

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS – CAMPUS DE BOTUCATU

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ZOOLOGIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**OSTEOLOGIA DESCRITIVA E DESENVOLVIMENTO DO
ESQUELETO AXIAL E APENDICULAR DE *GYMNOCORYMBUS
TERNETZI* (BOULENGER, 1895) (CHARACIFORMES:
CHARACIDAE)**

BÁRBARA ARAÚJO MARTINS

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Cardoso Benine

Coorientador: Prof. Dr. George M. T. Mattox

Botucatu – SP

2016

**OSTEOLOGIA DESCRITIVA, DESENVOLVIMENTO DO
ESQUELETO AXIAL E APENDICULAR E REDESCRIÇÃO DE
GYMNOCORYMBUS TERNETZI (BOULENGER, 1895)
(CHARACIFORMES: CHARACIDAE)**

BÁRBARA ARAÚJO MARTINS

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Cardoso Benine

Coorientador: Prof. Dr. George M. T. Mattox

Dissertação apresentada ao curso de pós-graduação em Ciências Biológicas: Zoologia, do Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas – Área de Concentração: Zoologia.

Botucatu – SP

2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÊC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5681

Martins, Bárbara.

Osteologia descritiva e desenvolvimento do esqueleto axial e apendicular de *Gymnocorumbus ternetzi* (Boulenger, 1895) (Characiformes: Characidae) / Bárbara Martins. - Botucatu, 2016

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Ricardo Cardoso Benine

Coorientador: George Mendes Taliaferro Mattox

Capes: 20400004

1. Peixe - Morfologia. 2. Characideo. 3. Osteologia. 4. Esqueleto. 5. Ossos.

Palavras-chave: Ontogenia; Peixe - Morfologia; Sistemática.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível. ”

Charles Chaplin

**A todos os pós-graduandos que encontraram
muitas dificuldades pelo caminho, porém não
desistiram. E a minha família e amigos pelo
apoio incondicional.**

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, **Dr. Ricardo Cardoso Benine**, pelo exemplo de ética e compromisso com a ciência e pela oportunidade e orientação, fundamentais para meu crescimento profissional.

Ao meu coorientador, **Dr. George M. T. Mattox**, pelo tempo dedicado a mim e ao projeto e a todo ensinamento e idéias transmitidas, essenciais para a realização desta dissertação.

Ao **Dr. Reinaldo José da Silva**, por todo apoio e ajuda recebidos durante as dificuldades que surgiram no caminho.

À **Dr.^a Talita Sarah Mazzoni** por dispor de seu tempo e material na reprodução dos peixes.

Ao ao **Laboratório Multiusuário da FOA-UNESP**, à **FINEP** (FINEP/CT-INFRA - Convênio FINEP: 01.12.0530.00 – PROINFRA 01/2011) e ao **Prof. Dr. Alberto Delbem** pelo auxílio e uso do equipamento de Microtomografia Computadorizada SkyScan 1272.

Às agências de fomento **FAPESP** (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) e **CNPq** (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelas bolsas de estudo concedidas (**#2014/00517-6** e **#163793/2014-0**).

A **UNESP** (Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”) pela infraestrutura utilizada na realização dos experimentos e pesquisa.

Ao **LBP** (Laboratório de Biologia de Peixes) pelo empréstimo do material utilizado.

A todos os colegas que dividiram dificuldades e conquistas, principalmente **Valter, James, Marina, Paloma, Caroline, Isabela, Geslaine, Eduardo, Marciano, Alexandre,**

Juliana, Nadayca, Mariana e Aline proporcionando também ótimas discussões profissionais e momentos de descontração que não serão esquecidos.

À **Isabelle** por ser minha família em Botucatu, por estar sempre ao meu lado, sendo minha força e maior incentivadora, além de ser muito compreensiva e paciente até os últimos minutos de dissertação.

A toda minha família pela ajuda emocional e financeira sem as quais eu não conseguiria terminar o mestrado e por não me deixarem fraquejar, em especial meus pais **Eliete e Aparecido** e irmãos **Gabriela e Alexandre**.

A **Deus** e todos os **Orixás**.

