

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**Osteologia do Crânio de *Arapaima gigas* (Cuvier)  
(Actinopterygii, Osteoglossidae)**

**Geovane Sant'Ana**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Uberlândia, para a obtenção do grau de bacharel em Ciências Biológicas.

Uberlândia - MG  
Dezembro - 1995

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**Osteologia do Crânio de *Arapaima gigas* (Cuvier)  
(Actinopterygii, Osteoglossidae)**

Geovane Sant'Ana

Prof. Ms. José Fernando Pinese

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Uberlândia, para a obtenção do grau de bacharel em Ciências Biológicas.

Uberlândia - MG  
Dezembro - 1995

**Osteologia do Crânio de *Arapaima gigas* (Cuvier)  
(Actinopterygii, Osteoglossidae)**

Autor:




Geovane Sant'Ana

Aprovado pela Comissão em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_


Conceito 4 = 1000

Orientador:




Prof. Ms. José Fernando Pinese

Co-orientador:




Prof. Dr. André Luiz Quagliatto Santos

Conselheira:



Profa. Ms. Vera Lúcia de Campos Brites

Coordenadora do Curso:



Profa. Ms. Nora-Ney Santos Barcelos

Uberlândia, \_\_\_ de \_\_\_ de 199\_\_

...aos meus queridos pais Wandeir Sant'Ana  
e Maria da Conceição Sant'Ana que possibilitaram que esse dia enfim chegasse...

## Agradecimentos

A Deus pela vida

Ao Professor Ms. José Fernando Pinese, orientador de dedicação e paciência

A Professora Ms. Vera Lúcia de Campos Brites e ao Professor Dr. André Luiz Quagliatto Santos pelo tempo dispensado

Ao meu tio Afonso Maria Brandão pela ajuda dispensada

Ao amigo Anselmo de Oliveira pela ajuda e amizade

A todos que de algum modo colaboraram com este trabalho

## RESUMO

---

O presente trabalho é um estudo osteológico do crânio de *Arapaima gigas*, visando contribuir com o conhecimento anatômico desta espécie, bem como fornecer informações para trabalhos taxonômicos e de anatomia funcional.

Os crânios foram dissecados, examinados e as partes móveis foram desarticuladas para análise e esquematizações, procurando agrupá-las dentro de unidades biomecânicas (neurocrânio; séries orbital, mandibular, suspensório, hióide, opercular e branquial; e cintura peitoral).

Como resultado da análise de caracteres concluiu-se que o pirarucu é especializado principalmente na maneira de se alimentar, utilizando para isso, as placas dentígeras do TBA (Tongue Bite Apparatus), estrutura composta pelos ossos da série hióide, arcos branquiais e base do crânio que, associados, auxiliam na fragmentação do alimento na cavidade oro-branquial.

# ÍNDICE

---

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>10</b>
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>11</b>
3.1 OSTEOLOGIA.....	11
3.1.1 <i>NEUROCRÂNIO</i> .....	12
3.1.2 <i>SÉRIE ORBITAL</i> .....	14
3.1.3 <i>SÉRIE MANDIBULAR</i> .....	15
3.1.4 <i>SÉRIE SUSPENSÓRIA</i> .....	16
3.1.5 <i>SÉRIE HIÓDE</i> .....	18
3.1.6 <i>SÉRIE OPERCULAR</i> .....	19
3.1.7 <i>SÉRIE BRANQUIAL</i> .....	21
3.1.8 <i>CINTURA PEITORAL</i> .....	22
<b>4. DISCUSSÃO.....</b>	<b>24</b>
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>25</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>26</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 1. Aspecto geral do crânio de <i>Arapaima gigas</i>	11
Figura 2. Neurocrânio	13
Figura 3. Série orbital	14
Figura 4. Série mandibular	15
Figura 5. Série suspensória	17
Figura 6. Série hióide	19
Figura 7. Série opercular	20
Figura 8. Série branquial	22
Figura 9. Cintura peitoral	23



## 1. INTRODUÇÃO

---

**P**eixe tropical, *Arapaima gigas* (Cuvier) é encontrado em toda a bacia amazônica, verdadeiro documento da evolução da vida, representante da família Osteoglossidae, primo do *Heterotis* da África, do *Osteoglossum*, da América do Sul e do *Scleropages* da Austrália e sudeste Asiático (Nelson, 1984).

Considerados um dos elos entre o mundo primitivo e a idade moderna, apresentam características peculiares que os diferenciam dos demais actinopterígeos (Fontenele, 1948).

Seu nome de batismo, piraru'ku, peixe vermelho (pira, peixe; urucu, vermelho) é uma herança tupi, mas resume de forma apenas parcial a singularidade da sua biologia (Fontenele, 1948).

De acordo com Oliveira (1944) e Fontenele (1948) o pirarucu possui fatores que viabilizam sua criação em cativeiro. A sua capacidade de reprodução nessas condições; seu corpo comprido e pouca espinha, que proporcionam um aproveitamento de quase 60% da carcaça; sua excelente adaptabilidade a ambientes de água parada; seu grande porte e o excelente sabor de sua carne fresca, lhe proporcionam grande potencial econômico.

O pirarucu é considerado espécie em risco de extinção, devido à pesca indiscriminada e fiscalização deficiente.

Maior peixe de escamas de água doce do mundo, um dos poucos do planeta que possuem língua óssea, osteoglossídeo, apresentam placas dentígeras recobrando

o céu da boca e a língua, recorrendo a esta ferramenta para esmagar e fragmentar seu alimento, composto de pequenos peixes.

Segundo Lüling (1964), o *Arapaima* tem sua dieta basicamente de pequenos peixes, nos quais se incluem os *Prochilodus*, *Anostomus*, *Triportheus*, dando preferência para os pequenos peixes da família Loricariidae.

O *Arapaima gigas* possui sistema respiratório misto: branquial e pulmonar. A bexiga natatória da espécie sofreu um processo de adaptação ao longo do tempo e passou a desempenhar o papel de um “pulmão” primitivo e único, que se comunica com o tubo digestivo. Graças a essa mutação, pode complementar a respiração com o ar atmosférico, conseguindo viver em ambientes aquáticos de baixa oxigenação (Cerri, 1995).

Assim adotou como seu habitat, milhares de lagos sazonais e perenes da bacia amazônica e, naturalmente, toda a sorte de alimentos aí disponível, além da segurança de um meio mais protegido para reprodução e cria da prole (Cerri, 1995).

