

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS – UEA
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

MICAEL CAVALLI DE ALENCAR E SILVA

**ANATOMIA COMPARADA DO APARELHO DE WEBER DO GRUPO *Calophysus*
(SILURIFORMES: PIMELODIDAE)**

Manaus – AM

2023

MICAEL CAVALLI DE ALENCAR E SILVA

**ANATOMIA COMPARADA DO APARELHO DE WEBER DO GRUPO *Calophysus*
(SILURIFORMES: PIMELODIDAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Universidade do Estado do
Amazonas, como requisito para a obtenção
de título de graduado em Licenciatura em
Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Salles Rocha

Manaus – AM

2023

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS - UEA
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

FOLHA DE APROVAÇÃO

MICAEL CAVALLI DE ALENCAR E SILVA

**ANATOMIA COMPARADA DO APARELHO DE WEBER DO GRUPO *Calophysus*
(SILURIFORMES: PIMELODIDAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Universidade do Estado do
Amazonas, como requisito para a obtenção
de título de graduado em Licenciatura em
Ciências Biológicas.

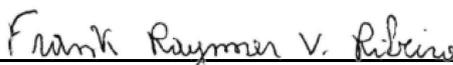
Aprovado em: 01/03/2023



Prof. Dr. Marcelo Sales Rocha - UEA
Orientador



Prof. Dr. Cristina Motta Buhrnheim - UEA
Membro interno



Prof. Dr. Frank Raynner Vasconcelos Ribeiro - UFOPA
Membro externo

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade do Estado do Amazonas.

A353aa Alencar e Silva, Micael Cavalli de
Anatomia comparada do aparelho de weber do grupo
Calophysus (Siluriformes: Pimelodidae) / Micael Cavalli
de Alencar e Silva. Manaus : [s.n], 2023.
60 f.: color.; 29 cm.

TCC - Graduação em Ciências Biológicas - Licenciatura
- Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2023.

Inclui bibliografia

Orientador: Rocha, Marcelo Salles

1. Bagres. 2. Biodiversidade. 3. Ictiologia. 4.
Peixes. 5. Sistemática. I. Rocha, Marcelo Salles
(Orient.). II. Universidade do Estado do Amazonas. III.
Anatomia comparada do aparelho de weber do grupo
Calophysus (Siluriformes: Pimelodidae)

Elaborado por Jeane Macelino Galves - CRB-11/463

“A ignorância gera mais frequentemente confiança do que o conhecimento: são os que sabem pouco, e não aqueles que sabem muito, que afirmam de uma forma tão categórica que este ou aquele problema nunca será resolvido pela ciência.”

- Charles Darwin

AGRADECIMENTOS

Primeiramente eu agradeço aos meus pais, José Helvécio Jr. & Milena Cavalli, que sempre batalharam para dar a melhor educação possível aos seus filhos. É graças a vocês que hoje tenho as ferramentas necessárias para ser o meu melhor. Agradeço também aos meus avós paternos, José Helvécio & Maestrina Pereira e Silva, que sempre estiveram conosco, principalmente nos momentos mais difíceis em nossas vidas.

Agradeço a minha irmã de quatro patas, Belinha, por todo o carinho e amor que nos deu durante os seus 13 anos de vida conosco. Me lembro como se hoje do dia em que eu e meus irmãos (Micaella Cavalli & José Helvécio Neto) chegamos da escola e encontramos uma criaturinha de pelos brancos se escondendo embaixo da mesa com medo daquelas crianças desconhecidas, porém, logo em seguida já estávamos brincando. Você foi muito amada desde o primeiro segundo e não importa onde estejamos, você sempre estará em nossos corações.

Aos meus amigos da universidade, Aline de Moraes, Arleise Cristina, Luana Araújo, Iago Lucas e Vinicius Medeiros. Obrigado por me acompanhar nessa trajetória tão cheia de altos e baixos, por inúmeros trabalhos em grupo que resultaram em brigas, mas que sempre deu certo e pelas melhores conversas na hora do intervalo. Obrigado por tudo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcelo Rocha, que esteve me auxiliando desde o início da graduação e segue até o final. Hoje é um grande amigo.

Por fim, a todos que me ajudaram a percorrer essa etapa tão sonhada na vida.

RESUMO

Atualmente a família Pimelodidae abriga o grupo *Calophysus*, composto pelos gêneros: *Aguarunichthys* Stewart, 1986; *Calophysus* Müller & Troschel, 1843; *Cheirocerus* Eigenmann, 1917; *Luciopimelodus* Eigenmann & Eigenmann, 1888; *Megalonema* Eigenmann, 1912; *Pimelodina* Steindachner, 1877; e *Pinirampus* Bleeker, 1858. Sérios problemas taxonômicos, juntamente com sua importância comercial tornaram necessário estudos que permitam diagnosticar e delimitar as espécies que compõem o grupo. Dentre os objetivos deste trabalho, temos como compreender as relações de parentesco dentro do grupo *Calophysus* para que seja possível estabelecer as suas relações internas, levando em consideração os estudos morfológicos e filogenéticos já publicados. O material analisado está depositado na Coleção de Peixes do INPA, sendo a família Pimelodidae uma das mais representativas em quantidade de lotes tombados. A metodologia cladística foi seguida de acordo com Hennig (1950, 1966), tendo enfoque os caracteres morfológicos da região do Aparelho de Weber de indivíduos do grupo *Calophysus*. Além disso, foram utilizados indivíduos diafanizados, os quais passaram pelo protocolo de Potthoff (1984), que consiste basicamente no clareamento da musculatura e dos ossos. Com este estudo, foi possível ampliar o conhecimento osteológico das espécies que compõem o grupo de interesse. Havendo 16 caracteres descritos que foram codificados para 9 táxons e submetidos a uma análise de parcimônia, resultando em duas árvores mais parcimoniosas. Assim, temos que a estrutura do Aparelho de Weber é altamente modificada em diversas espécies do grupo. Porém, os caracteres aqui analisados não foram suficientes, sendo necessário o acréscimo dos outros caracteres que compõem o grupo ou até mesmo da família Pimelodidae.

Palavras-chave: Bagres; biodiversidade; ictiologia; peixes; sistemática.

ABSTRACT

Currently, the Pimelodidae family includes the Calophysus group, composed of the genera: Aguarunichthys Stewart, 1986; Calophysus Müller & Troschel, 1843; Cheirocerus Eigenmann, 1917; Luciopimelodus Eigenmann & Eigenmann, 1888; Megalonema Eigenmann, 1912; Pimelodine Steindachner, 1877; and Pinirampus Bleeker, 1858. Serious taxonomic problems, together with its commercial importance, made studies necessary to diagnose and delimit the species that make up the group. Among the objectives of this work, we have to understand the kinship relationships within the Calophysus group so that it is possible to establish its internal relationships, taking into account the morphological and phylogenetic studies already published. The analyzed material is deposited in the INPA Fish Collection, with the Pimelodidae family being one of the most representative in terms of the number of listed lots. The cladistic methodology was followed according to Hennig (1950, 1966), focusing on the morphological characters of the Weber Apparatus region of individuals of the Calophysus group. In addition, diaphanized individuals were used, who underwent the Potthoff protocol (1984), which basically consists of bleaching the muscles and bones. With this study, it was possible to expand the osteological knowledge of the species that make up the group of interest. Having 16 characters described that were coded for 9 taxa and submitted to a parsimony analysis, resulting in two more parsimonious trees. Thus, we have that the structure of the Apparatus of Weber is highly modified in several species of the group. However, the characters analyzed here were not enough, requiring the addition of other characters that make up the group or even the Pimelodidae family.

Keywords: *Catfish; biodiversity; ichthyology; fishes; systematic.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cladograma de relações evolutivas do grupo Calophysus.....	17
Figura 2. <i>Aguarunichthys inpai</i> . UFRO não catalogado (112 mm CP).....	18
Figura 3. <i>Calophysus macropterus</i> . UFRO não catalogado (230 mm CP).....	19
Figura 4. <i>Cheirocerus eques</i> . MUSM 39451 (120 mm CP)	19
Figura 5. <i>Luciopimelodus pati</i> . MNHN A-9419.....	20
Figura 6. <i>Megalonema platycephalum</i> . MUSM 36773 (256 mm CP).....	20
Figura 7. <i>Pimelodina flavipinnis</i> . UFRO-I 13214.....	21
Figura 8. <i>Pinirampus pirinampu</i> . UFRO-I 15183 (280 mm CP).....	22
Figura 9. Vista ventral do Aparelho de Weber de <i>Aguarunichthys inpai</i> , INPA não catalogado.....	22
Figura 10. Porção pós-temporal-supracleitro do esqueleto seco de <i>Steindachneridion scriptum</i> . INPA não catalogado. (A) Vista ventral; (B) Vista dorsal; e (C) Vista lateral.....	26
Figura 11. Porção pós-temporal-supracleitro do esqueleto seco de <i>Pimelodus maculatus</i> . MZUSP 78457. (A) Vista ventral; (B) Vista dorsal; e (C) Vista lateral.....	28
Figura 12. Porção pós-temporal-supracleitro do esqueleto seco de <i>Calophysus macropterus</i> . INPA – 25616. (A) Vista ventral; (B) Vista dorsal; (C) Vista lateral; INPA n. cat. (D) Vista ventro-lateral com lupa; (E) Vista ventral do lado direito; e (F) Vista lateral dos espinhos neurais.....	30
Figura 13. – Porção pós-temporal-supracleitro do esqueleto seco de <i>Aguarunichthys inpai</i> . INPA não catalogado (395 mm). (A) Vista ventral; (B) Vista dorsal; (C) Vista lateral; (D, E, F) Vista ventral das vértebras complexas e neurocrânio de exemplar diafanizado - INPA não catalogado.....	32
Figura 14. Exemplar diafanizado de <i>Cheirocerus eques</i> . INPA 41861 (18,52 mm CP). (A) Vista lateral do corpo inteiro; (B) Vista ventral; (C) Vista dorsal; (D) Vista lateral; e (E) Vista dorsal do neurocrânio.....	34
Figura 15. Porção pós-temporal-supracleitro do esqueleto seco de <i>Luciopimelodus pati</i> . MZUSP 78457. (A) Vista ventral; (B) Vista dorsal; e (C) Vista lateral.....	36
Figura 16. Porção pós-temporal-supracleitro do esqueleto de <i>Megalonema platycephalum</i> - INPA não catalogado. (A) Vista ventral; (B) Vista dorsal; (C) Vista lateral; (D) Vista dorsal das vértebras	

complexas em lupa; (E, F) Vista ventral de <i>Megalonema platanum</i> - MZUEL 1782 (difanizado); (G) Vista dorsal de INPA 17840 exemplar diafanizado.....	38
Figura 17. Porção pós-temporal-supracleitro do esqueleto de <i>Pimelodina flavipinnis</i> . INPA não catalogado. (A) Vista ventral; (B) Vista dorsal; e (C) Vista lateral.....	40
Figura 18. Porção pós-temporal-supracleitro do esqueleto de <i>Pinirampus pirinampu</i> . INPA 25622 (330 mm). (A) Vista ventral; (B) Vista dorsal; (E) Vista lateral; INPA n. cat. (D-E) Vista ventral em lupa; e (F) Dentes de <i>P. pirinampu</i> (esquerda) e <i>C. macropterus</i> (direita).....	42
Figura 19. Parapófises de <i>Pimelodus maculatus</i> unidas até a extremidade distal.....	45
Figura 20. (A) Parapófises na posição superior ao centro vertebral de <i>Steindachneridion scriptum</i> . (B) Parapófises na posição inferior ao centro vertebral de <i>Aguarunichthys inpai</i>	48
Figura 21. (A) Parapófise da 4ª vértebra de <i>Steindachneridion scriptum</i> . (B) Parapófise anterior e posterior da 4ª vértebra de <i>Aguarunichthys inpai</i>	49
Figura 22. (A) Parapófise da 4ª vértebra de <i>Aguarunichthys inpai</i> . (B) Parapófise posterior da 4ª vértebra de <i>Calophysus macropterus</i>	50
Figura 23. (A) Fendas de <i>Pimelodina flavipinnis</i> . (B) Fendas de <i>Aguarunichthys inpai</i>	52
Figura 24. (A) Margem de <i>Steindachneridion scriptum</i> . (B) Margem de <i>Aguarunichthys inpai</i>	52
Figura 25. (A) Ausência da lâmina em <i>Steindachneridion scriptum</i> . (B) Lâmina óssea em <i>Aguarunichthys inpai</i>	53
Figura 26. Árvore mais parcimoniosa resultante da análise de 16 caracteres de 9 táxons.....	54

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Matriz de dados compilados a partir do exame de 9 táxons e 16 caracteres morfológicos.....	60
---	----

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

Ac - Canal aórtico;

Ag - Fenda aórtica;

alpPtsc - Processo lateral anterior do Pós-têmporo-supracleitro;

aP4 - Parapófise anterior da 4^a vértebra;

Bo - Basioccipital;

ccfl = Flange ventral do centro composto (*ventral flange of compound centrum*);

cpcv = Posição do canal ósseo para passagem da veia cardinal posterior;

Cr - Anel Cleitral;

dePtsc - Expansão dorsal do Pós-têmporo-supracleitro;

Ep – Epitico;

Exo - Exoccipital;

mpPtsc - Processo medial do Pós-têmporo-supracleitro;

NSV4 – Espinho neural da 4^a vértebra

Otl - Ligamento transcapular ossificado;

P5-6 - Parapófise da 5^a e 6^a vértebra;

plpPtsc - Processo lateral posterior do Pós-têmporo-supracleitro;

pP4 - Parapófise posterior da 4^a vértebra;

Pt - Pterótico;

Ptsc - Pós-têmporo-supracleitro;

R1 - 1^a Costela;

Sc – Escáfio (*scaphium*)

Sp – Processo supraoccipital

Sus – Suspensor (*suspensorium*)

tcom = Posição da comissura tubular da bexiga natatória posterior ao flange ventral (*Position of gas bladder tubular commissure posterior to ventral flange*);

Tr – Trpode (*tripus*)

V1-7 - 1^a - 7^a vértebra.

VC - Centro Vertebral;

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
2.	REVISÃO DA LITERATURA SOBRE O TEMA	17
3.	JUSTIFICATIVA	23
4.	OBJETIVO(S).....	23
5.	METODOLOGIA.....	23
6.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia é reconhecida mundialmente pela sua biodiversidade, tanto em fauna como em flora, e isso não é diferente quanto aos peixes pertencentes a bacia amazônica. Grande parte desses animais se originaram e diversificaram em habitats de água doce durante o período de isolamento da América do Sul, após a separação do antigo supercontinente Gondwana (TEIXEIRA *et al.* 2001). Nesse contexto, a bacia amazônica destaca-se tanto por se localizar na região Neotropical como também por ser a maior bacia hidrográfica do mundo (REBOUÇAS *et al.* 2002). Apesar da enorme biodiversidade e da atenção que atrai, o conhecimento sobre a diversidade da distribuição geográfica e da morfologia dos peixes dessa região é considerado insuficiente, já que estudos indicam que há uma discrepância entre o que é estimado e o que está publicado.

Segundo Fricke *et al.* (2023) em *Eschmeyer's Catalog of Fishes*, estima-se cerca de 18463 espécies válidas para habitat de água doce. Sendo destas, cerca de 9100 espécies para a fauna de peixes de água doce das Américas do Sul e Central (REIS *et al.* 2006), representando cerca de 27% de toda a diversidade de peixes, tanto marinhos quanto de água doce. Já no trabalho de Dagosta & de Pinna (2017), os peixes que habitam atualmente a bacia amazônica pertencem aos Otophysi, grupo que representa 80% (2193 spp.) de todas as espécies amazônicas. Assim como em outras bacias neotropicais, as ordens mais ricas em espécies são Characiformes (1063 spp.), Siluriformes (956 spp.) e Perciformes (286 spp.). Tais dados reconhecem a diversidade de peixes da região Neotropical e reafirmam a necessidade de maiores estudos acerca destes.

Dentre os maiores grupos presentes na região Neotropical temos os Siluriformes, que são popularmente conhecidos como *catfishes*, *peces gatos*, peixes-gato, bagres, dentre outros, variando de acordo com os diferentes táxons e a região no Brasil, por exemplo os Loricariidae chamados de bodós (região Norte), cascudos (outras regiões) ou acarís. Os Siluriformes apresentam caracteres distintos como a nadadeira adiposa geralmente presente; os raios espinhosos geralmente se apresentam na frente das nadadeiras dorsal e peitoral (denominadas espinhos nas descrições das famílias); corpo nu ou coberto com placas ósseas; normalmente até quatro pares de barbílhões na cabeça, sendo, um nasal (nasais), um maxilar (maxilares e rictais) e dois na mandíbula (mentonianos). As vértebras são de apenas 15 em alguns Pangasiidae, asiáticos, já em alguns Clariidae, africanos, apresentam mais de 100, não incluindo as vértebras weberianas (ARRATIA *et al.*, 2003).