Muito Obrigada!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. *Gymnocorymbus ternetzi*, LIRP 3762 42.3 mm CP.

Figura 2. Cladograma indicando as relações filogenéticas de *Gymnocorymbus*. Modificado de Benine et al. (2015).

Figura 3. Parte do esqueleto da nadadeira anal mostrando a posição das lepidotríquias em relação aos pterigióforos em A) *Gymnocorymbusternetzi*, LIRP 5650 40.6 mm CP e B) *Poptellacompressa*, LIRP 4565 54.6 mm CP. Figura retirada de Benine et al.(2015).

Figura 4. Imagens de Raio-X de a) *Gymnocorymbus thayeri*, MZUSP 6280, 38.9 mm CP e b) *Poptella compressa*, MCP 25629, 42.7 mm CP. Figura retirada de Benine et al.(2015).

Figura 5. Desenho esquemático da nadadeira caudal de a) *Gymnocorymbus thayeri*, MZUSP 6280, 40.3 mm CP, e b) *G. bondi*, NRM 41441, 45.6 mm CP. Indicando a presença (a) e ausência (b) do segundo par de ossos uroneurais. Figura retirada de Benine et al.(2015).

Figura 6. Desenhos esquemáticos mostrando o padrão de manchas umerais em a) *Gymnocorymbusternetzi*, LIRP 18720, 39.4 mm CP e b) *Gymnocorymbus thayeri* MZUSP 6280 40,3 mm CP. Figura retirada de Benine et al.(2015).

Figura 7. Ilustrações da vista lateral do pré – maxilar direito de a) *Gymnocorymbus thayeri*, MZUSP 6280, 40.3 mm CP e b) *Gymnocorymbusternetzi*, LIRP 18720, 39.4 mm CP. Figura retirada de Benine et al.(2015).

Figura 8. Exemplar diafanizado de *Gymnocorymbus ternetzi*, 38.89 mm CP.

Figura 9. Larvas de *Gymnocorymbus ternetzi* no estágio larval vitelínico. a) 1 DAE 2,0 mm CN b) 2 DAE 2,2 mm CN c) 3 DAE 2,6 mm CN. *DAE = Dias após a eclosão. Barra de escala = 1 mm.

Figura 10. Larvas de *Gymnocorymbus ternetzi* no estágio de pré-flexão. a) 8 DAE 3,9 mm CN b) 11 DAE 4,5 mm CN c) 14 DAE 5,5 mm CN. *DAE= Dias após a eclosão. Barra de escala = 1 mm.

Figura 11. Larvas de *Gymnocorymbus ternetzi* no estágio de flexão. a) 17 DAE 5,8 mm CP b) 23 DAE 6,5 mm CP c) 26 DAE 7,0 mm CP d) 30 DAE 8,5 mm CP. *DAE= dias após a eclosão. Barra de escala = 1 mm.

Figura 12. Larvas de *Gymnocorymbus ternetzi* no estágio de pós-flexão. a) 40 DAE 9,5 mm CP b) 50 DAE 10,8 mm CP c) 60 DAE 11,2 mm CP. *DAE= Dias após a eclosão. Barra de escala = 1 mm.

Figura 13. Imagem de microtomografia digital de larva de *Gymnocorymbus ternetzi* em vista lateral. 9,5 mm CP.

Figura 14. Microtomografia digital de juvenil de *Gymnocorymbus ternetzi* em vista lateral. 11,2 mm CP.

Figura 15. Vista dorsal do neurocrânio de *Gymnocorymbus ternetzi*. 30,18 mm CP. Barra de escala = 1 mm.

Figura 16. Vista ventral do neurocrânio de *Gymnocorymbus ternetzi*. 30,18 mm CP. Barra de escala = 1 mm.

Figura 17. Neurocrânio vista lateral de *Gymnocorymbus ternetzi*. 30,18 mm CP. Barra de escala = 1 mm.

Figura 18. Vista lateral da série infraorbital de *Gymnocorymbus ternetzi*. 30,18 mm CP. Barra de escala = 1 mm.

Figura 19. Vista frontal do pré-maxilar esquerdo de *Gymnocorymbus ternetzi*. 30,86 mm CP.