Segundo Fontenelle (1948), o que chama a atenção, quando adulto, é a coloração predominantemente vermelha da orla posterior das escamas de determinadas regiões do corpo. A intensidade da coloração que tais escamas apresentam, bem como o número delas, variam de acordo com o sexo e a aproximação do período de desova.

As fêmeas têm apenas um ovário desenvolvido, e os machos, somente um testículo funcional (Fontenele, 1948).

A cabeça, pequena, não representa nem 10% do corpo, formada por um neurocrânio e um esqueleto visceral adaptado a captura e trituração de alimentos.

O presente trabalho tem como objetivo fazer uma descrição do crânio de *Arapaima gigas* com a finalidade de ampliar os conhecimentos sobre esta

espécie.

Problemas de sistemática e filogenia de peixes têm sido solucionados através de estudos osteológicos (Patterson, 1964; Arancibia & Ruiz, 1978; Andreatta & Barbiéri, 1981).

Pouquíssimos são os trabalhos relacionados à ictiofauna brasileira, que têm tratado de osteologia (Travassos, 1951, 1952, 1955; Travassos & Pinto, 1957, 1959; Godoy, 1970; Menezes, 1969, 1976, entre outros).

## 2. MATERIAL E MÉTODO

---

Utilizou-se para este trabalho, quatro crânios de espécimes provenientes das lagoas marginais do Rio Araguaia, Município de Cocalinhos, Mato Grosso.

Da região cefálica foram retiradas as partes moles, evidenciando-se as estruturas ósseas.

Os crânios, assim preparados foram analisados quanto à sua constituição óssea, e efetuou-se a esquematização geral das estruturas.

As partes móveis foram, então, desarticuladas para análise, e esquematizadas segundo as unidades estruturais:

- Neurocrânio,
- Séries: orbital, mandibular, suspensória, hióide, opercular e branquial e
- Cintura peitoral.

Para as dissecções foram utilizados materiais cirúrgicos convencionais, destacando-se tesoura ponta fina (reta), pinça dente de rato, pinça ponta reta, bisturi, além de produtos químicos como, água oxigenada vinte volumes, essência de terebentina, cola super-bonder e verniz incolor.

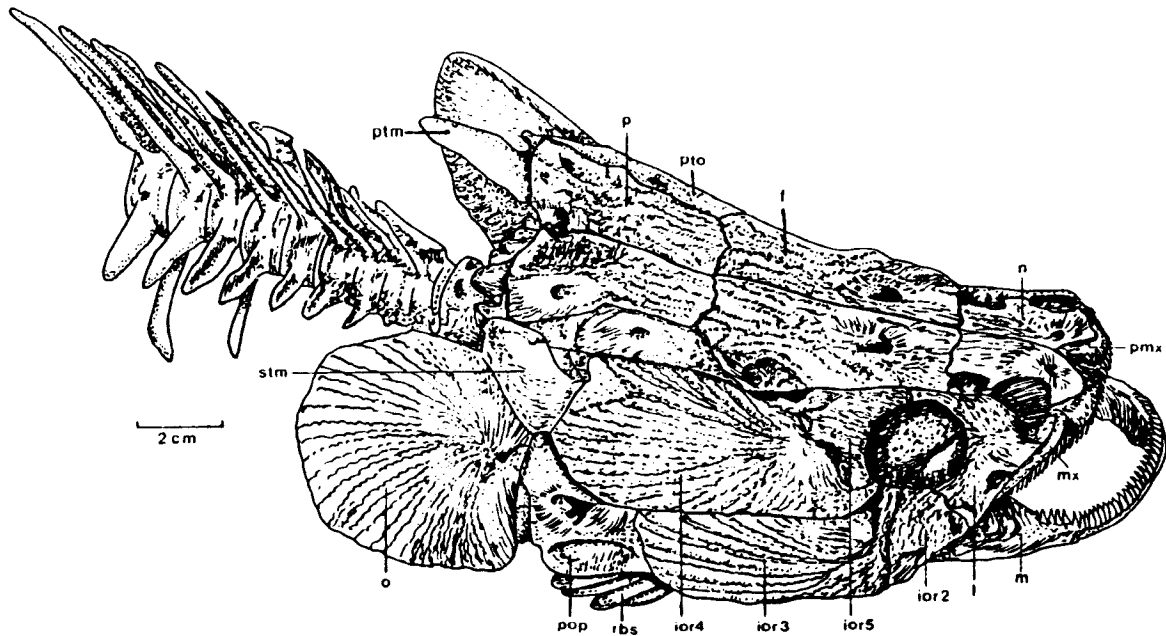
As ilustrações foram feitas com auxílio de uma caixa de luz para desenhos, utilizando-se, quando não especificado, a escala de 1 : 1.

As terminologias propostas por Patterson (1964) foram as utilizadas para a nomenclatura osteológica deste trabalho.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 OSTEOLOGIA

O crânio de *Arapaima gigas* apresenta-se pequeno, em relação ao corpo. É denso, bastante desenvolvido, com uma estrutura óssea fortemente articulada entre si, constituindo um conjunto bem definido. Apresenta em toda a superfície, fissuras ósseas e fossas glandulares distribuídas simetricamente (figura 1).



**Fig. 1** - Aspecto geral do crânio de *Arapaima gigas*: n, nasal; f, frontal; p, parietal; pto, pterótico; ptm, pós-temporal; pmx, pré-maxilar; mx, maxilar; m, mandibular; l, lacrimal; ior, infraorbitais 2 - 5; rbs, raios branquiostegais; pop, pré-opercular; o, opercular; stm, supra-temporal.

### 3.1.1 NEUROCRÂNIO

Dorsalmente, de ambos os lados, encontram-se os nasais, que formam a porção anterior do neurocrânio. Sua borda lateral, apresenta uma reentrância semicircular que delimita a margem superior da fossa nasal. Conectando com a porção posterior dos nasais estão os frontais, ossos longos e largos que ocupam mais de um terço da porção mediano-dorsal do neurocrânio. Na parte posterior do crânio, temos dois pares de ossos: os parietais, ossos mais ou menos retangulares posicionados medialmente. Na junção mediana dos parietais, forma-se a única fossa glandular ímpar da cabeça do pirarucu. Conectando lateralmente com os parietais e anteriormente com os frontais estão os pteróticos, ossos alongados, que ocupam toda a borda lateral posterior do neurocrânio

O neurocrânio apresenta-se, em seu perfil lateral, altura maior na região posterior.

Ventralmente, o neurocrânio é formado pelo vômer anterior, um osso dérmico ímpar, recoberto por pequenos dentes, que se une ao paresfenóide, alongado, formando a base do crânio(figura 2).