Quarenta famílias com cerca de 490 gêneros e 3.730 espécies, sendo que destas, somente 2.053 espécies (excluindo estritamente marinhas de Ariidae) são de ocorrência nas Américas. Quanto as demais, temos duas famílias, Ariidae e Plotosidae, em que consistem principalmente em espécies marinhas, mas existem representantes que são frequentemente encontrados em águas salobras e costeiras, e às vezes até mesmo em água doce. Em contrapartida, temos outras famílias de bagres que são restritos a grupos de peixes de água doce, como as espécies pertencentes a Pimelodidae e diversas outras famílias de Siluriformes (NELSON *et al.*, 2016).

A família Pimelodidae é endêmica da região Neotropical e apresenta maior diversidade nas bacias dos rios Amazonas, Paraná-Paraguai, Orinoco e nos grandes rios das Guianas. Algumas espécies apresentam ampla distribuição por toda essa região, enquanto outras são endêmicas das bacias do rio Magdalena, Maracaibo, alguns rios do sudeste do Brasil, noroeste da Colômbia e leste do Panamá (LUNDBERG & LITTMANN, 2003). É uma família monofilética, podendo ser encontrada as suas sinapomorfias em Rocha (2012).

Os pimelodídeos diferenciam-se dos demais por apresentarem corpo nu (sem placas ósseas), três pares de barbilhões (um maxilar e dois mentonianos), nadadeira adiposa bem desenvolvida, nadadeiras peitorais e dorsal geralmente com o primeiro raio transformado em espinho pungente (LUNDBERG; LITTMANN, 2003) e dentre outras características. Algumas espécies desta família podem atingir grandes tamanhos e estão entre os peixes de água doce de maior importância na pesca tanto de subsistência, quanto a comercial na América do Sul. Aspectos ecológicos de alguns desses bagres economicamente importantes foram estudados por Goulding (1981) e Barthem & Goulding (1997).

Quanto a biologia e ecologia dos pimelodídeos, a alimentação é carnívora em sua maioria e várias deles são considerados como os principais predadores aquáticos da Amazônia. Além dos carnívoros, a dieta de algumas espécies inclui frutas (*Pimelodus blochii* Valenciennes, 1840), enquanto que outros (*Pinirampus pirinampu* (Spix & Agassiz, 1829), *Pimelodus maculatus* La Cèpède, 1803) têm uma rica dieta onívora, metabolizando alimentos tanto de origem animal como de vegetal. Já outros como o *Calophysus macropterus* (Lichtenstein, 1819), são saprófagos e equipados com dentes incisiformes, frequentemente usados para morder as suas presas. Quanto ao hábito de vida, a grande maioria dessa família é voltada para a zona bentônica, porém, temos *Hypophthalmus* Cuvier, 1829 e *Platynemichthys* Bleeker, 1858 que são distintamente pelágicos, acima dos sedimentos do fundo (Lundberg e Littmann 2003).

Em Howes (1983), com base no exame de espécies representativas para cerca de 17 gêneros e incluindo materiais esqueléticos para nove gêneros, sugeriu que existam pelo menos três subdivisões principais dentro de Pimelodidae. Em um desses grupos foram incluídos *Pimelodina*, e outros três gêneros: *Calophysus*, *Luciopimelodus* e *Pinirampus* (incluindo *Perugia* Eigenmann e Norris) que aparentemente constituíram um subconjunto monofilético daquele grupo maior que foi vagamente definido por Howes.

Foi somente em Stewart (1986) que realmente foi definido o grupo *Calophysus*, baseado em dois caracteres: (1) especializações compartilhadas no Aparelho de Weber; (2) morfologia da bexiga natatória. Nesse trabalho, um novo gênero e espécie foram coletados na Amazônia peruana e descritos, *Aguarunichthys torosus*, relacionado ao grupo de até então quatro gêneros acima. Os principais objetivos do estudo foram: 1) redefinir e revisar o gênero *Pimelodina*; 2) descrever o novo táxon *Aguarunichthys torosus*; e 3) definir o grupo monofilético acima mencionado de cinco gêneros, aqui referido como o grupo *Calophysus*.

No trabalho de Lundberg *et al.* (1988) foram definidos três grupos (A, B e C) com base em sinapomorfias descritas no cladograma. Para o Grupo A, a sinapomorfia é o caractere 9, sulco para a aorta dorsal no lado ventral do centro weberiano coberto de osso para formar o canal ósseo envolvendo a artéria (=túnel aórtico de Howes, 1983). Esse grupo é composto por 21 gêneros que dentre eles 5 compõem o grupo *Calophysus* sensu Stewart, 1986.

Já em Lundberg *et al.* (1991) foi definido no Grupo A o clado *Calophysus-Pimelodus*, com base em quatro sinapomorfias, onde que dois grupos monofiléticos são encontrados: o grupo *Pimelodus* e o grupo *Calophysus*. Nesse trabalho, os autores descreveram um novo gênero, *Exallodontus*, com base em três sinapomorfias. Além disso, corroboraram o grupo *Calophysus* proposto por Stewart, comentaram sobre as características de *Megalonema* Eigenmann, 1912 e inseriram *Cheirocerus* Eigenmann, 1917 no grupo Pimelodus.

Mais tarde, Lundberg *et al.* (2011) baseado em análises moleculares, corroboram vários grupos de Pimelodidae, onde também teve o clado *Calophysus-Pimelodus* recuperado como monofilético. Porém, grupo *Calophysus* teve uma composição diferente da original proposta por Stewart (1986), ela teve a inclusão de *Megalonema* e *Cheirocerus*, como grupos irmãos. No entanto, nenhum caráter morfológico foi proposto como sinapomorfia para resolver suas relações internas, uma vez que não possuem os caracteres para o grupo como proposto por Stewart (1986).

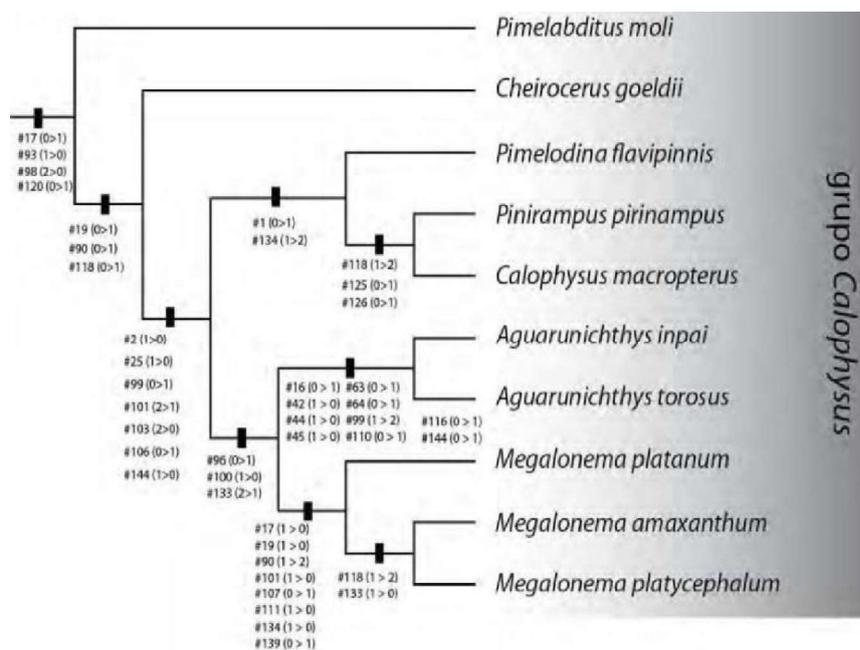
O gênero *Cheirocerus*, antes considerado membro do grupo *Pimelodus*, foi verificado que na verdade ele está relacionado ao grupo *Calophysus*, tanto em Lundberg *et al.* (2011) quanto em Rocha (2012). No entanto, na análise molecular (Lundberg *et al.* 2011) foi proposto que *Cheirocerus* é grupo irmão de *Megalonema*, fato não corroborado por Rocha (2012), onde ele ficou relacionado com *Aguarunichthys*.

2. REVISÃO DA LITERATURA SOBRE O TEMA

2.1 Grupo *Calophysus*

O grupo *Calophysus* foi definido por Stewart (1986), abrigando os gêneros: *Calophysus*, *Pimelodina*, *Aguarunichthys*, *Pinirampus*, *Luciopimelodus*. Nesse trabalho não foram considerados os gêneros *Megalonema* e *Cheirocerus* como parte do grupo *Calophysus*, porém, foi observado que esses dois gêneros compartilham caracteres derivados com este grupo em questão. Mais recentemente, Lundberg *et al.* (2011) com base em análises moleculares, propôs três cladogramas e em todos eles o gênero *Megalonema* aparece sendo como grupo irmão de *Cheirocerus*. Já na tese de Rocha (2012), um trabalho morfológico, *Megalonema* também é proposto, porém, com uma disposição diferente (Fig. 01), ele é considerado como grupo irmão de *Aguarunichthys*.

Fig. 01 – Cladograma de relações evolutivas do grupo *Calophysus* (Siluriformes: Pimelodidae)



Fonte: ROCHA, 2012

Foram utilizadas neste trabalho exemplares de espécies para cada gênero: *Aguarunichthys inpai* Zuanon, Rapp Py-Daniel & Jégu, 1993, *Calophysus macropterus* (Lichtenstein, 1819), *Cheirocerus eques* Eigenmann, 1917, *Luciopimelodus pati* (Valenciennes, 1836), *Megalonema platycephalum* Eigenmann, 1912, *Pimelodina flavipinnis* Steindachner, 1877, *Pinirampus pirinampu* (Spix & Agassiz, 1829).

2.2 *Aguarunichthys inpai* Zuanon, Rapp Py-Daniel & Jégu, 1993 (Fig. 02)

Descrito por Zuanon *et al.* (1993), na região central da Amazônia, perto de Manaus e recentemente encontrado no sistema Solimões-Amazonas e Madeira.

Fig. 02 – *Aguarunichthys inpai*, UFRO não catalogado (112 mm CP).



Fonte: Tiago Pires

2.3 *Calophysus macropterus* (Lichtenstein, 1819) (Fig. 03)

Conhecido como piracatinga, douradinha, pintadinho ou urubu d'água. Possui porte grande podendo chegar até 40 centímetros e 1 kg. Atualmente esta espécie tem sido pescada com uso de iscas feitas com carcaças de grandes animais abatidos para este fim, os quais incluem jacarés (*Alligatoridae*), botos-vermelhos (*Inia* spp.) e botos-tucuxis (*Sotalia fluviatilis*) (ROCHA & ZUANON, 2013). Distribuídos na bacia do rio Amazonas, nas quatro sub-bacias do rio Madeira e bacia do rio Orinoco.

Fig. 03 – *Calophysus macropterus*, UFRO não catalogado (230 mm CP).



Fonte: Carvalho, T. P., *et al.* (2012)

2.4 Cheirocerus eques Eigenmann, 1917 (Fig. 04)

Gênero revisado por Stewart & Pavlik (1985). Apresenta boca estreita e em posição claramente ventral; pode ser distinguida de *Cheirocerus goeldii* pelo tamanho do olho e pelo formato da mancha escura pré-dorsal (ROCHA & ZUANON, 2013). Distribuídos por Bolívia, Colômbia, Equador, Peru e Brasil na bacia do rio Amazonas.

Fig. 04 – *Cheirocerus eques*, MUSM 36707. (120 mm CP)



Fonte: Carvalho, T. P., *et al.* (2012)

2.5 *Luciopimelodus pati* (Valenciennes, 1836) (Fig. 05)

Essa espécie ocorre em Rio La Plata, médio Rio Paraná e baixo e médio Rio Uruguai (ROCHA, 2012), encontrados em países como Brasil, Argentina e Paraguai. Possui uma cabeça grande e levemente deprimida no focinho, o perfil dorsal aumenta regularmente até o início da nadadeira dorsal. Possuem olhos pequenos, apresentam barbilhões maxilares que vão até a metade da nadadeira adiposa (RINGUELET *et al.*, 1967).

Fig. 05 – *Luciopimelodus pati* (MNHN A-9419)



Fonte: Museu Nacional de História Natural

2.6 *Megalonema platycephalum* Eigenmann, 1912 (Fig. 06)

Pode ser distinguir pela proporção dos olhos em relação à cabeça e pelo formato do processo supraoccipital (ROCHA, ZUANON, 2013). Ocorre no Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru e Venezuela. No Brasil pode ser encontrado nas bacias Amazônica, na Guiana Inglesa do Essequibo e Venezuela do Orinoco.

Fig. 06 – *Megalonema platycephalum*, MUSM 36773 (256 mm CP). Peru.



Fonte: Tiago Carvalho

2.7 *Pimelodina flavipinnis* Steindachner, 1877 (Fig. 07)

É conhecido como fura-calça no Pará. Apresenta focinho estreito e com a boca totalmente ventral, guarnecida por lábios grossos. O estômago desta espécie é muito muscular e pequeno, e aparentemente serve para triturar alimentos, o que rendeu à espécie o nome popular de mandi-moela (ROCHA, ZUANON, 2013). Distribuídos pelo Brasil, Peru, Colômbia e Venezuela. No Brasil é encontrado nas bacias dos rios Amazonas e Orinoco.

Fig. 07 – *Pimelodina flavipinnis* (UFRO-I 13214).

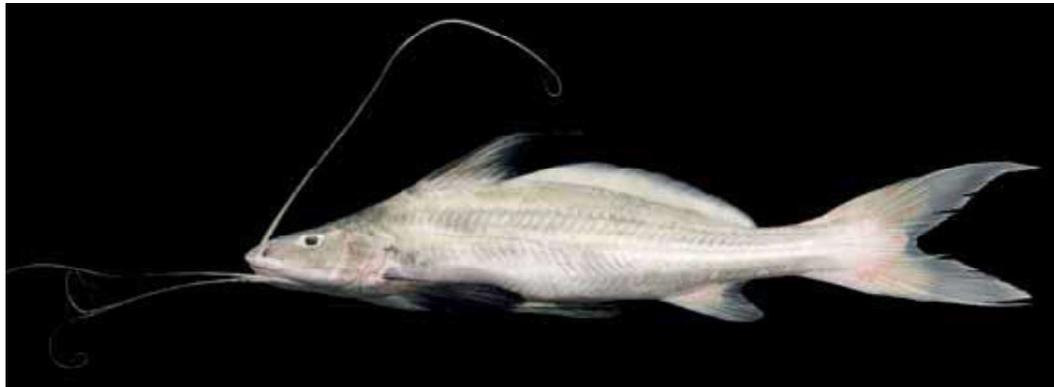


Fonte: QUEIROZ, L. J. *et al.* (2013). Peixes do Rio Madeira - Volume III.

2.8 *Pirirampus pirinampu* (Spix & Agassiz, 1829) (Fig. 08)

Também conhecido como barba-chata, barbado e mota. É uma das espécies de pimelodídeo de mais ampla distribuição na América do Sul. Ocorre em diversos tipos de ambientes e tipos de água, onde consome uma ampla variedade de alimentos. Possui porte grande, corpo roliço e ligeiramente elevado. Suas nadadeiras não possuem espinhos e apresentam adiposas longas. Encontrados no Brasil, Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Paraguai, Peru e Venezuela. No Brasil é encontrado nas bacias dos rios Amazonas, Essequibo, Orinoco e Paraná.

Fig. 08 – *Pinirampus pirinampu*, UFRO-I 15183 (280 mm CP).