Barra de escala = 1 mm.

Figura 20. Vista frontal do pré-maxilar direito de *Gymnocorymbus ternetzi*. 30,86 mm CP.

Barra de escala = 1 mm.

Figura 21. Vista lateral esquerda do suspensório e maxila inferior de *Gymnocorymbus ternetzi*.

30,18 mm CP. Barra de escala = 1 mm.

Figura 22. Vista dorsal do arco hióide e arcos branquiais de *Gymnocorymbus ternetzi*. 30,18

mm CP. Barra de escala = 1 mm.

Figura 23. Vista lateral esquerda do aparelho de Weber de *Gymnocorymbus ternetzi*. 30,89

mm CP. Barra de escala = 1 mm.

Figura 24. Vista lateral direita da cintura e nadadeira peitoral de *Gymnocorymbus ternetzi*.

30,18 mm CP. Barra de escala = 1 mm.

Figura 25. Vista ventral da cintura e nadadeira pélvica de *Gymnocorymbus ternetzi*. 30,18 mm

CP. Barra de escala = 1 mm.

Figura 26. Vista lateral esquerda da nadadeira dorsal de *Gymbocorymbus ternetzi*. 30,18 mm

CP. Barra de escala = 1 mm.

Figura 27. Vista lateral esquerda da nadadeira anal de *Gymnocorymbus ternetzi*. 30,18 mm CP.

Barra de escala = 1 mm.

Figura 28. Vista lateral esquerda da nadadeira caudal de *Gymnocorymbus ternetzi*. 30,18 mm

CP. Barra de escala = 1 mm.

LISTA DE TABELAS

Tabela I: Aspectos morfológicos ao longo Desenvolvimento de *Gymnocorymbus ternetzi* com observações em cada DAE (dias após a eclosão).

Tabela II. Quantidade de pterigióforos e raios presentes nas nadadeiras dorsal e anal de diferentes estágios de desenvolvimento de *Gymnocorymbus ternetzi*.

RESUMO

O gênero *Gymnocorymbus* Eigenmann 1908, pertencente à família Characidae, se distribui ao longo da Amazônia, Orinoco e Paraguai, e pode ser diagnosticado dos outros pertencentes à família por meio de alguns caracteres específicos para este gênero. Uma espécie importante dentro desse grupo é o *Gymnocorymbus ternetzi*, também conhecida como tetra negro ou *black skirt* tetra. Esta espécie vem sendo amplamente utilizada em estudos gerais de biologia, genética e fisiologia, porém apenas recentemente foi alvo de um estudo taxonômico abrangente cujos resultados levaram a necessidade de um maior entendimento dos estados dos caracteres envolvidos. Assim, o objetivo do presente projeto foi de descrever o processo de desenvolvimento ontogenético – dos componentes dos esqueletos axial e apendicular de *Gymnocorymbus ternetzi*, com ênfase nas características informativas do ponto de vista filogenético, assim como a osteologia de exemplares adultos visando complementar a informação existente e o entendimento das prováveis sinapomorfias previamente propostas. Os espécimes de *G. ternetzi* utilizados neste estudo foram adquiridos comercialmente e mantidos em tanques comunitários de 300 litros com temperatura de 26 a 28°C e pH entre 6,5 e 6,8. Após a entrada no período reprodutivo, machos e fêmeas foram colocados dois a dois (casais) em aquários de 30 litros, com temperatura em torno de 28°C. Situações para estimular a desova foram simuladas e após a desova os adultos foram retirados para evitar uma possível predação dos ovos. Nossos resultados trazem importantes informações sobre o desenvolvimento do esqueleto apendicular e axial que dão suporte às hipóteses filogenéticas prévias, como a próxima relação com os membros da subfamília com Stethaprioninae.