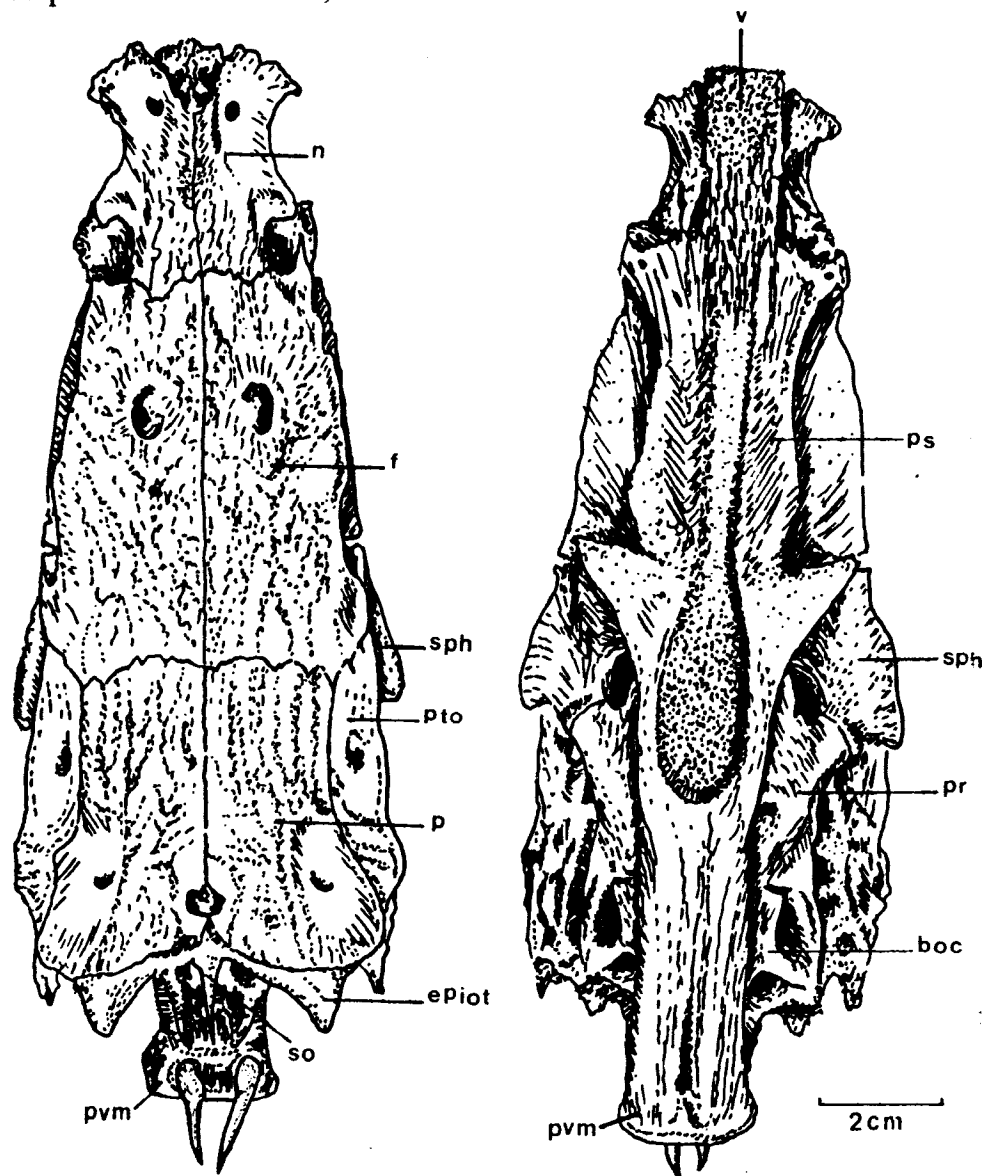
O paresfenóide, osso ímpar, emite em sua região média um processo transversal que se articula ao forame do palatino. Posteriormente, o parasfenóide se funde com a primeira vértebra, formando o ponto de articulação do crânio com a coluna vertebral. Tanto o vômer quanto o parasfenóide apresentam a superfície ventral recoberta por placa dentígera, com dentes viliformes, que, juntamente com os ossos da série hióide, formam o TBA (Tonge Bite Apparatus), característico dos osteoglossiformes.

Completando a região posterior do neurocrânio, temos o supra-occipital, osso pequeno, com uma crista pouco desenvolvida, localizado medianamente, e

lateralmente, os epióticos, bem mais desenvolvidos cada um com uma pronunciada apófise para inserção do tendão do músculo epaxial.

O basioccipital localiza-se ventralmente ao epiótico e se liga anteriormente ao proótico e ventralmente ao parasfenóide e à primeira vértebra modificada.

Abaixo dos frontais, formando uma plataforma na lateral do neurocrânio, que serve de apoio para a série orbital, estão os esfenóticos.



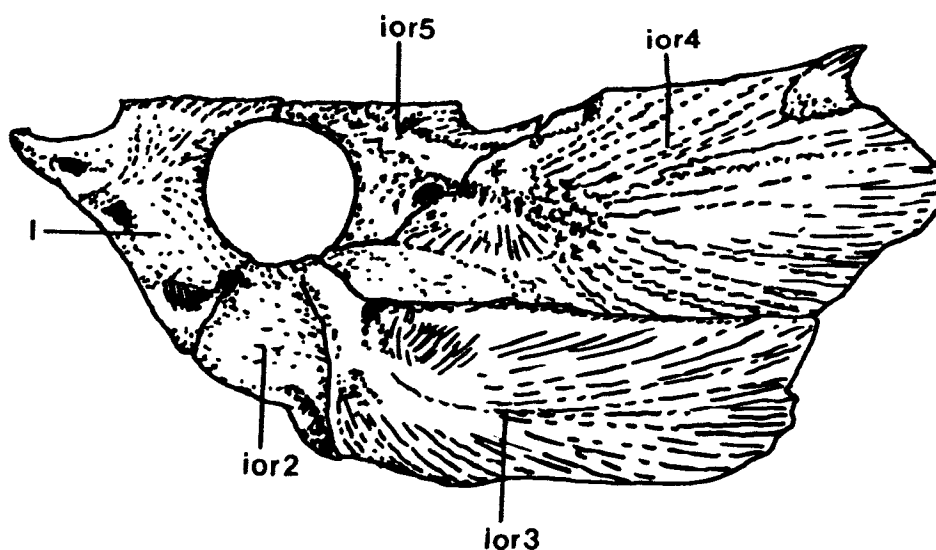
**Fig. 2** - Vista dorsal e ventral do neurocrânio: v, vômer; ps, parasfenóide; pr, proótico; boc, basioccipital; n, nasal; sph, esfenótico; pto, pterótico; epiot, epiótico; so, supraoccipital; pvm, primeira vértebra modificada.