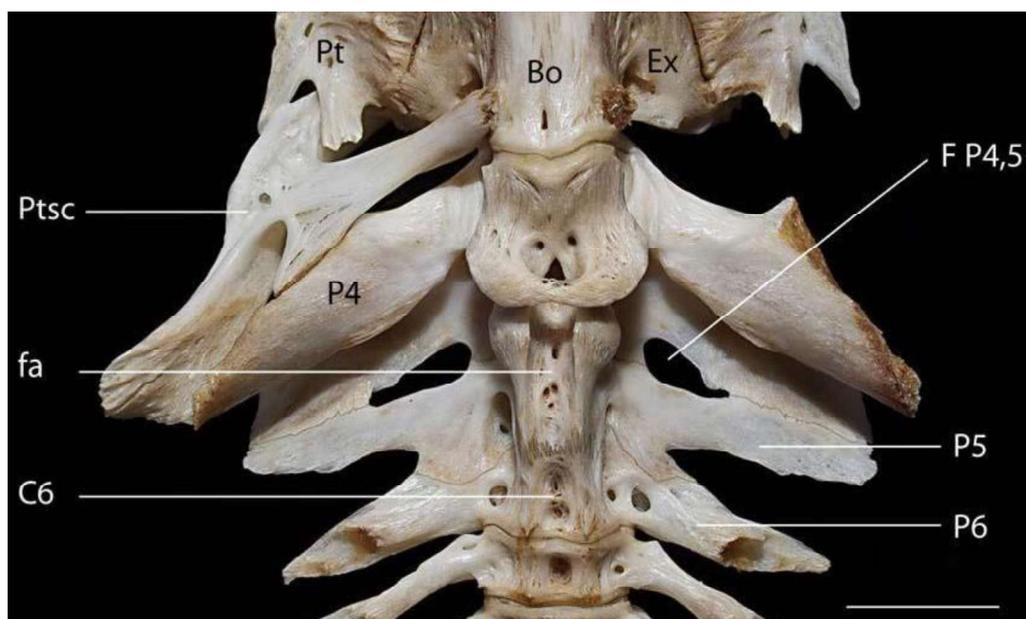


Fonte: Tiago Pires

2.9 Aparelho de Weber (Fig. 09)

A primeira descrição do aparelho remonta aos anos de 1820 por Ernst Heinrich Weber, que destacou estruturas em ambos os lados da coluna vertebral de uma carpa (Cypriniformes), e depois em outros peixes. A estruturas remetem a duas cadeias simétricas de ossos articulados e móveis unindo-se a bexiga natatória, atribuindo-lhe o papel de transmitir as vibrações sonoras. Em 1885, Sagemehl definiu o grupo de Ostariophysi caracterizado pelo Aparelho de Weber. Desde então houveram enormes contribuições ao estudo dessa estrutura, esclarecendo a relação interna de diversos grupos taxonômicos de interesse.

Fig. 09 – Vista ventral do Aparelho de Weber de *Aguarunichthys inpai*, INPA não catalogado.



Fonte: ROCHA, 2012.

3. JUSTIFICATIVA

Sérios problemas taxonômicos, como a inter-relacionamento interno do grupo, juntamente com sua importância comercial tornam necessário um estudo que possa diagnosticar e delimitar as espécies do grupo *Calophysus*, apurando tanto os caracteres morfológicos como as análises moleculares para a filogenia. Além de ampliar o conhecimento taxonômico deste grupo e sua representatividade na Coleção de Peixes do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

4. OBJETIVO(S)

4.1 Geral:

- Compreender as relações de parentesco dentro do grupo *Calophysus*, estabelecendo as relações das espécies, levando em consideração estudos morfológicos e anatômicos.

4.2 Específicos:

- Descrever o Aparelho de Weber de *Calophysus macropterus*;
- Comparar o Aparelho de Weber dos diferentes gêneros do grupo;
- Estabelecer hipóteses das relações filogenéticas das espécies;
- Propor novos caracteres morfológicos e anatômicos.

5. METODOLOGIA

O método de abordagem para a presente pesquisa se caracteriza como método hipotético-dedutivo, objetivando gerar novos conhecimentos que preencham lacunas e levem ao avanço da ciência. Em relação aos procedimentos, eles são caracterizados como estudo de casos, quando envolve o estudo aprofundado e exaustivo de um ou pouco objetos de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento (YIN, 2001). Sendo por fim, uma pesquisa qualitativa, apenas registrando e descrevendo os fatos observados sem interferir nele, sendo o trabalho principal a descrição do Aparelho de Weber para as espécies incluídas no grupo *Calophysus*.

5.1 Área de estudo

Os materiais que foram analisados neste trabalho estão depositados na Coleção de Peixes do INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia). Onde há mais de 50.000 lotes tombados e cerca de 1.000 para serem tombados. Sendo a família Pimelodidae uma das mais representativas do acervo. Dentre os materiais a ser examinados, incluem as espécies do grupo *Calophysus* (*Aguarunichthys*, *Calophysus*, *Luciopimelodus*, *Pimelodina* e *Pinirampus*) e do grupo externo, *Steindachneridion scriptum* (raiz), *Pimelodus maculatus*, *Cheirocerus eques* e *Megalonema platycephalum*.

5.2 Análise filogenética

A análise filogenética foi realizada com base na metodologia cladística inicialmente proposta por Hennig (1950, 1966) e discutida posteriormente por diversos autores (Wiley 1981, Wiley *et al.* 1991, Nelson & Platnick 1981, Amorim 1997). A análise foi realizada com enfoque em caracteres morfológicos e anatômicos, e sua obtenção baseada principalmente no estudo da osteologia, morfologia externa e das bexigas natatória dos espécimes. O grupo interno consiste no grupo *Calophysus* sensu Stewart (1986), que engloba os gêneros, *Aguarunichthys*, *Calophysus*, *Luciopimelodus*, *Pimelodina* e *Pinirampus*. Já o grupo externo, foi escolhido o *Steindachneridion scriptum* (raiz), *Pimelodus maculatus*, *Cheirocerus eques* e *Megalonema platycephalum*.

5.3 Classificação dos exemplares

A identificação desses exemplares foi realizada com o auxílio de literatura especializada e com o uso de chaves de identificação elaboradas por especialistas, através de análises morfológicas. Foram realizadas análises morfométricas e merísticas, conforme Lundberg & McDade (1986), para realização das medidas será usado um paquímetro digital de precisão de 0.01 mm. Os dados merísticos foram obtidos com auxílio de um estereomicroscópio e para as contagens dos raios e vértebras, foram utilizadas imagens de Raio-X.

Além disso, para auxiliar no estudo osteológico foram necessários espécimes diafanizados. Os quais seguiram o protocolo de Potthoff (1984), que consiste em clarear a musculatura do espécime com o uso de tripsina, corar as cartilagens com *alcian blue* e os ossos com alizarina. Os espécimes maiores foram analisados a partir da preparação de esqueletos secos, limpos com o auxílio de larvas de besouros, seguindo a metodologia descrita em Gomes *et al.* (2015).

5.4 Preparação das fotos

Após a realização dos protocolos, os espécimes foram fotografados e através dos *softwares* Adobe Illustrator 2021 e Adobe Photoshop 2021, foram produzidas ilustrações descritivas das estruturas, seguindo a nomenclatura osteológica feita de acordo com Weitzman (1962) e para a terminologia da morfologia da bexiga natatória seguiram Birindelli *et al.* (2009).

5.5 Análise dos caracteres

Para organização dos caracteres utilizou-se o software Mesquite v3.70 e foram analisados no TNT (Tree analysis using New Technology), um programa para análise filogenética sob parcimônia e amplos recursos de manipulação e diagnóstico de cladogramas.

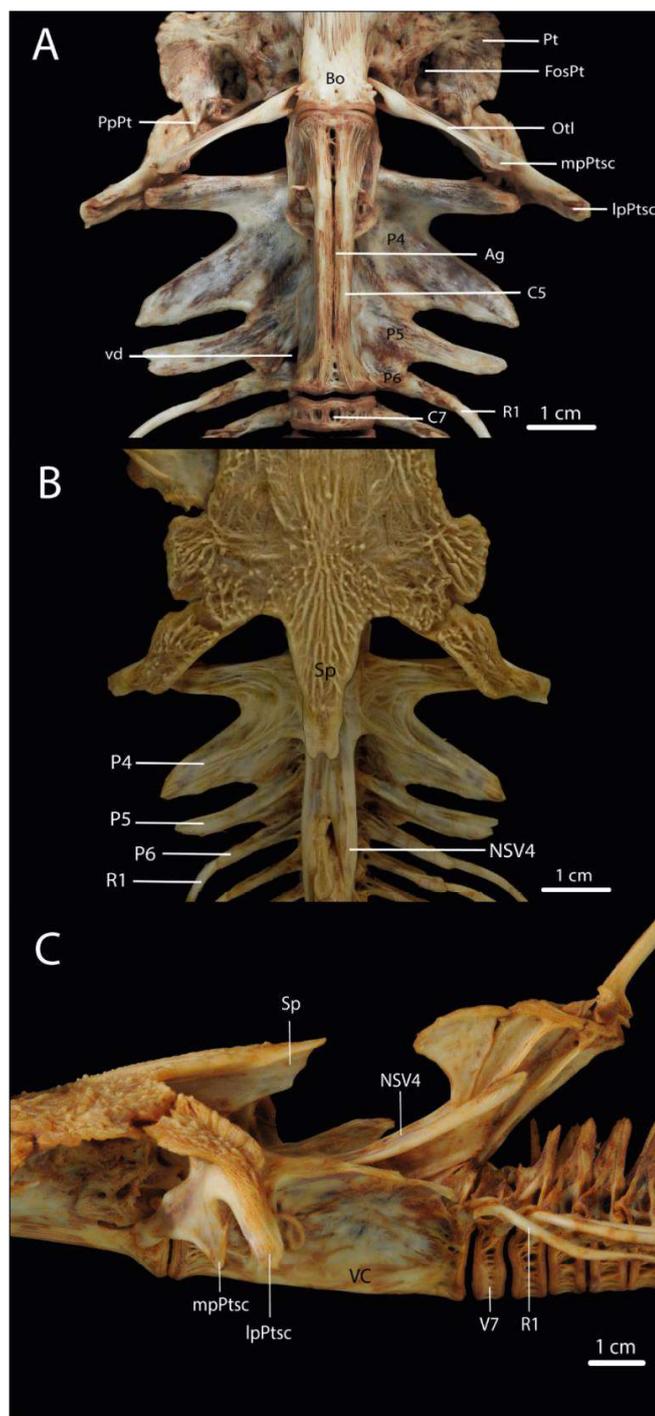
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Descrição osteológica

6.1.1. *Steindachneridion scriptum* (Miranda Ribeiro, 1918)

Descrição: Em vista ventral (Fig. 10A), observa-se que o canal aórtico é aberto, sendo chamado aqui de fenda aórtica (Ag). As parapófises da 4ª e 5ª vértebra (P4-5) são fusionadas até a porção medial, estando separadas na porção distal. A P4 é direcionada para região posterior, enquanto a P5 é direcionada para as laterais. A parapófise da 4ª vértebra é praticamente plana, não apresentando depressão para o acomodamento da bexiga natatória. Em vista dorsal (Fig. 10B), o processo supraoccipital é longo e largo, se estendendo até a metade da parapófise da 4ª vértebra. Já em vista lateral (Fig. 10C) observa-se que não há formação da lâmina óssea, tendo um espaço entre processo supraoccipital e os espinhos neurais. Sendo possível visualizar, o pós-têmporo-supracleitro e identificar os seus processos, como o processo lateral (lpPtsc) e o processo medial (mpPtsc).

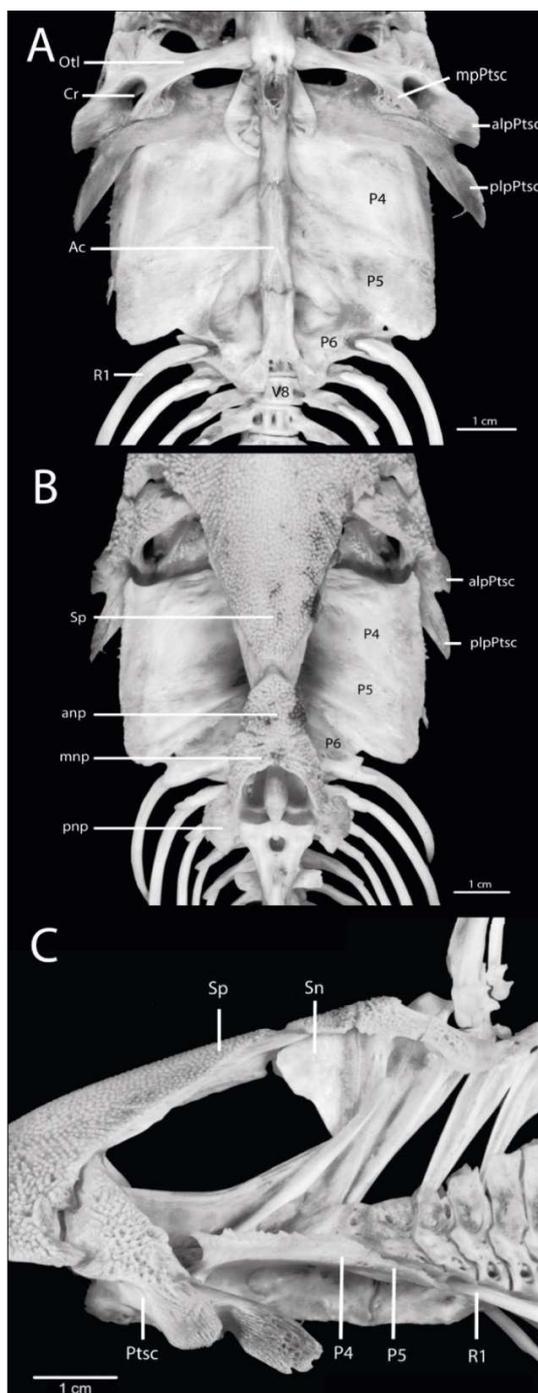
Fig. 10 - Porção pós-temporal-supracleito do esqueleto seco de *Steindachneridion scriptum*. INPA não catalogado. (A) Vista ventral; (B) Vista dorsal; e (C) Vista lateral. **Abreviações:** Ag - Fenda aórtica; Bo – Basioccipital; mpPtsc - Processo medial do Pós-têmporo-supracleito; NSV4 – Espinho neural da 4ª vértebra Otl - Ligamento transcapular ossificado; P5-6 - Parapófise da 5ª e 6ª vértebra; Pt – Pterótico; R1 - 1ª Costela; Sp – Processo supraoccipital; V1-7 - 1ª - 7ª vértebra. VC - Centro Vertebral.



6.1.2. *Pimelodus maculatus* La Cepède, 1803.

Descrição: Em vista ventral, é possível observar a principal sinapomorfia do grupo *Pimelodus*, a presença das parapófises das 4ª e 5ª vértebras unidas por toda a sua extensão lateral, formando uma placa óssea longa e ampla sobre a bexiga natatória. É nítida a formação do canal aórtico por toda a extensão das vértebras complexas, um canal formado desde a porção anterior próximo ao ligamento ossificado transcapular (Otl) em direção a porção posterior alcançando o centro vertebral da 7ª vértebra e tendo uma expansão óssea que cobre o centro vertebral da 8ª vértebra. O pós-têmporo-supracleitro (Ptsc) apresenta processos, divididos em lateral anterior, lateral posterior e medial. Em vista dorsal, observa-se que o processo supraoccipital (Sp) é largo e longo, fazendo ligação com a placa nugal anterior (anp), estrutura não observada nos demais espécies. Por fim, em vista lateral tem-se que o Ptsc é direcionado posteroventralmente tendo seu limite ao meio da parapófise da 4ª vértebra (P4) e não alcançando a P5.

Fig. 11 – Porção pós-temporal-supracleito do esqueleto seco de *Pimelodus maculatus*. MZUSP 78457. (A) Vista ventral; (B) Vista dorsal; e (C) Vista lateral. **Abreviações:** Ac - Canal aórtico; alpPtsc - Processo lateral anterior do Pós-têmporo-supracleito; Cr - Anel Cleitral; mpPtsc - Processo medial do Pós-têmporo-supracleito; Otl - Ligamento transcapular ossificado; P5-6 - Parapófise da 5ª e 6ª vértebra; plpPtsc - Processo lateral posterior do Pós-têmporo-supracleito; R1 - 1ª Costela; Sp – Processo supraoccipital; V1-7 - 1ª - 7ª vértebra. VC - Centro Vertebral.