ABSTRACT

The genus *Gymnocorymbus* Eigenmann 1908, belongs to the Characidae family, is distributed along the Amazon, Orinoco and Paraguay, and can be diagnosed from other belonging to the family through some specific characters for this genus. An important species within this group is the black tetra, also known as black skirt tetra. This species has been widely used in general studies of biology, genetics and physiology, but only recently has undergone a comprehensive taxonomic study whose results have led to the need for greater understanding of the states of the characters involved. The objective of this project was to describe the ontogenetic development process - the components of the axial and appendicular skeletons of *Gymnocorymbus ternetzi*, with emphasis on informative features of the phylogenetic point of view, as well as the osteology of adult to complement existing information and understanding of the likely synapomorphies previously proposed. The specimens of *G. ternetzi* used in this study were commercially purchased and kept in community tanks of 300 liters with temperature 26 to 28 ° C and pH between 6.5 and 6.8. After entering the breeding season, males and females were placed in pairs (couples) in aquariums of 30 liters, with temperatures around 28 ° C. Situations to stimulate spawning were simulated and after spawning adults were taken to avoid possible predation of eggs. Our results provide important information on the development of the appendicular and axial skeleton that support previous phylogenetic hypotheses, as the close relationship with members of the subfamily with Stethaprioninae.

SUMÁRIO

OSTEOLOGIA DESCRITIVA E DESENVOLVIMENTO DO ESQUELETO AXIAL E APENDICULAR DE
Gymnocorymbus ternetzi (BOULENGER, 1895) (CHARACIFORMES: CHARACIDAE)

INTRODUÇÃO	14
OBJETIVOS	21
MATERIAL E MÉTODOS	21
OBTENÇÃO DO MATERIAL BIOLÓGICO	21
DESENVOLVIMENTO	22
PREPARAÇÃO OSTEOLÓGICA	23
RESULTADOS	24
DESENVOLVIMENTO DE <i>Gymnocorymbus ternetzi</i>	24
ESQUELETO APENDICULAR	32
ESQUELETO AXIAL	34
DESCRIÇÃO OSTEOLÓGICA DE <i>Gymnocorymbus ternetzi</i>	35
DISCUSSÃO	62
REFERÊNCIAS	67

INTRODUÇÃO

Gymnocorymbus Eigenmann, 1908 é um gênero de Characidae distribuído ao longo da Amazônia, Orinoco e Paraguai, com registro de introdução no alto rio Paraná (Benine et al. 2015). Chamado popularmente de Tetra Negro ou *Black Skirt Tetra*, *Gymnocorymbus ternetzi* (Boulenger, 1895) (Fig. 1) é bem conhecido entre os aquaristas, e uma quantidade substancial de estudos envolvendo sua biologia, genética e fisiologia têm sido continuamente publicados (e.g., Sarma et al., 2003; Pan et al., 2008; Uma e Chandran, 2009; Çelik et al., 2011). No entanto, apesar das descrições originais, existem poucos estudos envolvendo a sistemática de *Gymnocorymbus*.



Figura 1. *Gymnocorymbus ternetzi*, LIRP 3762 42.3 mm CP.

Eigenmann (1917) propôs uma hipótese de relacionamento em que *Tetragonopterus*, *Gymnocorymbus*, e *Markiana* tiveram sua origem a partir do gênero *Moenkhausia* com base na posse em comum de escamas cobrindo a porção proximal dos raios das nadadeiras anal e caudal. Géry (1977) sugeriu uma relação mais próxima entre *Gymnocorymbus* e membros de Stethaprioninae, apontando esta subfamília como “o fim dessa tendência evolutiva”. Subsequentemente, Fink e Weitzman (1983) e Reis (1989) não acharam evidências de um relacionamento próximo entre *Gymnocorymbus* e *Paracheirodon*, ou Stethaprioninae,

respectivamente. Mais recentemente, Mirande (2009; 2010), em sua hipótese de relações filogenéticas da família Characidae, propôs o clado formado por *G. ternetzi* e *Stichonodon insignis* como o grupo irmão de *Stethaprion erythroptus* e *Poptella paraguayensis*. Mirande (2009; 2010) propôs assim uma redefinição para a subfamília Stethaprioninae, incluindo *Brachychalcinus*, *Orthospinus* [não incluídas nas análises realizadas por Mirande (2009; 2010), porém tratadas na classificação final), *Poptella*, *Stethaprion*, além de *Gymnocorymbus* e *Stichonodon*, com base em duas sinapomorfias: posição da margem do supraoccipital anterior a vertical através da margem posterior da órbita e a presença de seis ou menos raios ramificados na nadadeira pélvica.