### 3.1.2 SÉRIE ORBITAL

Os 5 ossos que compõem a série orbital de *Arapaima* gigas, delimitam de cada lado da cabeça, as órbitas oculares, esféricas e relativamente pequenas (figura 3). O lacrimal, anteriormente, contribui com mais de 1/3 da órbita ocular e sua margem superior completa o orifício da fossa nasal. Sua margem posterior articula-se com o infra-orbital 2, de formato trapezóide, que, juntamente com os infra-orbitais 3 e 4, os maiores ossos da série orbital, contribuem muito pouco para delimitar a órbita ocular, apenas através de pequenos prolongamentos anteriores.

O infra orbital 5, é um osso pequeno, de forma trapezóide, mas que contribui com quase a metade da órbita ocular.

As bordas superiores do lacrimal e dos infra-orbitais 4 e 5, formam a linha de articulação com o neurocrânio.

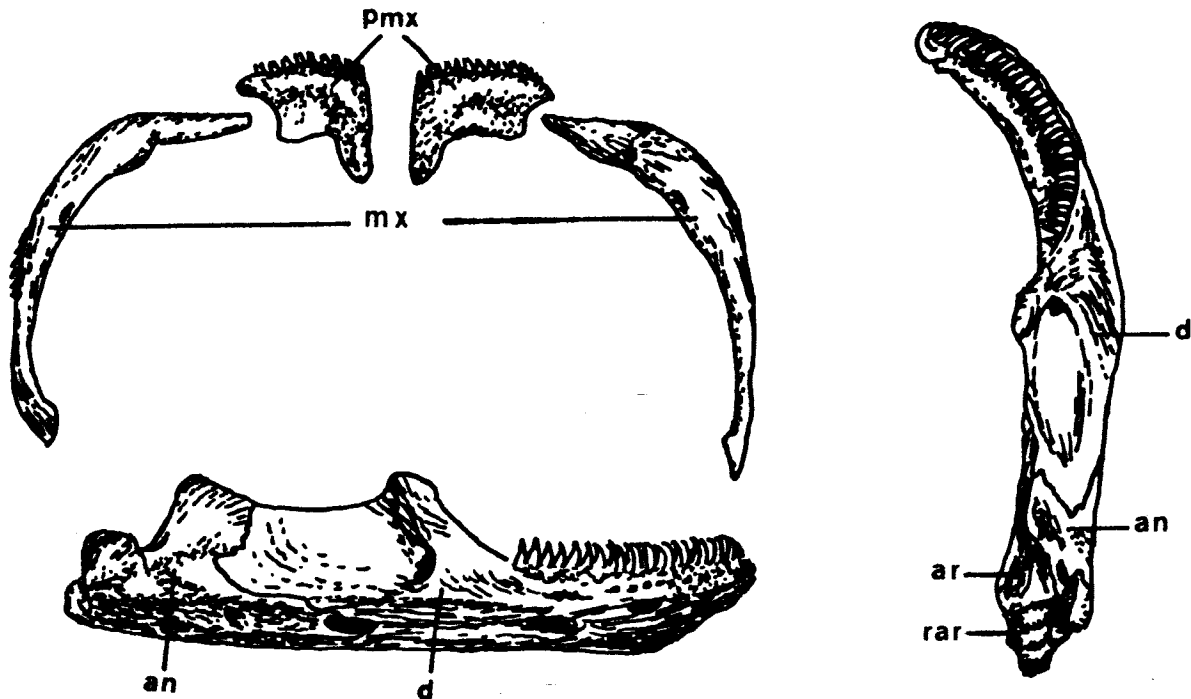


**Fig. 3** - Série orbital: l, lacrimal; ior, infraorbitais 2-5



### 3.1.3 SÉRIE MANDIBULAR

O arco mandibular é constituído pelos ossos pré-maxilares e maxilares, superiores, e os mandibulares, inferiores (figura 4).



**Fig. 4** - Série mandibular: mx, maxila; pmx, pré-maxila; d, dentário; ar, articular; rar, retro-articular; an, angular.

O pré-maxilar, é um osso pequeno que se encaixa entre o nasal e o vômer, apresentando uma depressão na superfície ventral, onde se articula, lateralmente, o maxilar .

O maxilar é curvo, com a região proximal afilada e arredondada, que se encaixa entre o pré-maxilar e o vômer. A porção distal do maxilar apresenta-se achatada, servindo como ponto de inserção de um ligamento com a mandíbula.

A mandíbula é formada por quatro ossos de membrana: dentário, angular,

articular e retro-articular

O dentário, curvo em sua região anterior, apresenta em sua região média, um processo coronário ascendente, onde se insere o ligamento com o maxilar. Sua borda lateral apresenta 3 fossas glandulares, em tamanho crescente no sentido ântero-posterior. Posteriormente abre-se em forma de V, onde se encaixará os demais ossos da mandíbula.

O angular localiza-se postero-lateralmente na mandíbula, apresentando a região anterior afilada que se encaixa na parte em forma de V do dentário. Apresenta na conexão com o dentário, uma grande fossa glandular, a quarta da série crescente da mandíbula.

O articular completa o extremo posterior da mandíbula, internamente ao angular e corresponde ao ponto de articulação, em forma de sela, da mandíbula com o quadrado.

O retroarticular, um osso bem pequeno, completa ventralmente a articulação com o quadrado, e se prolonga no sentido posterior, onde se articula com o interopercular.