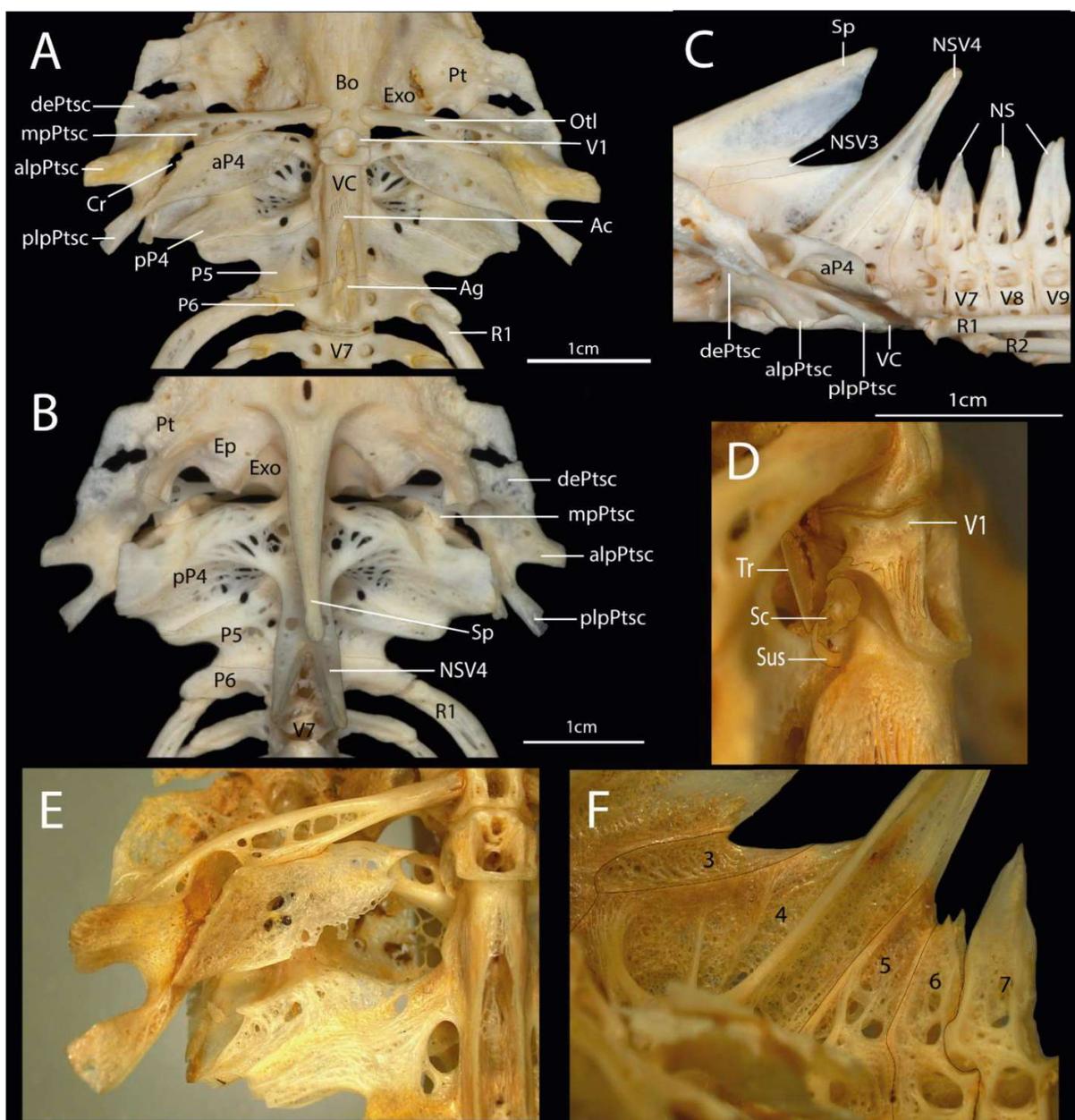


Fonte: Adaptado de Catfish Bones,

6.1.3. *Calophysus macropterus* (Lichtenstein, 1819)

Descrição: Em Pimelodidae, o complexo de Weber é composto pelas 6 vértebras iniciais, sendo elas “fusionadas”, apresentando suturas do tipo interdigitais, considera-se 1^a “livre” aquela que tem posição justaposta, sendo ela a 7^a vértebra. Em vista ventral, a 1^a vértebra encontra-se na região do centro vertebral (VC) na extremidade anterior do animal. Logo em seguida temos da 2^a até a 4^a vértebras localizadas para o sentido posterior da primeira, porém, há uma enorme dificuldade para definir com exatidão a sua localização exata e suas delimitações, visto que sua união forma 1^o complexo vertebral. O processo transversal da 4^a vértebra é dividido em anterior e posterior, tendo no processo anterior uma leve inclinação para a parte ventral e no seu meio um formato circular, já o processo posterior assemelha-se a uma plataforma com um espaço destinado para a acomodação da bexiga natatória. O canal aórtico é uma região ossificada, é através dela que passa a veia aorta, ela é formada por junções de lâminas ósseas que podem ser encontradas fechando totalmente ou não, com grande protuberância na região anterior; processo transversal da vértebra 5 fusionado ao processo transversal da vértebra 4 e aproximadamente com metade de seu tamanho, apresentando terminações “arredondadas” e com margens anterior e posterior direcionadas posteriormente; processo transversal da vértebra 6 sendo mais curto e estreito quando comparado aos processos anteriores, apresentando formato “triangular” e sustentando a costela 1 (r1); Sexto centro vertebral ainda fusionado aos demais e por fim, temos o sétimo centro vertebral sendo o primeiro “livre” unido por uma junção do tipo justaposta e apresentando formato com aspecto de ampulheta. Em vista lateral, é possível observar uma formação de lâmina óssea entre o Espinho Neural (Sp) e o Espinho Neural da 4^a Vértebra (NSV4), lâmina essa formada pelo achatamento do terceiro espinho e o alongamento da quarta.

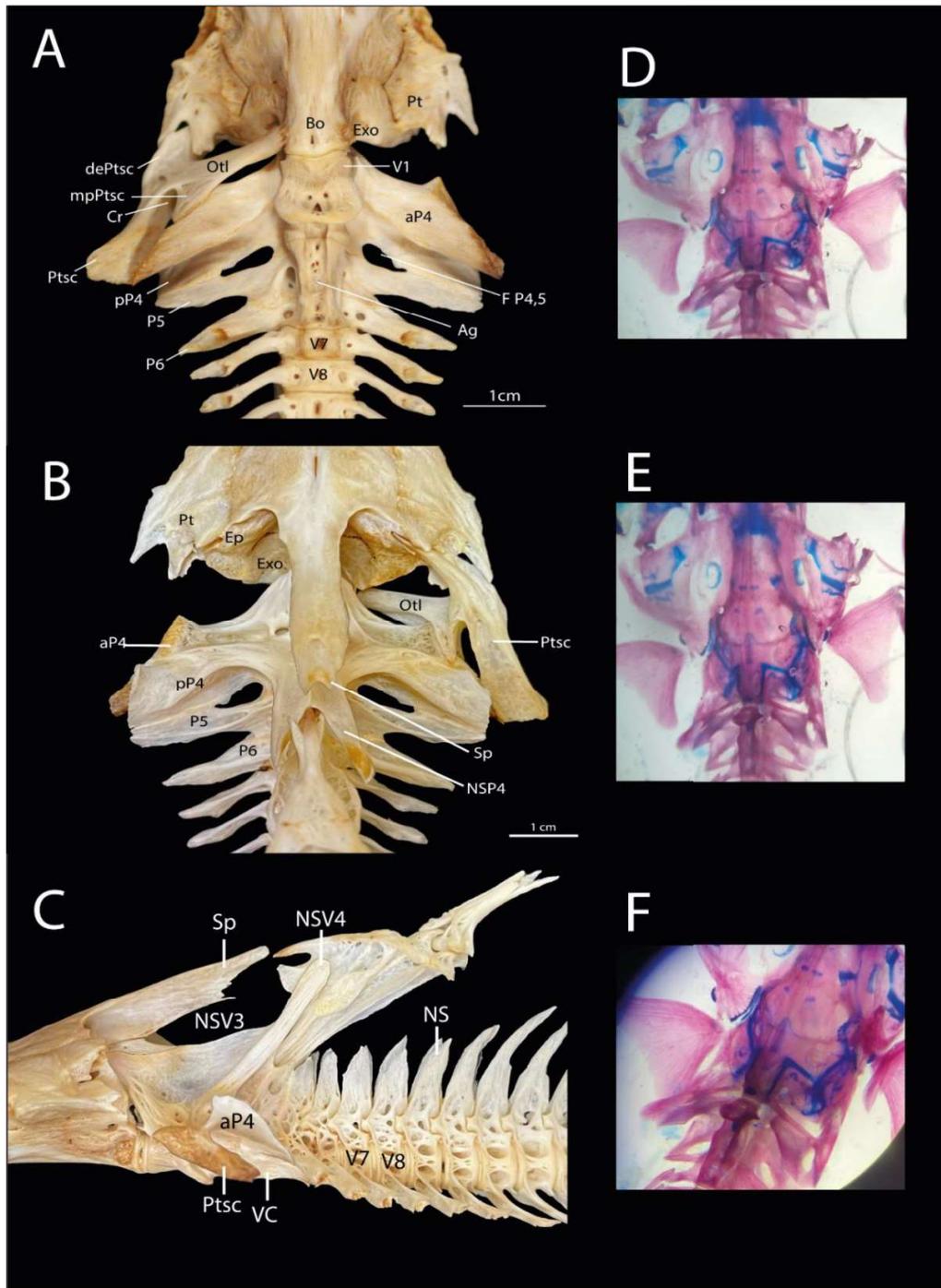
Fig. 12 – Porção pós-temporal-supracleito do esqueleto seco de *Calophysus macropterus*. INPA – 25616. (A) Vista ventral; (B) Vista dorsal; (C) Vista lateral; INPA n. cat. (D) Vista ventro-lateral com lupa; (E) Vista ventral do lado direito; e (F) Vista lateral dos espinhos neurais. **Abreviações:** Ac - Canal aórtico; Ag - Fenda aórtica; alpPtsc - Processo lateral anterior do Pós-têmporo-supracleito; aP4 - Parapófise anterior da 4ª vértebra; Bo - Basioccipital; Cr - Anel Cleitral; dePtsc - Expansão dorsal do Pós-têmporo-supracleito; Ep – Epiótico; Exo - Exoccipital; mpPtsc - Processo medial do Pós-têmporo-supracleito; NSV4 – Espinho neural da 4ª vértebra Otl - Ligamento transcapular ossificado; P5-6 - Parapófise da 5ª e 6ª vértebra; plpPtsc - Processo lateral posterior do Pós-têmporo-supracleito; pP4 - Parapófise posterior da 4ª vértebra; Pt - Pterótico; Ptsc - Pós-têmporo-supracleito; R1 - 1ª Costela; Sc – Escáfio; Sp – Processo supraoccipital; Sus – Suspensor; Tr – Trípede; V1-7 - 1ª - 7ª vértebra; VC - Centro Vertebral.



6.1.4. *Aguarunichthys inpai* Zuanon, Rapp Py-Daniel & Jégu, 1993

Descrição: Em vista dorsal, é possível observar que o processo transversal da 4ª vértebra é dividido em anterior (aP4) e posterior (pP4), tendo no processo anterior inclinação para região posteroventral e assim encapsulando a bexiga natatória. Com a junção do processo transversal da 5ª vértebra (P5) com pP4 forma em suas extremidades um formato de "ponta de flecha", sendo também possível observar fendas na junção da 4ª e 5ª parapófises na porção medial. O processo transversal da 6ª vértebra está pouco unido com as demais, sendo fusionado apenas no final. O canal aórtico (Ag) está no estado aberto, quando não há formação óssea sobre a veia aorta. Pós-têmporo-suplacleito (Ptsc) diferente de *Calophysus macropterus* não havendo divisões como processo lateral, sendo único até sua extremidade, porém, é possível observar a expansão dorsal (dePtsc) e processo medial (mpPtsc). Em vista lateral, torna-se destaque a união entre os espinhos neurais das vértebras 3 e 4 (NSV3-4), formando uma espécie de lâmina óssea, sendo também observado em outras espécies do grupo. Em NSV4, a sua terminação na porção dorsal é de formato arredondado, não ultrapassando o limiar do processo supraoccipital.

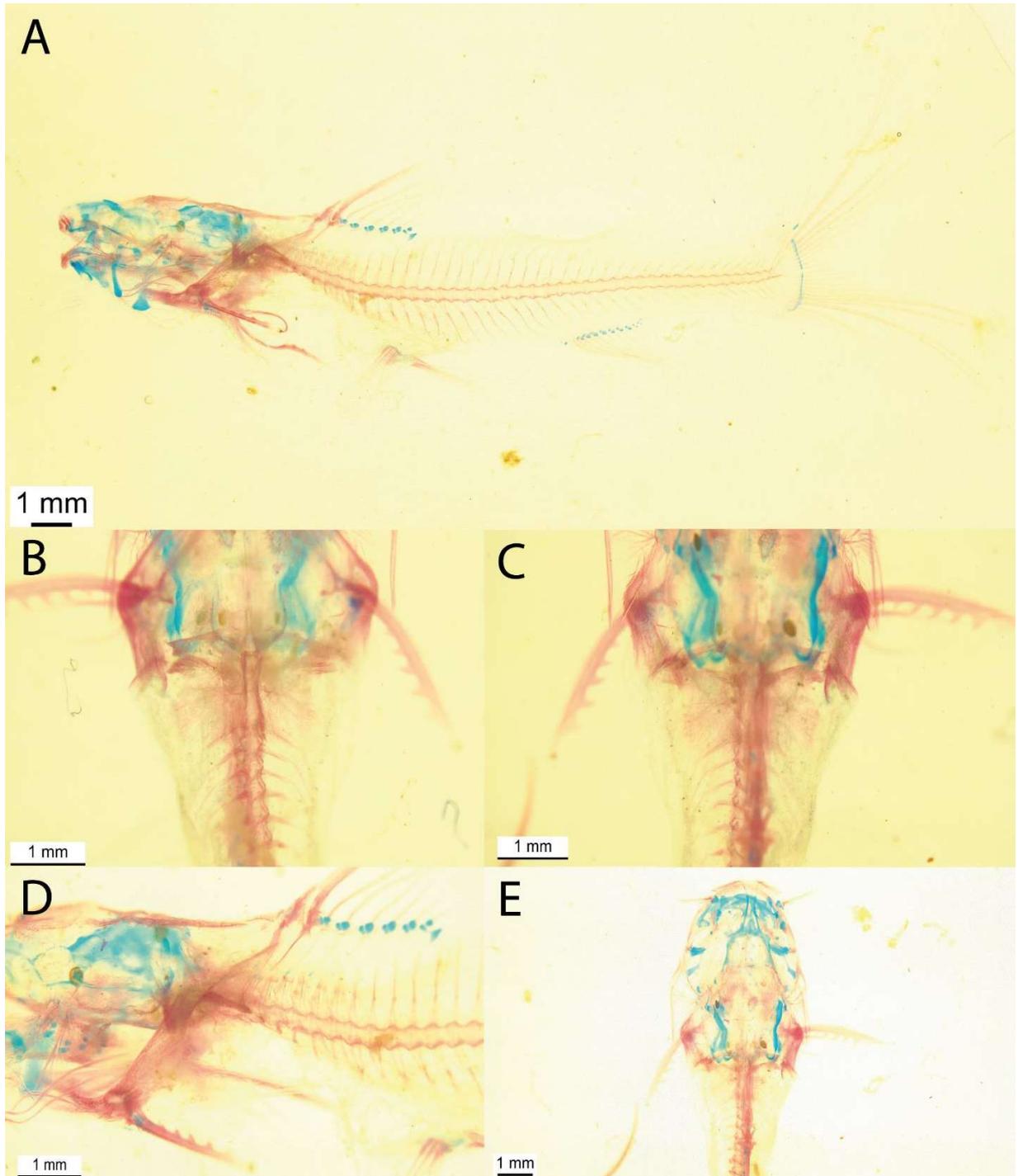
Fig. 13 – Porção pós-temporal-supracleito do esqueleto seco de *Aguarunichthys inpai*. INPA não catalogado (395 mm). (A) Vista ventral; (B) Vista dorsal; (C) Vista lateral; (D, E, F) Vista ventral das vértebras complexas e neurocrânio de exemplar diafanizado - INPA não catalogado. **Abreviações:** Ag - Fenda aórtica; aP4 - Parapófise anterior da 4ª vértebra; Bo - Basioccipital; Cr - Anel Cleitral; Exo – Exoccipital; NSV4 – Espinho neural da 4ª vértebra Otl - Ligamento transcapular ossificado; P5-6 - Parapófise da 5ª e 6ª vértebra; Pt - Pterótico; Ptsc - Pós-têmporo-supracleito; R1 - 1ª Costela; Sp – Processo supraoccipital; V1-7 - 1ª - 7ª vértebra; VC - Centro Vertebral.



6.1.5. *Cheirocerus eques* Eigenmann, 1917

Descrição: Em vista ventral (Fig. 14B), observa-se que o canal aórtico é fechado e suas parapófises das vértebras 4 e 5 são fusionadas até a porção distal, muito parecido com *Pimelodus maculatus*, porém, diferencia-se por apresentar suas extremidades arredondas e por não ter expansão óssea que cubra o centro vertebral da 7ª vértebra. O processo lateral pós-têmporo-supracleitro é curvado posteriormente e não é dividido em processo anterior e posterior, estando no estado plesiomórfico. Em vista lateral (Fig. 14D) não há formação da lâmina óssea entre o processo occipital e os espinhos neurais. As parapófises estão posicionadas a inferior do centro vertebral.

