pode estimular ou inibir o nervo associado;
- ◆ **FORÇAS QUE PROMOVEM O DESLOCAMENTO DA CÚPULA:** correntes d'água que deslocam a cúpula ⇒ podem ser percebidas em diferentes regiões do corpo. Retirando-se os nervos aferentes da linha-lateral o peixe não apresenta qualquer resposta em relação ao fluxo externo d'água.
- ◆ **NEUROMASTOS DA LINHA-LATERAL** ⇒ tb. respondem aos sons de baixa frequência. Muitos peixes tb. ouvem baixas frequências com o ouvido, mesmo depois dos neuromastos da linha-lateral serem destruídos.
- ◆ muitos peixes que buscam alimento na superfície d'água ⇒ p. ex. , o inseto sobre a superfície da água atrai o peixe pq. cria ondas através dos movimentos.

#### PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE, ELETRORRECEPÇÃO:

- ◆ raia elétrica, torpedo (Mediterrâneo), bagre elétrico (Nilo), poraquê (América do Sul);
- ◆ a corrente elétrica é gerada em tecidos musculares modificados;
- ◆ células ⇒ **eletrócitos** ⇒ perderam a capacidade de se contrair e se especializaram na produção de correntes iônicas;
- ◆ os **eletrócitos** estão arrançados em pilhas ou em série, como as de uma lanterna elétrica, porque os potenciais elétricos gerados em cada eletrócito somam-se aos dos adjacentes produzindo um potencial final de alta voltagem;

- ◇ também é necessário o sincronismo das descargas dos eletrócitos, que é conseguido pela simultaneidade dos impulsos nervosos que excitam essas células musculares;
- ◇ maioria das espécies de peixes elétricos estão limitadas às águas tropicais africanas e sul-americanas;
- ◇ formas marinhas são poucas : raia-torpedo (*Torpedo*); raia treme-treme (*Narcine*), algumas spp do gênero *Raja*, algumas espécies de Miracéu (Família Uranoscopidae);
- ◇ atualmente se sabe que os peixes elétricos que produzem pequenos potenciais elétricos, utilizam as correntes elétricas de baixa intensidade na eletrolocação e comunicações intraespecíficas;
- ◇ o potencial elétrico da maioria dos peixes, que geram baixos potenciais elétricos, varia entre 50 e 300 hertz (ciclos por segundo); algumas spp (*Apteronotus*) produzem um potencial elétrico que alcança 1700 hertz;
- ◇ um peixe-elétrico de água doce pode detectar, por meio dos tipos de distorção em seu campo elétrico, a presença e posição dos objetos e organismos ao seu redor;
- ◇ pode perceber as descargas elétricas de outro peixe-elétrico
- ◇
- ◇ (eletrocomunicação e/ou eletrolocação);
- ◇ a pele dos teleósteos que produzem descargas elétricas de baixa potência contêm receptores sensoriais especiais⇒ órgãos **ampulares e tuberosos**⇒ **detectam, respectivamente, cargas tônicas (estáticas) e fásicas (variáveis)**;