#### **3.1.4 SÉRIE SUSPENSÓRIA**

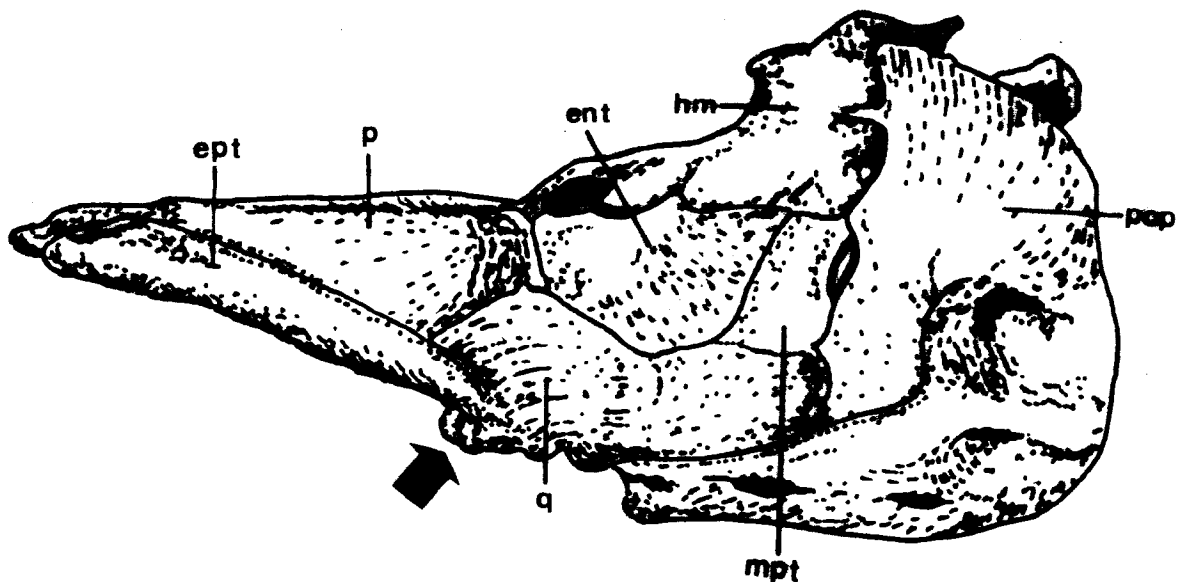
A série suspensória do pirarucu é composta de ossos achatados, fortemente articulados entre si, formando uma estrutura única que se articula à lateral do crânio. É composta dos seguintes ossos: palatino e ectopterigóide, na região anterior, endopterigóide e quadrado medianamente, e na parte posterior, mais larga, temos o metapterigóide e hiomandibular, recobertos pelo pré-opercular, que se funde firmemente à série suspensória (figura 5).

O palatino, de origem dérmica, possui a região anterior afilada, que se articula ao neurocrânio através do vômer. Posteriormente, articula-se com o hiomandibular, endopterigóide e quadrado e, ventralmente, liga-se ao ectopterigóide. Apresenta na sua região posterior um forame que, atravessado pelo processo transverso do parasfenóide, oferece maior estabilidade ao movimento látero-medial do suspensório.

O ectopterigóide está ligado à margem inferior do palatino. É fino e longo, articulando-se posteriormente com o quadrado.

Toda a superfície oral do palatino e do ectopterigóide apresenta-se recoberta por dentes viliformes, compreendendo a lateral da cavidade bucal.

A articulação da mandíbula com a série suspensória, se faz através de um processo em forma de sela na base do quadrado.



**Fig. 5-** Série suspensória: ept, ectopterigóide; p, palatino; q, quadrado; ent, endopterigóide; hm, hiomandibular; pop, pré-opercular; mpt, metapterigóide; seta: articulação quadrato-mandibular.

O hiomandibular articula-se ao esfenótico e pterótico do neurocrânio através de dois pontos: um longo e reto, posterior, e outro, do tipo pino-cótilo, anteriormente. Posteriormente apresenta um côndilo esférico, onde se articula o opercular.

### 3.1.5 SÉRIE HIÓIDE

Os ossos da série hióide, apresentam-se dispostos em “V”, com o ápice voltado anteriormente, formando a base da língua, juntamente com os ossos ventrais dos arcos branquiais (figura 6).

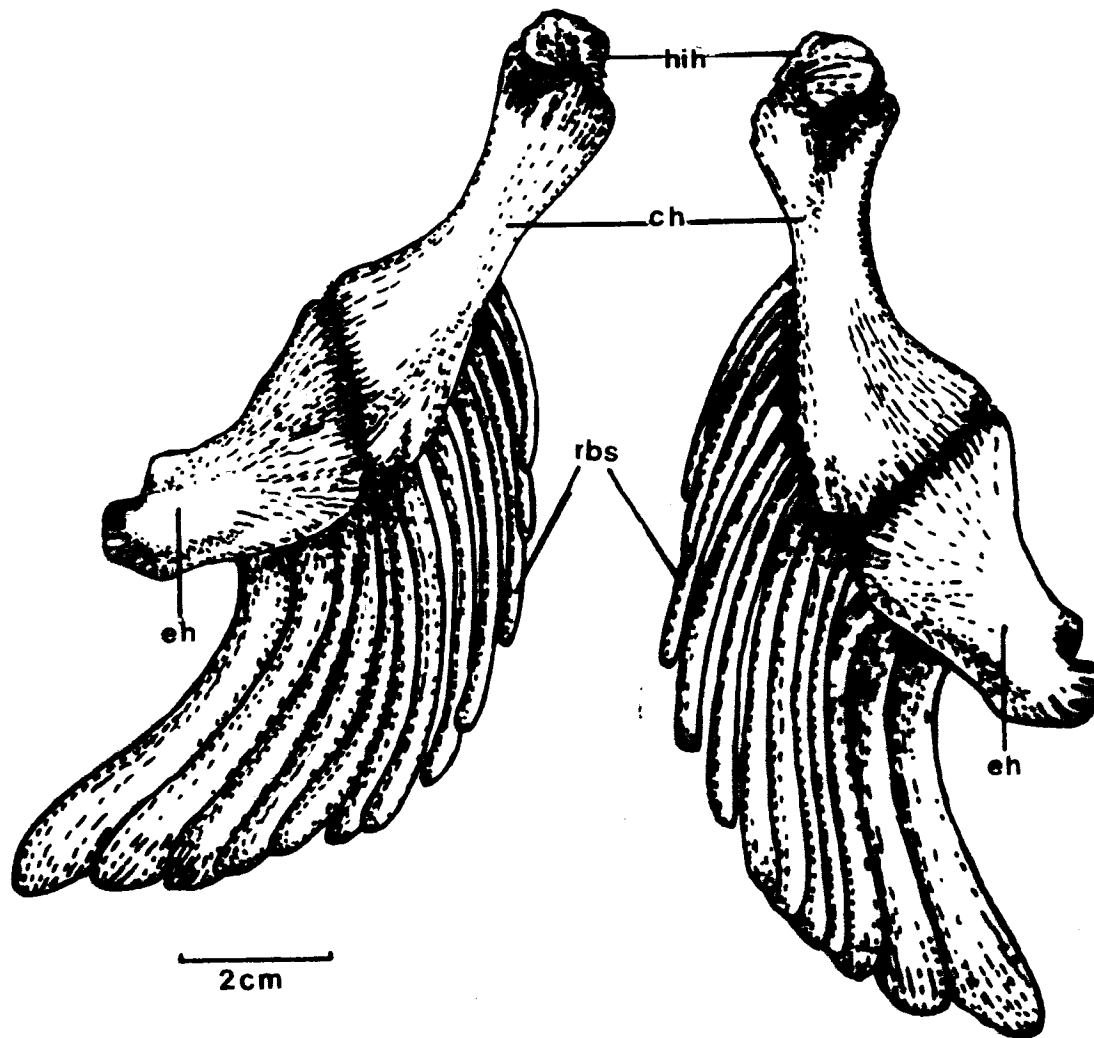
O epi-hial, um osso forte e alargado nas extremidades, articula-se dorsalmente com o hiomandibular da série suspensória. Na borda lateral, apresenta uma depressão, onde se articulam os três últimos raios branquiostegais.