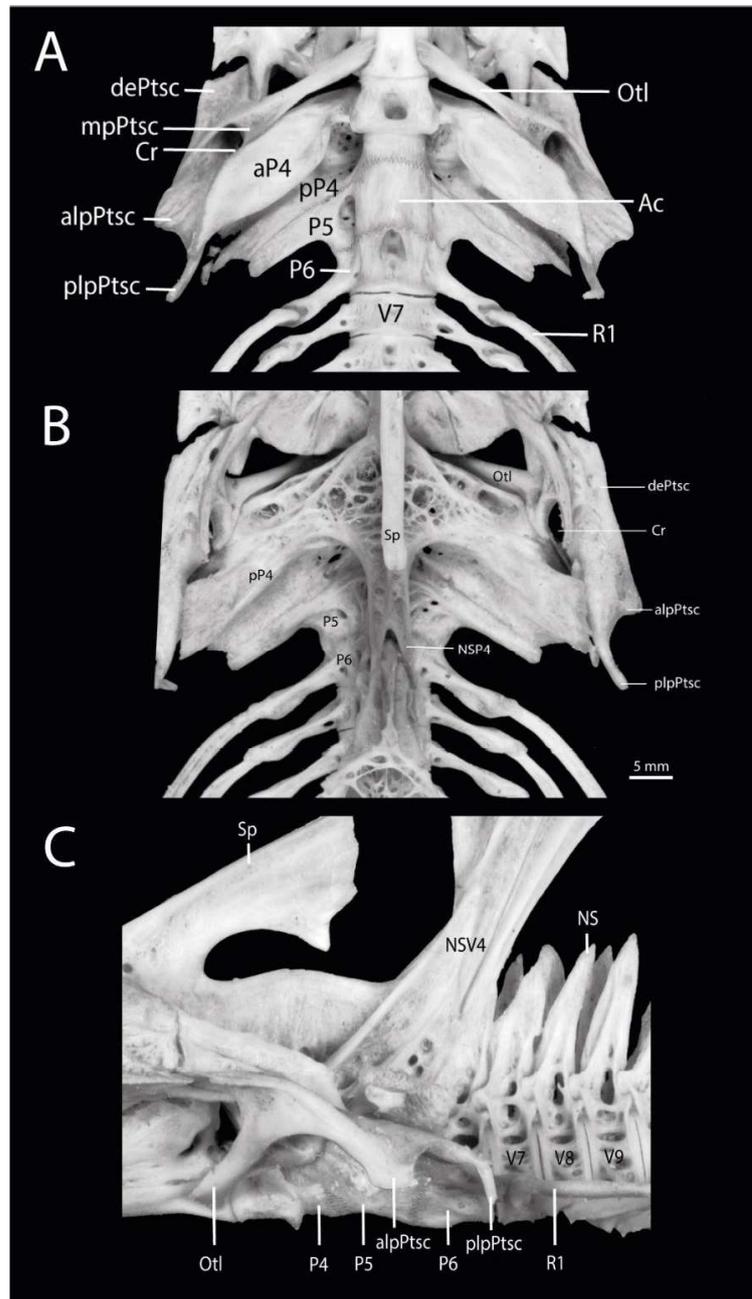
Fig. 14 – Exemplar diafanizado de *Cheirocerus eques*. INPA 41861 (18,52 mm). (A) Vista lateral do corpo inteiro; (B) Vista ventral; (C) Vista dorsal; (D) Vista lateral; e (E) Vista dorsal do neurocrânio.



6.1.6. *Luciopimelodus pati* (Valenciennes, 1836)

Descrição: Em vista ventral, observa-se que a parapófise anterior da 4ª vértebra (aP4) apresenta orientação voltada para a região posterior, ou seja, origina-se na porção anterior e se suas terminações se direcionam para porção posterior. Já a parapófise da 5ª vértebra é menor do que a pP4 (parapófise posterior da 4ª vértebra) e as terminações de ambas seguem a orientação para região posterior. O canal aórtico (Ac) é inteiramente fechado, não sendo possível de visualizar a fenda aórtica (Ag), completamente diferente de *Aguarunichthys* que apresenta Ag por toda sua extensão. Em vista lateral, não foi possível delimitar o espinho neural da vértebra 3 (NSV3), porém, chama-se a atenção da extensão do processo supraoccipital (Sp) havendo quase o contato com a lâmina óssea. Além disso, também se chama atenção que o pós-têmporo-supracleitro (Ptsc) está extremamente voltado para a porção posterior e o processo lateral (plpPtsc) alcança o centro vertebral da 7ª vértebra.

Fig. 15 – Porção pós-temporal-supracleito do esqueleto seco de *Luciopimelodus pati*. MZUSP - 78457. (A) Vista ventral; (B) Vista dorsal; e (C) Vista lateral. **Abreviações:** Ac - Canal aórtico; alpPtsc - Processo lateral anterior do Pós-têmporo-supracleito; aP4 - Parapófise anterior da 4ª vértebra; Cr - Anel Cleitral; dePtsc - Expansão dorsal do Pós-têmporo-supracleito; mpPtsc - Processo medial do Pós-têmporo-supracleito; NSV4 – Espinho neural da 4ª vértebra; Otl - Ligamento transcapular ossificado; P5-6 - Parapófise da 5ª e 6ª vértebra; plpPtsc - Processo lateral posterior do Pós-têmporo-supracleito; pP4 - Parapófise posterior da 4ª vértebra; Ptsc - Pós-têmporo-supracleito; R1 - 1ª Costela; Sp – Processo supraoccipital; V1-7 - 1ª - 7ª vértebra; VC - Centro Vertebral.

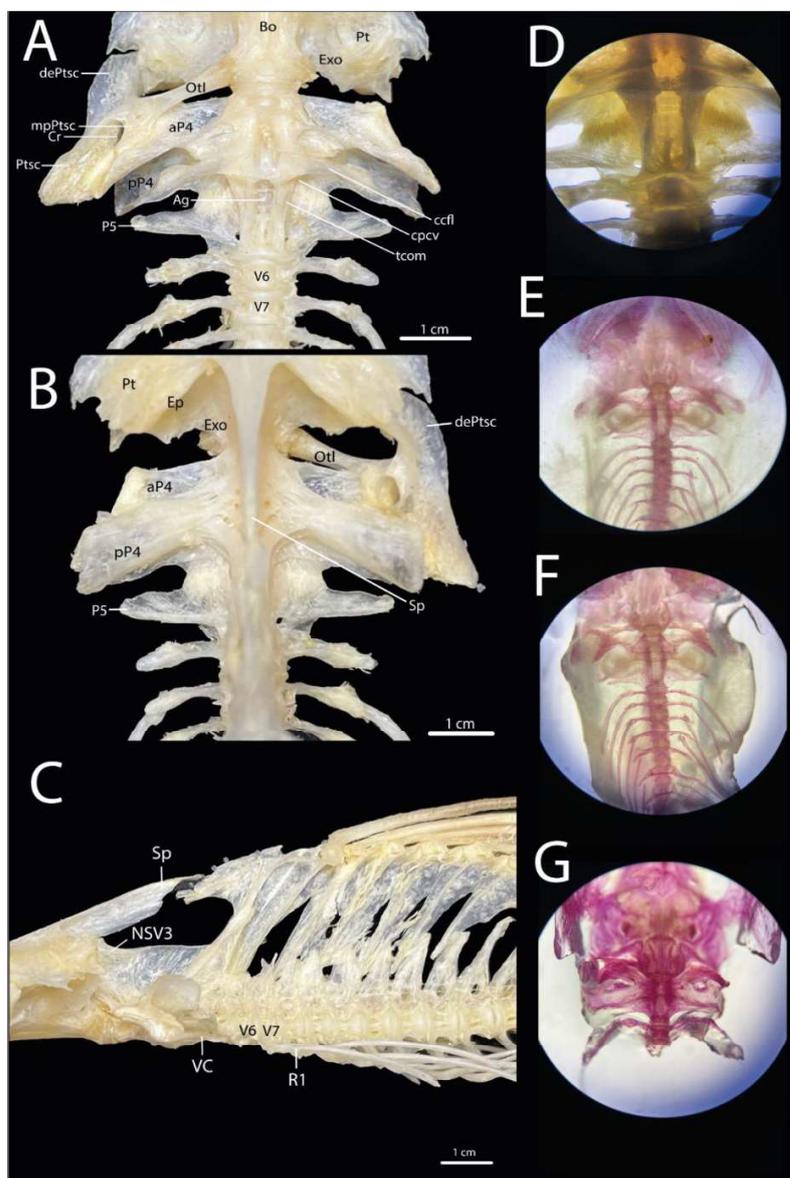


Fonte: Adaptado de Catfish Bones, ANSP Ichthyology.

6.1.7. *Megalonema platycephalm* Eigenmann, 1912

Descrição: Em vista ventral (Fig. 16A), observa-se que as parapófises da 4ª e 5ª vértebra (P4-5) não são unidas até a porção distal. A P4 é dividida em anterior (aP4) e posterior (pP4), a aP4 é curvada ventralmente, auxiliando na fixação da bexiga natatória e a pP4 tem sua extremidade direcionada para a região posterior, já a P5 tem suas extremidades direcionadas para as laterais. Em Lundberg, J. G., & Dahdul, W. M. (2008), são descritos processos na parapófise da 4ª vértebra que estão relacionados com a bexiga natatória em formato de dumbbell (Fig. 16E). A direção das parapófises estão relacionadas com o posicionamento da bexiga natatória e seu formato, o espaço entre elas também pode estar relacionado. Em vista dorsal, observa-se o processo occipital fino e extremamente longo, alcançando até o meio da P4 e sendo possível, visualizar aP4 e também o pP4. Já em vista lateral (Fig. 16C) observa-se a lâmina óssea, formada entre o processo supraoccipital e os espinhos neurais, sendo ela extremamente fina.

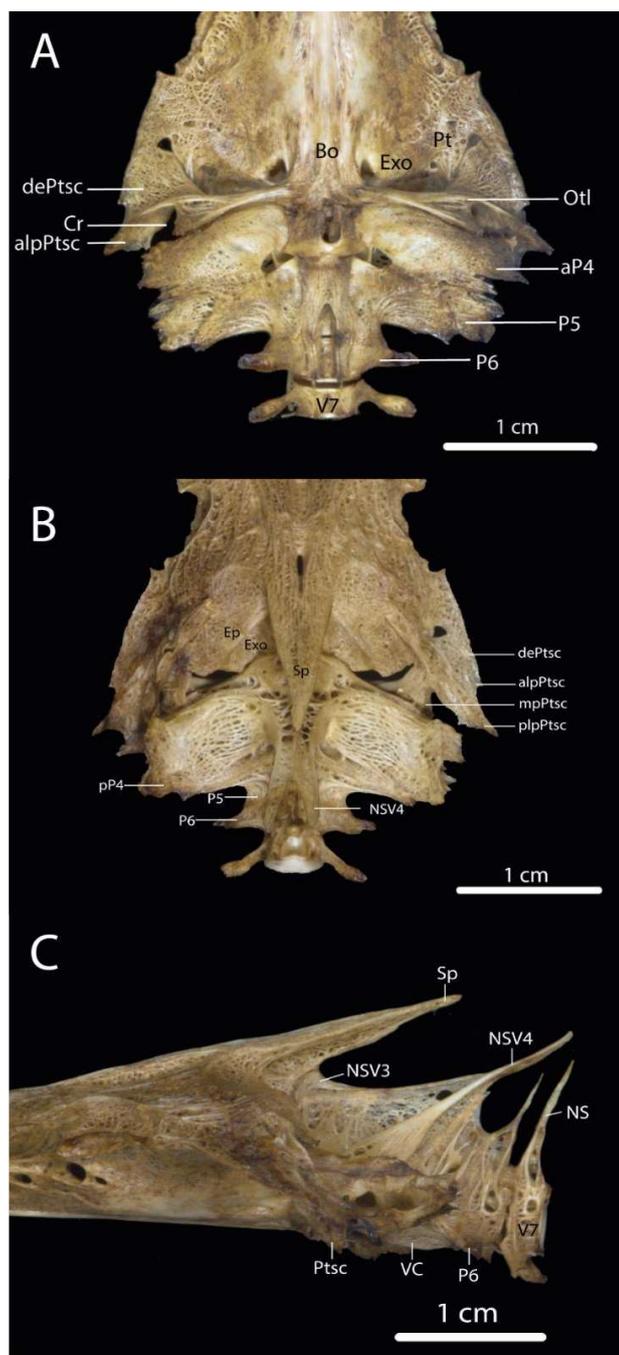
Fig. 16 – Porção pós-temporal-supracleito do esqueleto de *Megalonema platycephalum* - INPA não catalogado. (A) Vista ventral; (B) Vista dorsal; (C) Vista lateral; (D) Vista dorsal das vértebras complexas em lupa; (E, F) Vista ventral de *Megalonema platanum* - MZUEL 1782 (difanizado); (G) Vista dorsal de INPA 17840 exemplar diafanizado. **Abreviações:** Ag - Fenda aórtica; aP4 - Parapófise anterior da 4ª vértebra; Bo - Basioccipital; ccfl = Flange ventral do centro composto; cpcv = Posição do canal ósseo para passagem da veia cardinal posterior; Cr - Anel Cleitral; dePtsc - Expansão dorsal do Pós-têmporo-supracleito; Exo - Exoccipital; mpPtsc - Processo medial do Pós-têmporo-supracleito; NSV4 – Espinho neural da 4ª vértebra; Otl - Ligamento transcapular ossificado; P5-6 - Parapófise da 5ª e 6ª vértebra; plpPtsc - Processo lateral posterior do Pós-têmporo-supracleito; pP4 - Parapófise posterior da 4ª vértebra; Pt - Pterótico; Ptsc - Pós-têmporo-supracleito; R1 - 1ª Costela; Sc – Escáfio; Sp – Processo supraoccipital; Sus – Suspensor; tcom = Posição da comissura tubular da bexiga natatória posterior ao flange ventral; Tr – Trípole; V1-7 - 1ª - 7ª vértebra; VC - Centro Vertebral.



6.1.8. *Pimelodina flavipinnis* Steindachner, 1877

Descrição: Em vista ventral, observa-se que a bexiga natatória é completamente encapsulada pelas parapófises das vértebras 4 e 5. Apresenta forames em ambos os lados do canal aórtico (Ac), diferencia-se dos forames de *Aguarunichthys* (fig. 13) pela sua localização que estão ao meio das parapófises, enquanto *Pimelodina* estão próximo ao canal. As terminações das parapófises são serrilhadas, sendo descontínua. Em vista dorsal, é possível observar a alta porosidade das parapófises, algo também observado em *Pinirampus* (fig. 18). Além disso, também se observa a discrepância do tamanho entre a parapófise da 4ª e 5ª, sendo a 5ª apresentando cerca de um terço do tamanho. Em vista lateral, é possível observar que há formação da lâmina óssea composta principalmente pelo processo supraoccipital (Sp) e os espinhos neurais da 3ª vértebra (NSV3) e da 4ª vértebra (NSV4). Além disso, a extremidade do NSV4 é fina e alongada, ultrapassando o centro vertebral da sétima vértebra (V7).