O cerato-hial, também bastante forte e largo nas extremidades, liga-se ao epi-hial, apresentando na sua face ventro-medial, um sulco onde se articulam os raios branquiostegais de 1 a 6. Outros dois raios branquiostegais se articulam ao tecido cartilaginoso do ponto de união entre o epi-hial e o cerato-hial.

O hipo-hial, um pequeno osso que forma o extremo anterior do arco hióideo, apresenta-se envolvido por um denso tecido fibroso que forma a base da língua no assoalho da boca.

Os raios branquiostegais, em número de 11, delicados na região anterior, vão se tornando cada vez mais reforçados em direção a região posterior.

O uro-hial, osso único, é bem característico em *Arapaima gigas*, com uma secção transversal em forma de “T” invertido, localiza-se sobre os músculos esternohióideus que se inserem ventralmente na extremidade anterior da série hióide.



**Fig. 6** - Série hióide: hjh, hipo-hial; ch, cerato-hial; eh, epi-hial; rbs, raios branquiostegais. O uro-hial não está representado.

### 3.1.6 SÉRIE OPERCULAR

A série opercular é composta de 4 ossos: opercular, pré-opercular, sub-opercular e inter-opercular (figura 7).

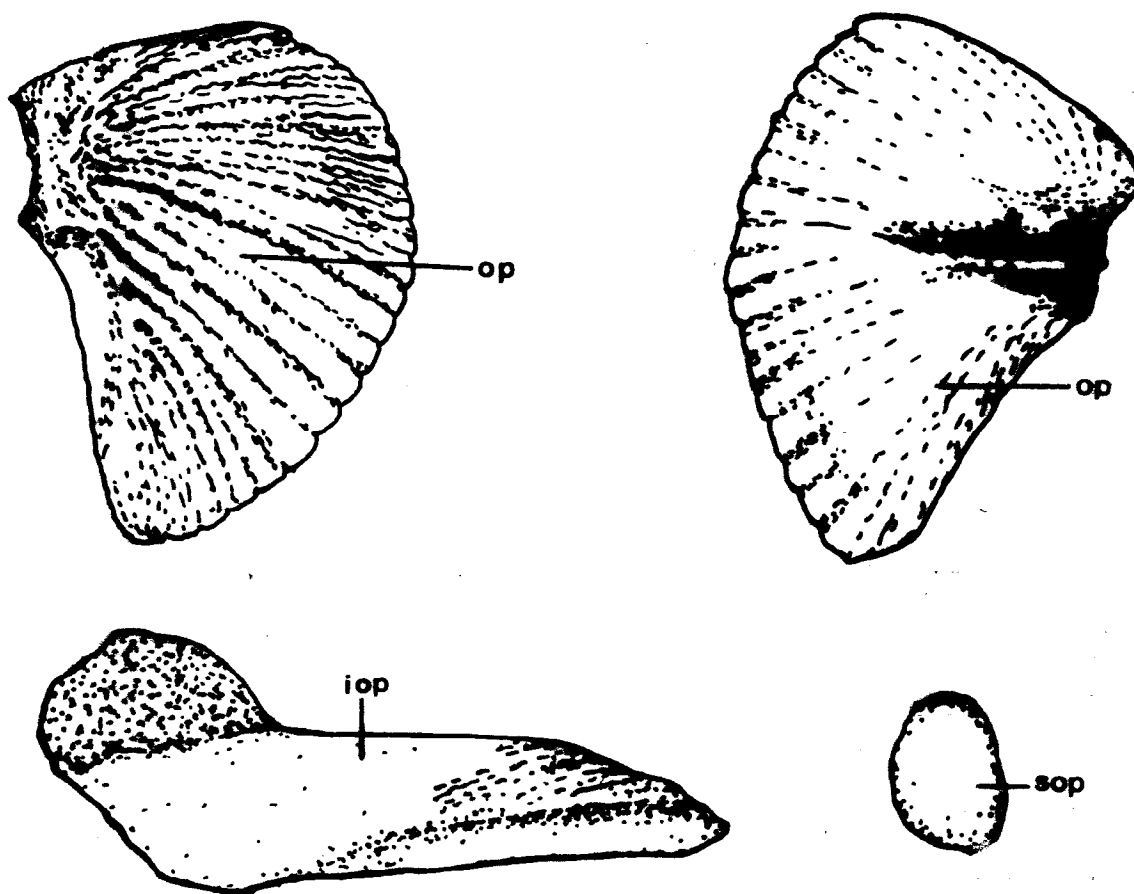
O pré-opercular, um osso denso, tem a forma de um “L” invertido, com o braço horizontal, inferior, voltado anteriormente. Seu braço vertical prolonga-se dorsalmente até a margem do neurocrânio, por baixo dos infra-orbitais 3 e 4. Está muito mais relacionado à série suspensória (figura 5), articulando-se firmemente ao hiomandibular, metapterigóide e ao quadrado. Apresenta na sua borda

posterior e inferior, fossas glandulares um número de 4.

O opercular, possui a margem posterior arredondada e recortada. Na região anterior, um pouco deslocado dorsalmente, eleva-se, na face interna do opercular, um processo côncavo que se articula com o hiomandibular.

O interopercular é um osso delgado e alongado, que se relaciona, através de ligamentos, com a mandíbula e hióide. Localiza-se no tecido conjuntivo entre o pré-opercular e o arco hióide.

O subopercular é extremamente reduzido e se localiza no tecido da membrana opercular, por baixo da extremidade inferior do opercular.



**Fig. 7** - Série opercular: op, opercular; sop, sub-opercular, iop, inter-opercular. (O pré-opercular está representado na série suspensória).

### 3.1.7 SÉRIE BRANQUIAL

Os ossos da série branquial encontram-se arranjados em arcos pares, que se articulam dorsalmente, na região posterior da base do neurocrânio, e ventralmente, juntam-se para formar a base da língua óssea (TBA), que caracteriza os osteoglossídeos (figura 8).

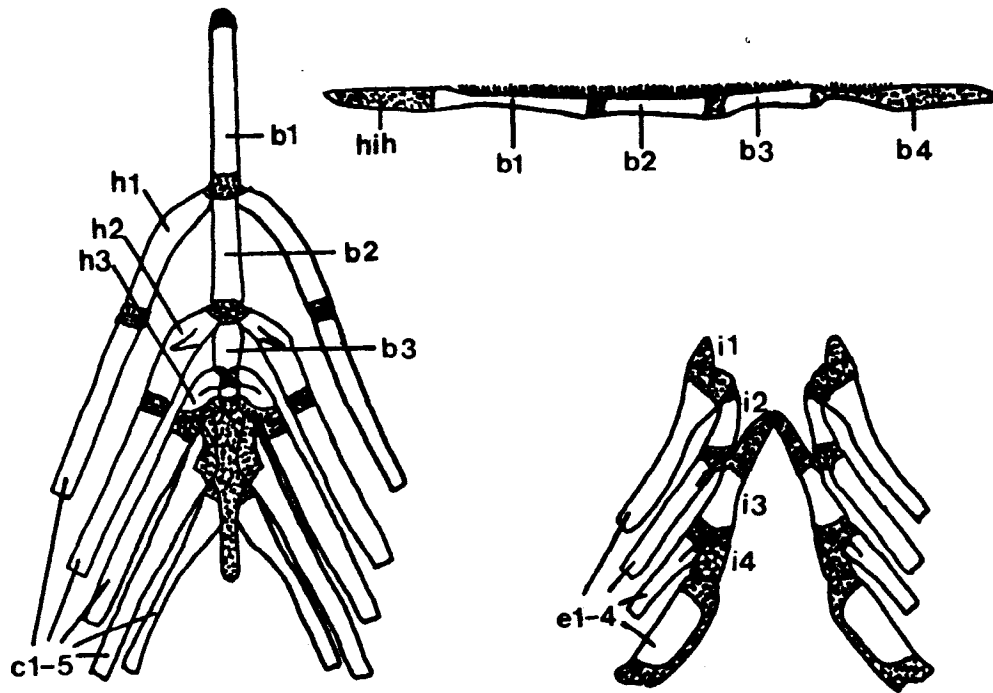
A língua óssea corresponde aos 3 primeiros basibranquiais, que apresentam-se dorsalmente recobertos por uma placa óssea provida de dentes viliformes. O quarto basibranquial é cartilaginoso.

Os hipobranquiais são em número de três e se articulam lateralmente aos basibranquiais.

Os ceratobranquiais, em número de 5, são longos e reforçados, suportando internamente os rastelos branquiais. Suas articulações com os epibranquiais conferem bastante motilidade à estrutura como um todo, permitindo que a língua óssea possa ser elevada contra as placas dentíferas do céu da boca, esmagando o alimento.

Os epibranquiais, em número de quatro, articulam-se dorsalmente aos ceratobranquiais, apresentando também rastelos branquiais em suas margens internas. O último é menor, achatado, e tem a forma mais ou menos retangular.

Dorsalmente, somente os infrafarinobranquiais 2 e 3 têm constituição óssea, sendo que os demais elementos são cartilaginosos e de difícil interpretação.



**Fig. 8** - Série branquial: b, basibranquiais 1-4; h, hipobranquiais 1-3; c, ceratobranquiais 1-5; e, epibranquiais 1-4; i, infrafaríngeobranquiais 1-4; hih, hipo-hial (da série hióide).

### 3.1.8 CINTURA PEITORAL

A cintura peitoral do pirarucu é bastante desenvolvida, servindo de suporte às nadadeiras peitorais muito desenvolvidas. Além disso funciona como ponto de conexão entre as estruturas cranianas e a musculatura hipoaxial (figura 9).

O cleitro, principal osso da cintura peitoral, tem a forma de um “L”, com o ramo horizontal voltado anteriormente. Limitando-se com toda a borda medial do prolongamento horizontal, está o coracóide, osso fino e delgado, que projeta uma ponte de sua região posterior para a face medial do cleitro. Articulando-se com a região posterior do coracóide está o escápula, de forma trapezóide, apresentando um forame central e um côndilo em forma de sela onde se articula o primeiro raio da nadadeira dorsal. Os demais raios da nadadeira se ligam à cintura peitoral, através de pequenos ossos, os rádios, localizados ao lado do côndilo.