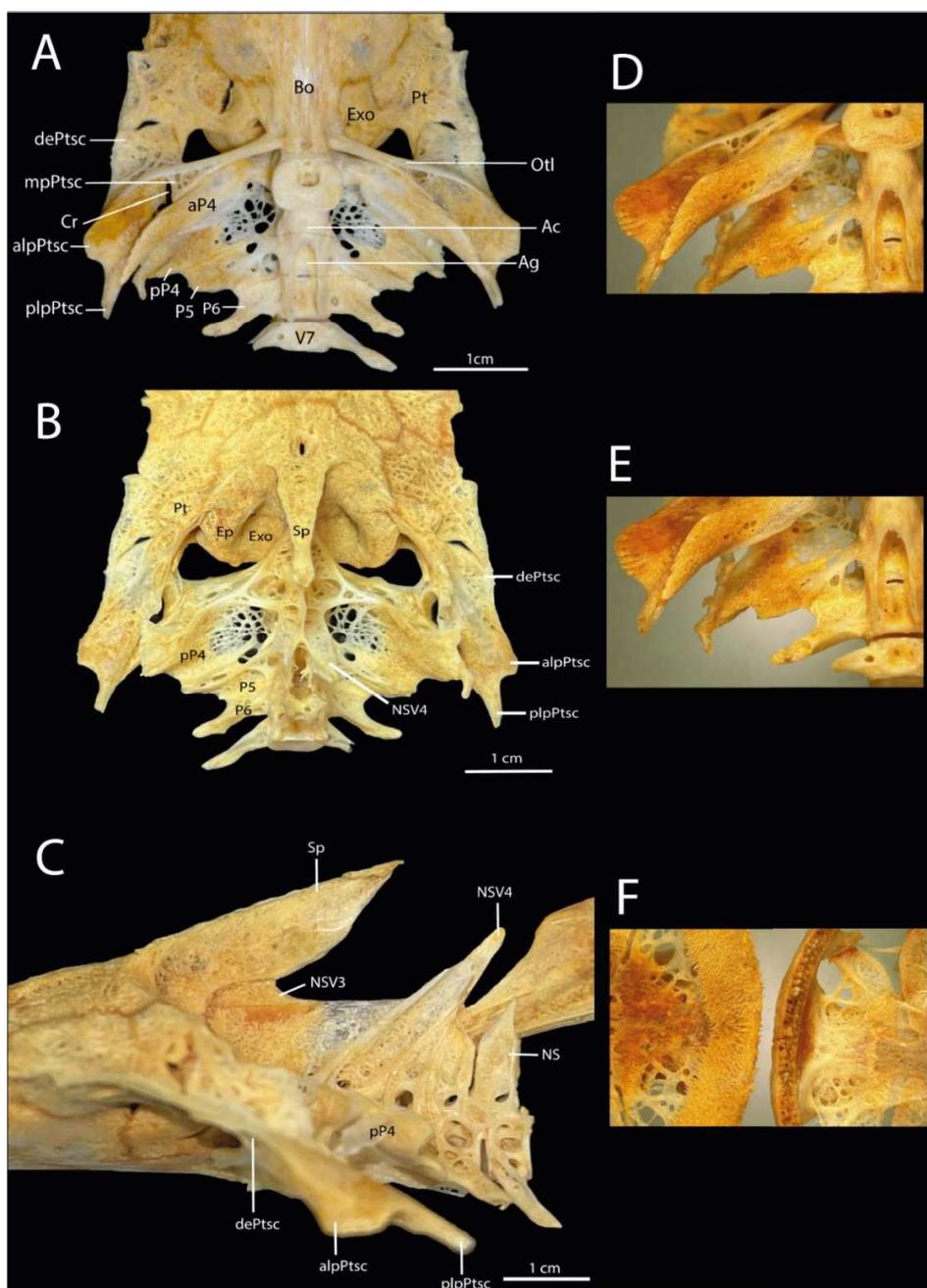
Fig. 17 – Porção pós-temporal-supracleito do esqueleto de *Pimelodina flavipinnis*. INPA não catalogado. (A) Vista ventral; (B) Vista dorsal; e (C) Vista lateral. **Abreviações:** alpPtsc - Processo lateral anterior do Pós-têmporo-supracleito; aP4 - Parapófise anterior da 4ª vértebra; Bo - Basioccipital; Cr - Anel Cleitral; dePtsc - Expansão dorsal do Pós-têmporo-supracleito; Exo - Exoccipital; NSV4 – Espinho neural da 4ª vértebra; Otl - Ligamento transcapular ossificado; P5-6 - Parapófise da 5ª e 6ª vértebra; pP4 - Parapófise posterior da 4ª vértebra; Pt - Pterótico; R1 - 1ª Costela; Sc – Escáfio; Sp – Processo supraoccipital; Sus – Suspensor; Tr – Trípede; V1-7 - 1ª - 7ª vértebra; VC - Centro Vertebral.



6.1.9. *Pinirampus pirinampu* (Spix & Agassiz, 1829)

Descrição: Em vista ventral (Fig. 18A), observa-se que o canal aórtico é aberto (Ag) tendo uma pequena região com ele fechado (Ac). A parapófise da 4^a vértebra é dividida em anterior (aP4) e posterior (pP4), tendo a pP4 uma série de furos, algo não visto em todas espécies do grupo. O pós-têmporo-supracleito é curvado posteriormente e apresenta processos laterais anterior (alpPtsc) e posterior (plpPtsc), em seu meio encontra-se o anel cleitral (Cr). Em vista dorsal (Fig. 18B), o processo supraoccipital (Sp) é largo e curto, não alcançando o meio da pP4. Já em vista lateral (Fig. 18C), observa-se que ocorre a formação da lâmina óssea entre o processo supraoccipital e os espinhos neurais, sendo possível identificar o espinho neural da 3^a vértebra (NSV3).

Fig. 18 – Porção pós-temporal-supracleito do esqueleto de *Pinirampus pirinampu*. INPA 25622 (330 mm). (A) Vista ventral; (B) Vista dorsal; (E) Vista lateral; INPA n. cat. (D-E) Vista ventral em lupa; e (F) Dentes de *P. pirinampu* (esquerda) e *C. macropterus* (direita). **Abreviações:** Ac - Canal aórtico; Ag - Fenda aórtica; alpPtsc - Processo lateral anterior do Pós-têmporo-supracleito; aP4 - Parapófise anterior da 4ª vértebra; Bo - Basioccipital; Cr - Anel Cleitral; dePtsc - Expansão dorsal do Pós-têmporo-supracleito; Exo - Exoccipital; mpPtsc - Processo medial do Pós-têmporo-supracleito; NSV4 – Espinho neural da 4ª vértebra; Otl - Ligamento transcapular ossificado; P5-6 - Parapófise da 5ª e 6ª vértebra; plpPtsc - Processo lateral posterior do Pós-têmporo-supracleito; pP4 - Parapófise posterior da 4ª vértebra; Pt - Pterótico; Ptsc - Pós-têmporo-supracleito; R1 - 1ª Costela; V1-7 - 1ª - 7ª vértebra; VC - Centro Vertebral.



6.2 Análise filogenética

Aqui é apresentada uma análise filogenética envolvendo as espécies do grupo *Calophysus*. Os táxons incluídos são aqueles listados na seção grupo *Calophysus* (item 2.1), com a adição do grupo externo (*Steindachneridion scriptum*) e *Pimelodus maculatus*. Na sequência encontram-se descritos os caracteres utilizados que estão numerados sequencialmente. Todos os caracteres multi-estados foram tratados como não ordenados, com as exceções sendo devidamente específicas. Os caracteres multi-estados foram ordenados quando foi observada a série de transformação nos estágios ontogenéticos da espécie. Na descrição de cada caráter, são apresentadas as suas referências quando disponível em outros trabalhos.

6.3 Descrição dos caracteres

1. Canal aórtico

Lundberg et al., 1988:136, #9; Lundberg et al., 1991b:857; Lundberg & Akama, 2005:513, #5; Rocha 2012, #100.

(0) Aberto.

(1) Fechado.

Inicialmente foi proposto por Lundberg *et al.* (1988) em um trabalho sobre o fóssil de um *Phractocephalus hemiliopterus* do período do mioceno. Posteriormente foi detalhado por Lundberg *et al.* (1991b), sendo uma sinapomorfia para o clado referido como Pimelodinae: um canal ósseo, para uma veia postalinal alargada assimetricamente, na superfície ventral, lado esquerdo do Complexo Weberiano no ângulo entre o centro e os processos transversos. Desde então, foram observados que essas características ocorrem mais amplamente entre os pimelodídeos e em algumas outras famílias de bagres. Entre os pimelodídeos, a assimetria da veia e do canal ósseo esquerdo estão presentes em *Pseudopimelodus apurensis* e *Zungaro zungaro*. Com base em outras evidências, essas duas espécies pertencem à subfamília monofilética Pseudopimelodinae, que também inclui os gêneros *Lophiosilurus* e *Microglanis*.

O estado (0) foi observado em: *Steindachneridion scriptum*, *Aguarunichthys inpai*, *Megalonema platycephalum*., *Pinirampus pinirampu*.

O estado (1) foi observado em: *Calophysus macropterus*, *Cheirocerus eques*, *Luciopimelodus pati*, *Pimelodina flavipinnis*, *Pimelodus maculatus*.

2. Forame para a veia cardinal direita [MODIFICADO]

Nass, 1991; Lundberg & Akama 2005:513, #6; Rocha 2012, #101.

(0) Ausente.

(1) Canal formado e forame presente na vértebra 5.

(2) Canal formado e forame presente após a vértebra 6.

Proposto por Lundberg *et al.* (1988) como sinapomorfia para Pimelodidae (subfamília Pimelodidae dos autores), é a presença de um canal para a veia cardinal na superfície ventral do Aparelho de Weber. Em Lundberg *et al.* (1991b) observaram que esse caráter também está presente em outros grupos, portanto, sua validade foi questionada. Posteriormente, Lundberg & Akama (2005) utilizaram a posição do formato para a saída da veia cardinal direita, e determinaram esse caráter como sinapomorfia para Pimelodidae exceto *Steindachneridion*, *Phractocephalus*, *Leiarius* e *Perrunichthys*. Além disso, esse caráter também foi observado em Nass (1991), porém, com pequenas modificações. A condição plesiomórfica é a ausência do canal da veia cardinal direita.

O estado (0) foi observado em: *Steindachneridion scriptum*, *Cheirocerus eques* e *Megalonema platycephalum*.

O estado (1) foi observado em: *Aguarunichthys inpai*, *Calophysus macropterus*, *Luciopimelodus pati*, *Pimelodina flavipinnis* e *Pinirampus pirinampu*.

O estado (2) foi observado em: *Pimelodus maculatus*.

3. União entre as parapófises das vértebras 4 e 5 [MODIFICADO]

Lundberg et al., 1991b:859 (modificado); Rocha 2012, #103.

(0) Separadas.

(1) Unidas até suas extremidades, sem fenda perto da porção distal e margens retas.

(2) Unidas até suas extremidades, sem fenda perto da porção distal e margens onduladas.

Foi proposto inicialmente para o grupo *Pimelodus* por Lundberg *et al.* (1991b). As parapófises das vértebras 4 e 5 são expandidas e unidas até a extremidade distal (Fig. 24), formando uma placa óssea dorsal acima da bexiga natatória. Em Siluriformes, as parapófises da 4ª e 5ª vértebras fazem parte do Aparelho de Weber, sendo achatados e expandidos lateralmente, porém,

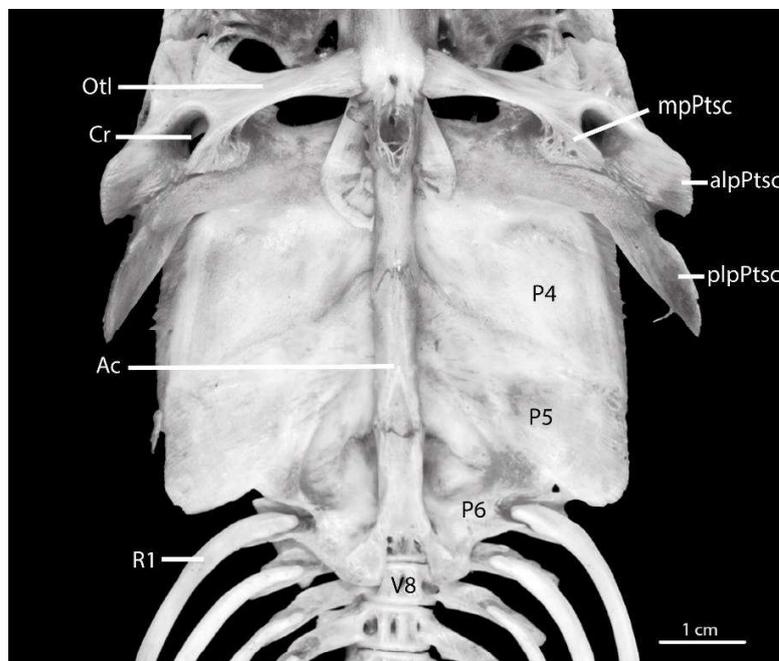
não são conectadas entre si por toda sua extensão. Essa condição é encontrada em muitos Pimelodidae e é considerada condição plesiomórfica.

O estado (0) foi observado em: *Steindachneridion scriptum*, *Aguarunichthys inpai*, *Calophysus macropterus*, *Luciopimelodus pati*, *Megalonema platycephalum*, *Pimelodina flavipinnis*, *Pinirampus pinirampu*.

O estado (1) foi observado em: *Pimelodus maculatus*.

O estado (2) foi observado em: *Cheirocerus eques*.

Fig. 19 – Parapófises de *Pimelodus maculatus* unidas até a extremidade distal.



Fonte: Adaptado de Catfish Bones, ANSP Ichthyology.

4. Modificação da parapófise da vértebra 4 para encapsulamento da bexiga natatória.

[MODIFICADO]

Stewart, 1986:667, #1; Rocha 2012 #106

(0) Ausente.

(1) Modificado e encapsulando parcialmente a bexiga natatória.

(2) Modificado e encapsulando totalmente a bexiga natatória.

Stewart (1986) propôs o grupo *Calophysus* baseado no compartilhamento de caracteres, entre eles, a modificação da parapófise da 4ª vértebra para o encapsulamento parcial da bexiga natatória. Segundo o autor, *Calophysus*, *Luciopimelodus*, *Pinirampus* e *Aguarunichthys*, possuem a parapófise parcialmente (totalmente em *Pimelodina*) encapsulando a extensão lateral da bexiga natatória. Foi notado por Stewart (1986) que em *Pimelodina* o encapsulamento da bexiga era total, conseqüentemente a morfologia do Aparelho de Weber diferente, portanto, diferente do restante das espécies do grupo *Calophysus*.

O estado (0) foi observado em: *Steindachneridion scriptum*, *Pimelodus maculatus*, *Cheirocerus eques*.

O estado (1) foi observado em: *Aguarunichthys inpai*, *Calophysus macropterus*, *Luciopimelodus pati*, *Megalonema platycephalum*, *Pinirampus pirinampu*.

O estado (2) foi observado em: *Pimelodina flavipinnis*.

5. Modificação da margem posterior da parapófises da vértebra 4 para encapsulamento da bexiga.

Lundberg & Dahdul, 2008:440; Rocha 2012 #107

(0) Ausente.

(1) Presente.

Dahdul & Lundberg (2008) forneceram caracteres adicionais como sinapomorfia para *Megalonema*, e observaram que em alguns detalhes, os caracteres propostos para *Megalonema* que diferem de *Hypophthalmus* e do grupo *Calophysus*. Foi observado em *Megalonema*, que a parapófise da quarta vértebra curva-se póstero-ventralmente sobre bexiga natatória, porém, a margem posterior dessa mesma parapófise, também se curva ântero-ventralmente, formando uma ponte óssea sobre o centro vertebral complexo.

Essa condição é única em *Megalonema*.

6. Fenda na sutura entre as parapófises das vértebras 4 e 5.

Rocha 2012, #110.

(0) Ausente.

(1) Presente.

Nas espécies do grupo *Pimelodus*, originalmente proposto por Lundberg et al. (1991b), as parapófises das 4ª e 5ª são unidas por toda sua extensão, e em algumas espécies há um pequeno orifício entre as duas, porém na porção distal das mesmas. No entanto, foi observado que em *Aguarunichthys inpai* e *Aguarunichthys torosus*, há uma ampla fenda, disposta transversalmente na porção proximal entre as parapófises da quarta e quinta vértebra.

Essa condição é vista somente em *Aguarunichthys*.

7. Junção entre as vértebras 5 e 6. [MODIFICADO]

Lundberg et al., 1991:856, # 3; Rocha 2012, #111.

(0) Interdigital.

(1) Justaposta.

Em Pimelodidae, a 6ª vértebra está fusionada ao centro composto. Esse caráter foi proposto inicialmente como uma sinapomorfia para Pimelodidae por Lundberg et al. (1991b) e já havia sido observado por Howes (1983). No entanto, as espécies de *Megalonema* possuem a condição plesiomórfica, possuindo apenas 5 vértebras no Aparelho de Weber. Howes (1983) observou em *Megalonema* 6 vértebras, não corroborado por Lundberg et al. (1991b), que encontrou 5 vértebras.

O estado 0 foi observado em: *Aguarunichthys inpai*, *Calophysus macropterus*, *Pimelodina flavipinnis*, *Pimelodus maculatus*, *Pirinampus pirinampu* e *Steindachneridion scriptum*.

O estado 1 foi observado em: *Megalonema platycephalum*.

8. Posição das parapófises no centro vertebral.

Rocha 2012, #113

(0) Posicionada na região superior no centro vertebral.

(1) Posicionada na região inferior no centro vertebral.