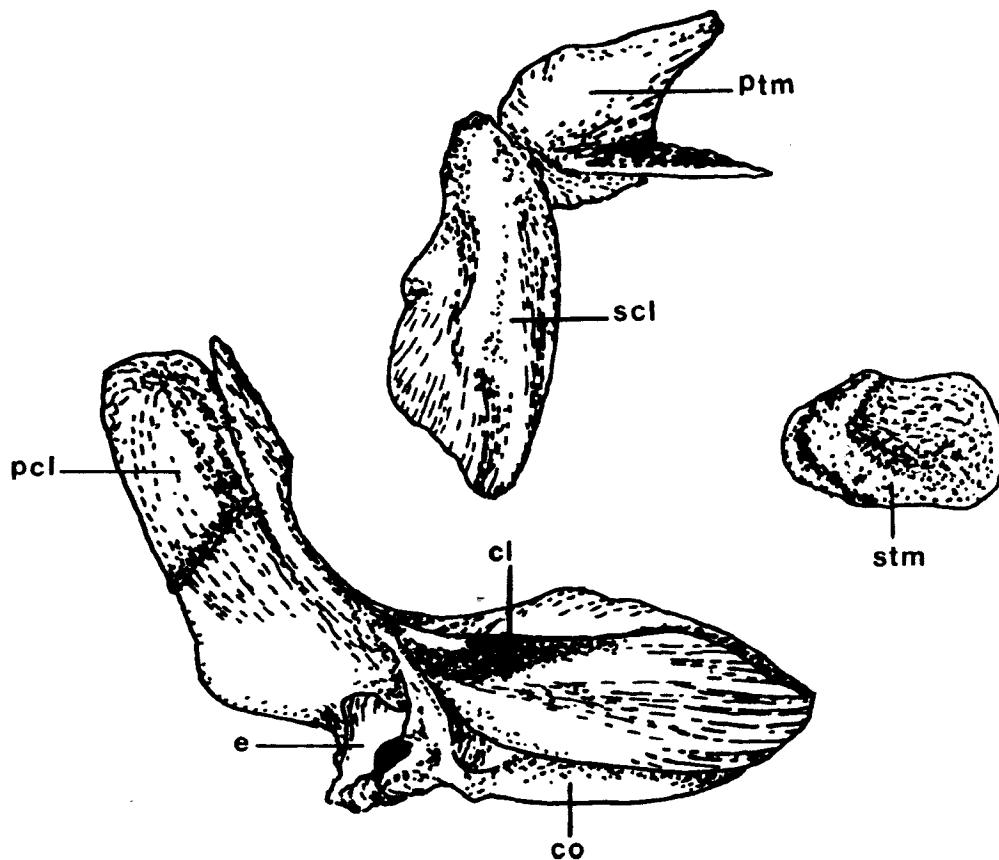


O pós-cleito, osso mais ou menos retangular articula-se com a extremidade dorsal do ramo vertical do cleitro.

A cintura peitoral está articulada dorsalmente ao neurocrânio, através de uma ponte formada pelos ossos supra-cleito e pós-temporal

O pós-temporal, possui um braço ventral que se apoia ao neurocrânio, dando assim uma maior firmeza à articulação dorsal da cintura peitoral com o neurocrânio.

O supra-temporal, é pequeno com a forma mais ou menos quadrangular, recobrimdo a articulação hiomandibular-opercular, posteriormente na lateral do crânio.



**Fig. 9** - Cintura peitoral: cl, cleitro; co, coracóide; e, escápula; pcl, pós-cleito; scl, supra-cleito; ptm, pós-temporal; stm supra-temporal

#### 4. DISCUSSÃO

---

Os caracteres osteológicos de *Arapaima gigas* evidenciaram que estes peixes são formas especializadas dentro dos Actinopterygii, especialmente no que diz respeito à maneira de se alimentar. A presença de placas dentíferas recobrimdo o céu da boca e a língua óssea (TBA) sugerem uma adaptação destas estruturas na fragmentação do alimento, ainda na cavidade oro-branquial, antes de ser ingerido.

Seria de interesse desenvolvermos as pesquisas osteológicas cranianas dos demais osteoglossiformes, já que, usualmente apresentam os dentes da língua óssea bem mais desenvolvidos e poderiam trazer importantes informações comparativas a respeito dos mecanismos alimentares entre espécies relacionadas, como *Heterotis niloticus*, *Osteoglossum bicirrhosum* e *Escleropages formosus* (Greenwood, 1971; Nelson, 1968).

## 5. CONCLUSÕES

- O *Arapaima gigas* é uma espécie altamente especializada, com importantes adaptações relacionadas à alimentação e à respiração, fundamentais para a sobrevivência nas instáveis lagoas marginais dos rios da bacia amazônica, os ambientes naturais onde vivem.
- O estudo da osteologia craniana mostrou que a placa dentígera do parasfenóide e vômer mais a série hióide, (TBA) constituem uma importante estrutura biomecânica, utilizada para esmagar e fragmentar o alimento, iniciando, já na cavidade oro-branquial, o processo mecânico da digestão.

## 6. BIBLIOGRAFIA

---

- ANDREATA, J.V. & BARBIERI, L.R.R. 1981. Osteologia do crânio de *Diapterus brasiliensis* (Cuvier, 1830) (Perciformes, Percoidae, Gerreidae). **Rev. Brasil. Biol.**, **41(3)**: 565-574.
- ARANCIBIA, A.Y. & RUIZ, R.J. 1978. Osteologia de *Anchoa parva* (Meek & Hildebrand) y su discusión comparada com seis espécies de la familia (Pisces: Engraulidae). *An. Centro Cien. del Mar y limnol. Univ. Nac. México*, **5(1)**: 7-26.
- CERRI, C. 1995. O Crepúsculo do Gigante. **Revista Globo Rural**. Editora Globo. São Paulo, SP. Brasil. **(115)**: 28-32.
- FONTENELE, O., 1948. Contribuição para o conhecimento da Biologia do Pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier), em cativeiro (Actinopterygii, Osteoglossidae). **Rev. Brasil. Biol.**, **8(4)**: 445-459.
- GODOY, M.P. 1970. Estudos osteológicos da traíra *Hoplias malabaricus malabaricus* (Block; 1794), (Pisces, Cypriniformes, Erythrinidae). **Rev. Brasil. Biol.**, **30(3)**: 447-460.

- GREENWOOD, P.H. 1971 Hyoid and ventral gill arch musculature in Osteoglossomorph fishes. **Bull. Br. Mus. Nat. Hist. Zool.** **22**: 1-55.
- LÜLING, K.H. 1964. Zur Biologie und Ökologie von *Arapaima gigas* (Pisces, Osteoglossidae). **Z. Morph. Ökol. Tiere**, **54**: 436-530.
- MENEZES, N.A. 1969. Systematics and Evolution of the Tribe Acestrorhynchini (Pisces - Characidae), **Arq. Zool. S. Paulo**, **18**(1-2):1-150.
- MENEZES, N.A. 1976. On the Cynopotaminae, a new subfamily of characidae (Osteichthyes, Ostariophysi, Characoidei) **Arq. Zool. S. Paulo**, **18**(2): 1-91.
- NELSON, J.S. 1984. *Fishes of the World*. 2nd ed. A Wiley-Interscience Publication, New York. 521 pp.
- NELSON, G.J. 1968. Gill arches of teleostean fishes of the division Osteoglossomorpha. **J. Linn. Soc. (Zool.)** **47**: 261-275.
- OLIVEIRA, C.E. 1944. Piscicultura Amazônica. **A voz do mar**. **23**(188): 104-106.
- PATTERSON, C. 1964. A Review of Mesozoic Aconthopterigian Fishes With Special Reference to those of the English Chalk, **Philos. Trans. Royal. Soc. London, Ser. B. Biol. Sei.** **247** (739): 213-482.
- TRAVASSOS, H. 1951. Contribuição ao Estudo da Subordem Characoidei. **Berg**, 1940 - VII - Estudo da região opercular de três espécies de Paradontinae Eigenmann, 1910 (Actinopterygii, Cypriniformes). **Bol. Mus. Nac. Rio de**