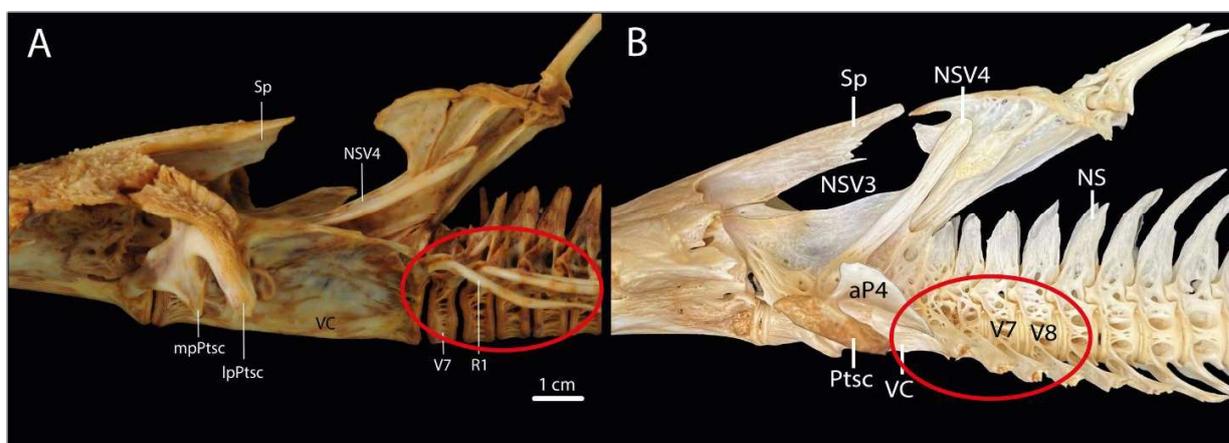
A primeira vértebra caudal é identificada pela presença de um arco hemal e um espinho hemal (Arratia 2003b). A condição plesiomórfica são as vértebras abdominais possuindo as parapófises inseridas na porção superior dos centros vertebrais. Nesse caso, as duas parapófises de cada centro estão distantes uma da outra, deixando grande parte da região ventral do centro

vertebral exposto. Algumas espécies de Pimelodidae possuem as parapófises inseridas na parte inferior dos centros, não deixando visível a margem ventral do centro.

O estado (0) foi observado em: *Steindachneridion scriptum*.

O estado (1) foi observado em: *Aguarunichthys inpai*, *Calophysus macropterus*, *Cheirocerus eques*, *Luciopimelodus pati*, *Megalonema platycephalum*, *Pimelodina flavipinnis*, *Pimelodus maculatus*, *Pinirampus pirinampu*.

Fig. 20 – (A) Parapófises na posição superior ao centro vertebral de *Steindachneridion scriptum*. (B) Parapófises na posição inferior ao centro vertebral de *Aguarunichthys inpai*.



9. Anel cleitral.

Lundberg et al., 1991:858, # 4; Rocha 2012, #114.

(0) Ausente.

(1) Presente.

Esse caráter foi proposto por Lundberg *et al.* (1991b) como sinapomorfia do clado *Calophysus-Pimelodus*, e consiste na união entre o pós-têmporo-supracleitro com o ramo anterior da parapófise da 4^a vértebra, formando um anel onde o processo dorsal anterior do cleitro encaixa. Lundberg *et al.* (2012) observaram que em *Pimelodus ornatus*, esse anel cleitral não era completo, pois o processo lateral-ventral do pós-têmporo-supracleitro não está completamente articulado com a extensão pósterolateral do ramo anterior da parapófise da 4^a vértebra, deixando um pequeno espaço.

Foi observado o estado (0) em: *Steindachneridion scriptum*.

Foi observado o estado (1) em: *Aguarunichthys inpai*, *Calophysus macropterus*, *Cheirocerus eques*, *Luciopimelodus pati*, *Megalonema platycephalum*, *Pimelodina flavipinnis*, *Pimelodus maculatus*, *Pinirampus pirinampu*.

10. Divisão da parapófise da 4ª vértebra em anterior (aP4) e posterior (pP4)

(0) Não ocorre divisão

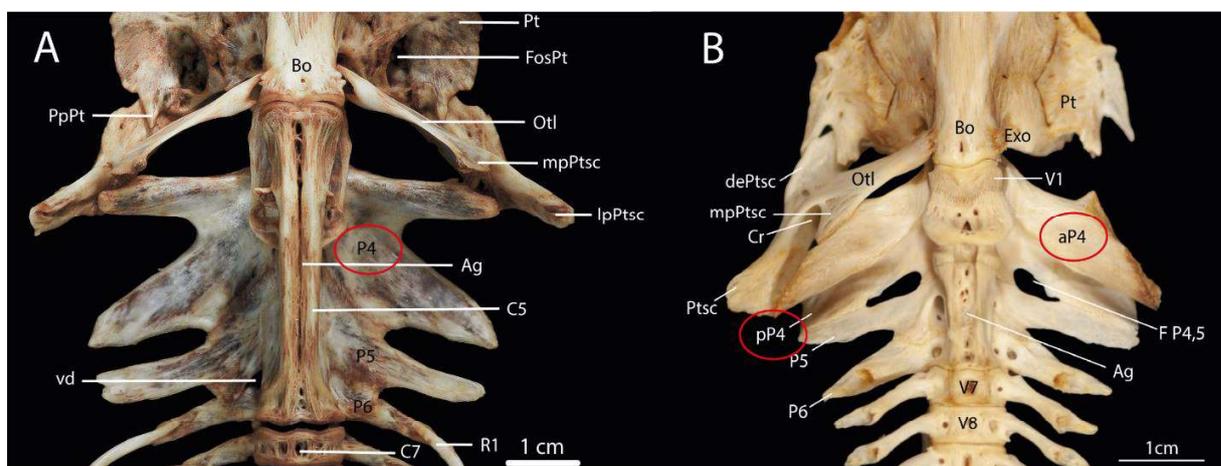
(1) Ocorre divisão

Para que ocorra o encapsulamento da bexiga natatório ocorre a diferença na morfologia da parapófise da 4ª vértebra, ela é dividida em anterior e posterior. A parapófise da 4ª vértebra anterior (aP4) é melhor visualizada em vista dorsal, podendo ser observada as suturas interdigitais com as demais parapófises. Enquanto a parapófise da 4ª vértebra posterior (pP4) é melhor visualizada em vista ventral, percebe-se que como ela é curvada ventro-posteriormente auxiliando na fixação da bexiga natatória e assim a encapsulando.

O estado (0) foi observado em: *Steindachneridion scriptum*, *Pimelodus maculatus* e *Cheirocerus eques*.

O estado (1) foi observado em: *Aguarunichthys inpai*, *Calophysus macropterus*, *Luciopimelodus inpai*, *Megalonema platycephalum*, *Pinirampus pirinampu* e *Pimelodina flavipinnis*.

Fig. 21 – (A) Parapófise da 4ª vértebra de *Steindachneridion scriptum*. (B) Parapófise anterior e posterior da 4ª vértebra de *Aguarunichthys inpai*.



11. Modificação na morfologia da parapófise da 4ª vértebra.

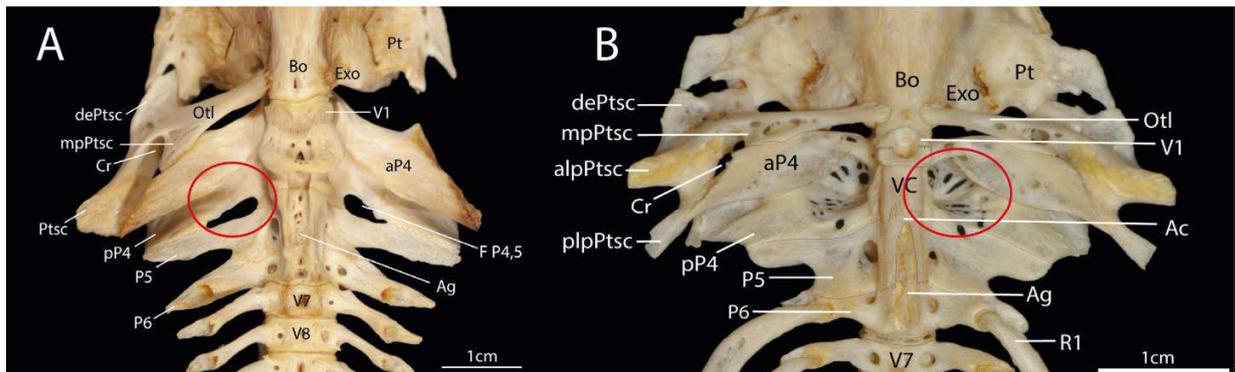
- (0) Parapófise sem furos
- (1) Parapófise com furos

A parapófise da 4ª vértebra apresenta uma leve depressão (=sulco) para a fixação da bexiga natatória na região, em alguns casos é possível observar orifícios (=furos) no esqueleto na porção medial, enquanto que em outros o esqueleto é completamente livre de orifícios.

O estado (0) foi observado em: *Steindachneridion scriptum*, *Pimelodus maculatus*, *Aguarunichthys inpai*, *Cheirocerus eques* e *Megalonema platycephalum*.

O estado (1) foi observado em: *Calophysus macropterus*, *Luciopimelodus pati*, *Pinirampus pirinampu* e *Pimelodina flavipinnis*.

Fig. 22 – (A) Parapófise da 4ª vértebra de *Aguarunichthys inpai*. (B) Parapófise posterior da 4ª vértebra de *Calophysus macropterus*.



12. Divisão do pós-têmporo-supracleitro (Fig. 27)

- (0) Não há bifurcação no pós-têmporo-supracleitro lateral
- (1) Há bifurcação no pós-têmporo-supracleitro lateral em anterior e posterior

Na porção distal do pós-têmporo-supracleitro ocorre a sua divisão do processo lateral em anterior (alpPtsc) e posterior (plpPtsc), entre eles encontra-se a estrutura do anel cleitral (Cr).

O estado (0) foi observado em: *Steindachneridion scriptum*, *Aguarunichthys inpai*, *Cheirocerus eques*, *Megalonema platycephalum* e *Pimelodina flavipinnis*.

O estado (1) foi observado em: *Calophysus macropterus*, *Luciopimelodus pati*, *Pimelodus maculatus* e *Pinirampus pirinampu*.

13. Morfologia das parapófises da 4ª e 5ª vértebra na porção distal (Fig. 27)

(0) Ausente.

(1) União das parapófises com margens onduladas.

(2) União das parapófises com margens pontiagudas.

Ocorre a união entre as parapófises da 4ª e 5ª vértebra até porção distal, ou seja, na porção mais distante do centro vertebral, porém, as suas margens são diferentes a depender da espécie observada. Em alguns casos, elas apresentam margens onduladas e enquanto que em outros casos, é possível observar margens pontiagudas.

O estado (0) foi observado em: *Steindachneridion scriptum*, *Pimelodus maculatus*, *Cheirocerus eques*, *Megalonema platycephalum* e *Pimelodina flavipinnis*.

O estado (1) foi observado em: *Calophysus macropterus*, *Luciopimelodus pati*, *Pinirampus pirinampu*.

O estado (2) foi observado em: *Aguarunichthys inpai*.

14. Fenda na porção proximal entre as parapófises das vértebras 4 e 5.

(0) Sem fenda.

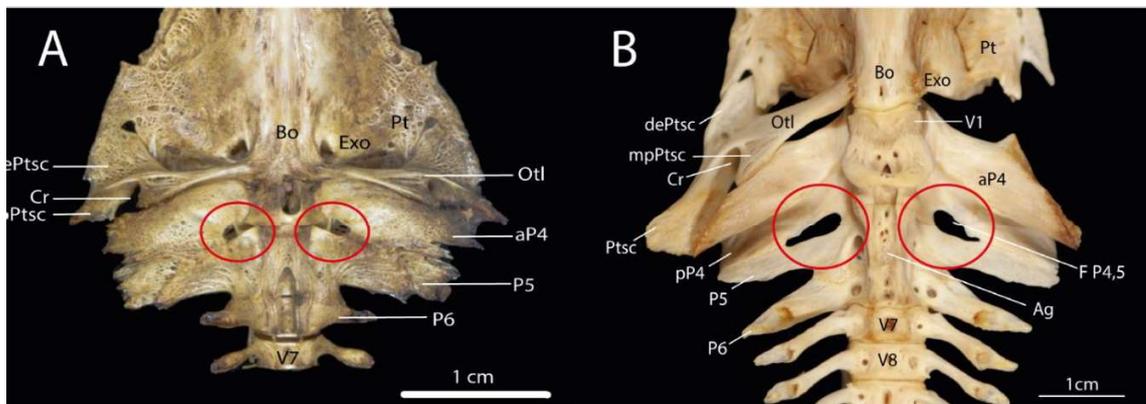
(1) Fenda na porção proximal.

Foram observadas em *Pimelodina flavipinnis* fendas localizadas na porção proximal entre o canal aórtico (Fig. 28A). Essas fendas estão entre as parapófises da 4ª e 5ª vértebras e se diferenciam das fendas já observadas de *Aguarunichthys inpai* que estão localizadas na porção medial, havendo distância entre o canal aórtico e as fendas (Fig. 28B).

O estado (0) foi observado em: *Steindachneridion scriptum*, *Pimelodus maculatus*, *Aguarunichthys inpai*, *Calophysus macropterus*, *Cheirocerus eques*, *Luciopimelodus pati*, *Pinirampus pirinampu* e *Megalonema platycephalum*.

O estado (1) foi observado em: *Pimelodina*.

Fig. 23 – (A) Fendas de *Pimelodina flavipinnis*. (B) Fendas de *Aguarunichthys inpai*.



15. Formação de processo na margem da porção anterior do canal aórtico.

(0) Ausente.

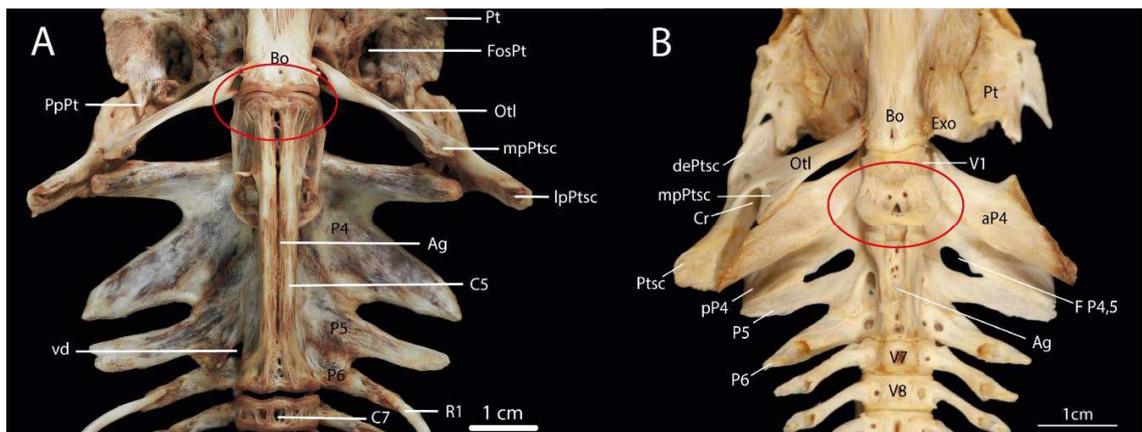
(1) Presente.

Foi observado que na margem da porção anterior ao canal aórtico, em vista ventral, tem-se em alguns espécimes a formação de um processo. Acredita-se que esse processo está relacionado com o encapsulamento da bexiga, onde que ele auxiliará em sua fixação.

O estado (0) foi observado em: *Steindachneridion scriptum*, *Pimelodus maculatus*, *Cheirocerus eques* e *Pimelodina flavipinnis*.

O estado (1) foi observado em: *Aguarunichthys inpai*, *Calophysus macropterus*, *Luciopimelodus pati*, *Pinirampu pirinampus* e *Megalonema platycephalum*.

Fig. 24 – (A) Margem de *Steindachneridion scriptum*. (B) Margem de *Aguarunichthys inpai*.



16. Formação da lâmina óssea.

(0) Ausente

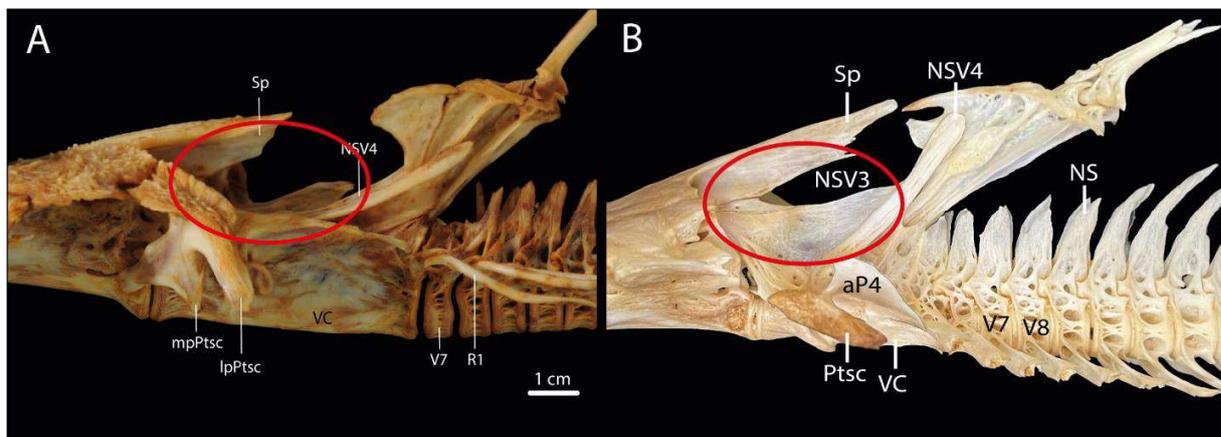
(1) Presente

Em vista lateral é possível observar que os espinhos neurais da 3^a e 4^a vértebra formam juntamente do processo occipital uma lâmina. Ela quando visualizada em vista dorsal percebe-se que é extremamente fina.

O estado (0) foi observado em: *Steindachneridion scriptum*, *Pimelodus maculatus* e *Cheirocerus eques*.

O estado (1) foi observado em: *Aguarunichthys inpai*, *Calophysus macropterus*, *Luciopimelodus pati*, *Megalonema platycephalum*, *Pimelodina flavipinnis* e *Pinirampus pirinampu*.

Fig. 25 – (A) Ausência da lâmina em *Steindachneridion scriptum*. (B) Lâmina óssea em *Aguarunichthys inpai*.



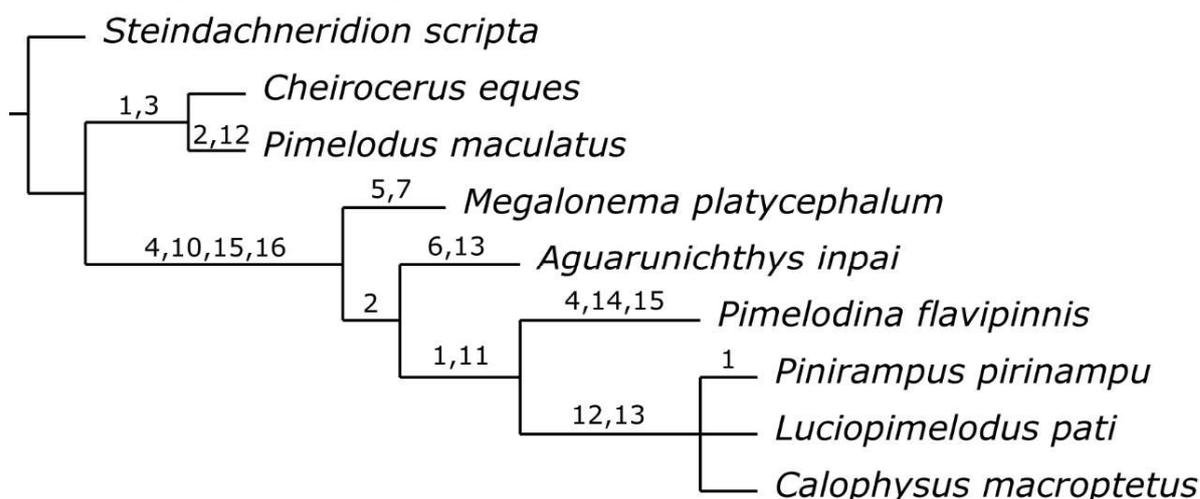
6.4 Reconstrução filogenética

Os 16 caracteres descritos na seção anterior foram codificados para 9 táxons e submetidos a uma análise de parcimônia, que resultou em duas árvores mais parcimoniosas, sendo está a de consenso *stritu* (Fig. 26) com 21 passos. O grupo externo, excluindo a raiz (*Steindachneridion scriptum*), se desvinculou, havendo a união de *Cheirocerus-Pimelodus* por conta de dois caracteres, o primeiro caractere 1 é a formação do canal aórtico, considerado o estado 1. O outro caractere é o 3 que provavelmente se deu devido à similaridade das parapófises unidas até a porção distal, porém, o multi-estado do caractere não foi suficiente para diferencia-los.

Enquanto isso, *Megalonema platycephalum*, também sendo grupo externo, compartilhou de quatro caracteres com o grupo *Calophysus*, sendo três deles (4,10,15) relacionados com o encapsulamento da bexiga natatória e um (16) compreende a respeito da formação da lâmina óssea na região dorsal das vértebras. O caractere que melhor delimita o grupo *Calophysus* sensu Stewart (1986) é o caractere 2, forame da veia cardinal direita, estando presente em todos eles.

A união de *Pinirampus-Luciopimelodus-Calophysus* se deu por conta do caractere 12, divisão do pós-têmporo-supracleitro em anterior e posterior, e também do caractere 13, morfologia das parapófises da 4ª e 5ª vértebra, onde que temos as três espécies no estado 1 e *Aguarunichthys inpai* no estado 2, o que resultou na união desses táxons e na separação de *A. inpai*, tendo também um caractere automórfico.

Fig. 26 – Árvore mais parcimoniosa resultante da análise de 16 caracteres de 9 táxons.



7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em Lundberg *et. al* (2011), chamou-se de Calophysines o grupo *Calophysus* (*Calophysus*, *Aguarunichthys*, *Luciopimelodus*, *Pinirampus*, *Pimelodina*) e o grupo *Megalonema-Cheirocerus*, nesse trabalho, corrobora-se a união de *Megalonema*. Assim, temos que a estrutura do Aparelho de Weber é altamente modificada em diversas espécies do grupo, sendo encontradas espécies que apresentam a bexiga natatória sem o encapsulamento, enquanto que em outras podem apresentar o encapsulamento parcial ou total. Porém, os caracteres aqui analisados não foram suficientes para designar o inter-relacionamento do grupo, sendo necessário o acréscimo dos outros caracteres que compõem o grupo ou até mesmo da família Pimelodidae.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRATIA, Gloria. Catfish head skeleton. An overview. **Catfishes**, v. 1, p. 3-46, 2003.

AMORIM, D. S. (1997). **Elementos Básicos de Sistemática Filogenética**. Sociedade Brasileira de Entomologia & Holos Editora, Ribeirão Preto, Brasil.

BARTHEM, R.B.; Goulding, M. 1997. **The catfish connection: ecology, migration, and conservation of Amazon predators**. Biology and Resource Management in the Tropics Serie, Columbia University Press.

BLEEKER, P. De visschen van den Indischen Archipel Beschreven en toegelicht. Siluri. **Acta Societatis Regiae Scientiarum Indo-Neerlandicae**, vol. 4, pp. 10–18, 1858.

CHARDON, Michel; PARMENTIER, Eric; VANDEWALLE, P. Morphology, development and evolution of the Weberian apparatus in catfish. **Catfishes**, v. 1, p. 71-120, 2003.

DE PINNA, M.C.C. 1993. **Higher-level phylogeny of siluriformes (Teleostei: Ostariophysii), with a new classification of the order**. Unplublished Ph.D. Dissertation, City University of New York, New York. 482 p.

DE PINNA, M.C.C. 1998. Phylogenetic Relationships of Neotropical Siluriformes (Teleostei: Ostariophysii): Historical Overview and Synthesis of Hypotheses. In: Malabarba, **Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes**. pp 313-315. Porto Alegre.

EIGENMANN, C.H. & EIGENMANN, R.S. Preliminary notes on South American nematognathi. **Proceedings of the California Academy of Sciences**, vol. 1, pp. 119–172, 1888.

EIGENMANN, C.H. New and rare species of South American Siluridae in the Carnegie Museum. **Annals of the Carnegie Museum**, vol. 11, no. 3-4, pp. 398–404, 1917.

FERRARIS JR, Carl J.; PINNA, Mário César Cardoso de. **Higher-level names for catfishes (Actinopterygii: Ostariophysii: Siluriformes)**. Proceedings California Academy of Science, v. 51, n. 1, p. 1-17, 1999.

FERRARIS, C.J. 2007. Checklist of catfishes, recent and fossil (Osteichthyes: Siluriformes), and catalogue of siluriform primary types. **Zootaxa**. No. 1418: 1-628.

FERRARIS, C.J.; Reis, R.E. 2005. Neotropical catfish diversity: an historical perspective. **Neotropical Ichthyology**, 3(4):453-454, 2005

FRICKE, Ron; ESCHMEYER, W. N.; VAN DER LAAN, Richard. **Eschmeyer's Catalog of Fishes: genera, species, references**. California Academy of Sciences, San Francisco, CA, USA <https://www.calacademy.org/scientists/projects/eschmeyers-catalog-of-fishes> Acesso em: 17 de março de 2023.

GOMES¹, Leticia Braga; MENDES-OLIVEIRA¹, Ana Cristina. **Montagem e manutenção de colônias de besouros do gênero *Dermestes* (Coleoptera, Dermestidae) Linnaeus, 1758 para preparação de esqueletos usados em coleções biológicas.**

GOULDING, M. (1981). **Man and Fisheries on an Amazon Frontier**. Dr. W. Junk Publishers, The Hague, The Netherlands.

GÜNTHER, A. A contribution to the knowledge of the fish fauna of the Rio de la Plata. **Ann. Mag. Nat. Hist.** (Ser. 5), 6 (31): 7-13, pl. 2, 1880.

HOWES, Gordon J. Problems in catfish anatomy and phylogeny exemplified by the Neotropical Hypophthalmidae (Teleostei: Siluroidei). **Bulletin of the British Museum (Natural History): Zoology series**, 1983.

LUNDBERG, J.G.; Mago-Leccia, F.; Nass, P. 1991. **Exallodontus aguanai, a new genus and species of Pimelodidae (Pisces: Siluriformes) from deep river channels of South America, and delimitation of the subfamily Pimelodinae**. Proc. Biol. Soc. Wash., 104(4). pp 840 – 869.

LUNDBERG, J.G.; McDade, L.A. 1986. **On the South American Catfish *Brachyrhamdia imitator* Myers (Siluriformes, Pimelodidae), with Phylogenetic Evidence for a Large Intrafamilial Lineage**. Notulae Naturae of The Academy Of Natural Science of Philadelphia, 463: 1-24.

LUNDBERG, J.G; Littmann, M.W. 2003. Family Pimelodidae. In: **Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre. p. 432-446.

LUNDBERG, John G. et al. Phractocephalus hemiliopterus (Pimelodidae, Siluriformes) from the upper Miocene Urumaco Formation, Venezuela: a further case of evolutionary stasis and local extinction among South American fishes. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 8, n. 2, p. 131-138, 1988.

LUNDBERG, John G.; SULLIVAN, John P.; HARDMAN, Michael. Phylogenetics of the South American catfish family Pimelodidae (Teleostei: Siluriformes) using nuclear and mitochondrial gene sequences. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, p. 153-189, 2011.

LUNDBERG, John G.; SULLIVAN, John P.; HARDMAN, Michael. Phylogenetics of the South American catfish family Pimelodidae (Teleostei: Siluriformes) using nuclear and mitochondrial gene sequences. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, p. 153-189, 2011.

MADDISON, W. P & MADDISON, D. R. (2006). **Mesquite: A modular system for evolutionary analysis**. Version 3.4.

NAKATANI, M. *et al.* **Evolutionary history of Otophysi (Teleostei), a major clade of the modern freshwater fishes: Pangaean origin and Mesozoic radiation**. **BMC evolutionary biology**, v. 11, n. 1, p. 177, 2011.

NELSON, G. J. & PLATNICH, N. I. (1981). **Systematics and Biogeography: Cladistics and Vicariance**. Columbia University Press, New York.

NELSON, J.S. **Fishes of the World**. 3rd edition. John Wiley & Sons. Fish. World: i-xvii + 1-600. 1994.

PARISI, B., LUNDBERG, J. & DO NASCIMENTO, C. (2006). *Propimelodus caesius* a new species of long-finned pimelodid catfish (Teleostei: Siluriformes) from the Amazon

Basin, South America. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, vol. 155, no. 1, pp. 67–78.

POTTHOF, T. Clearing and staining techniques. In: Moser, H.G. et al. (Eds). *Ontogeny and Systematics of Fishes – Ahlstrom Symposium*. **American Society of Ichthyologists and Herpetologists**. Gainesville, Florida. p. 35-37. 1984.

PROUDLOVE, Graham S. Subterranean fishes of the world: an account of the subterranean (hypogean) fishes described up to 2003 with a bibliography 1541-2004. **International Society for Subterranean Biology**, 2006.

REBOUÇAS, Aldo da C. *et al.* **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. In: *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 2002. p. 703-703.

REIS, R.E.; Kullander, S.O.; Ferraris, C.J. 2003. **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Edipucrs, Porto Alegre. 729 p.

ROCHA, Marcelo Salles. Family Pimelodidae - Long-whiskered catfishes. In: Peter van der Sleen, James S Albert. (Org.). **Field Guide to the Fishes of the Amazon, Orinoco & Guianas**. 1ed. Princeton, New Jersey 08540 US: Princeton University Press, 2018, v., p. 299-308.

ROCHA, Marcelo Sales. **Sistemática da família Pimelodidae Swainson, 1838 (Teleostei: Siluriformes)**. 2012.

SAGEMEHL, M. 1885. Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Fische. III. Das Cranium der Characiniden nebst allgemeinen Bemerkungen über die mit einem Weber'schen Apparat versehenen Physostomenfamilien. **Morphol Jb** 10:1–119.

SPIX, J.B. von and L. Agassiz.. *Selecta genera et species piscium quos in itinere per Brasiliam annos MDCCCXVIIMDCCCXX jussu et auspiciis Maximiliani Josephi I.... colleget et pingendso curavit Dr J. B. de Spix.... Monachii. xvi +ii + 82 p., 48 pl, 1829.*

STEINDACHNER, F. Ichthyologische Beiträge (V). **Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien**, 74: 49-240, pls. 1-15, 1877.

- STEINDACHNER, F. Über drei neue Characinen und drei Siluroiden aus dem Stromgebiete des Amazonas innerhalb Brasilien. **Anz. Akad. Wiss. Wien**, vol. 45, no. 6, pp. 61–69, 1908.
- STEWART, Donald J. Revision of Pimelodina and description of a new genus and species from the Peruvian Amazon (Pisces: Pimelodidae). **Copeia**, p. 653-672, 1986.
- SWOFFORD, D. L. (2002). **Paup: Phylogenetic analysis using parsimony (and other methods)**. 4.0 beta. Sinauer associates, Sunderland. ma.
- TEIXEIRA, Wilson et al. **Decifrando a terra**. Oficina Textos, 2001.
- TEUGELS, Guy G.; ADRIAENS, Dominique. Taxonomy and phylogeny of Clariidae: an overview. **Catfishes**, v. 1, p. 465-487, 2003.
- VALENCIENNES, A. Poissons [pls. 1, 3, 4]. In: A. d'Orbigny. Voyage dans L'Amérique Méridionale (le Brésil, la République Orientale de l'Uruguay, la République Argentine, la Patagonie, la République du Chili, la République de Bolivia, la République du Pérou), exécuté pendant les années 1826, 1827, 1828, 1829, 1830, 1832 et 1833. Paris, Bertrand et Levraut, 1836.
- VAN DER SLEEN, Peter; ALBERT, James S. (Ed.). **Field guide to the fishes of the Amazon, Orinoco, and Guianas**. Princeton University Press, 2017.
- VARI, Richard P.; MALABARBA, Luiz R. Neotropical ichthyology: an overview. **Phylogeny and classification of Neotropical fishes**, v. 1, p. 1-12, 1998.
- WEBER, Ernst Heinrich. **De aure et auditu hominis et animalium pars I. De aure animalium aquatiliu, auctore Ernesto Henrico Webero**. G. Fleischerum, 1820.
- WILEY, E. O. (1981). **Phylogenetics – the theory and practice of phylogenetic systematics**. Wiley, New York.
- WILEY, E. O., Siegel-Causey, D., Brook, D. R. & Funk, V. A. (1991). **The Compleat Cladistic: A Primer of Phylogenetic Procedures**. University of Kansas, Museum of Natural History Special Publication.

ZUANON, J., RAPP PY-DANIEL, L. & JÉGU, M. Two new species of *Aguarunichthys* from the Amazon basin (Siluroidei: Pimelodidae). **Ichthyological Exploration of Freshwaters**, vol. 4, no. 3, pp. 251–260, 1993.

ANEXOS

Tabela 1: Matriz de dados compilados a partir do exame de 9 táxons e 16 caracteres morfológicos.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Steindachneridion scriptum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pimelodus maculatus</i>	1	2	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Aguarunichthys inpai</i>	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	2	0	1	1
<i>Calophysus macropterus</i>	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
<i>Cheirocerus eques</i>	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Luciopimelodus pati</i>	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
<i>Megalonema platycephalum</i>	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1
<i>Pimelodina flavipinnis</i>	1	1	0	2	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1
<i>Pinirampus pirinampu</i>	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1