Benine et al. (2015) realizaram uma análise filogenética com base em caracteres moleculares (Fig. 2) e, além de corroborarem a relação próxima entre *Gymnocorymbus* e demais representantes de Stethaprioninae, propuseram que *G. bondi* seria a espécie irmã do clado formado por *G. thayeri* e *G. ternetzi*.

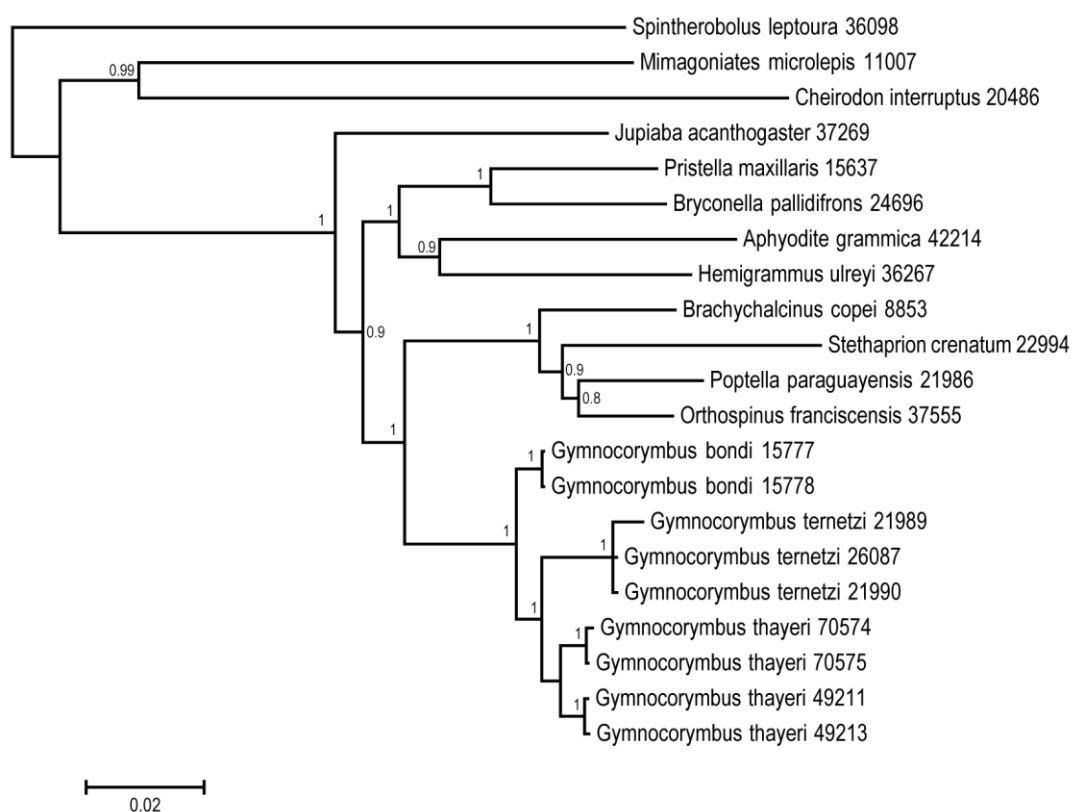


Figura 2. Cladograma indicando as relações filogenéticas de *Gymnocorymbus*. Modificado de Benine et al. (2015).

De acordo com esses autores, *Gymnocorymbus* poderia ser diagnosticado dos demais caracídeos pelos seguintes caracteres: 1) porção proximal das lepidotríquias dos raios da nadadeira anal sobrepondo-se à porção ventral dos radiais proximais dos pterigióforos da nadadeira anal (Fig. 3); 2) quatro pterigióforos anteriores ao primeiro espinho hemal, *versus* três ou menos pterigióforos da nadadeira anal anteriores ao primeiro espinho hemal (Fig. 4; caráter 293 de Mirande, 2010); 3) três costelas pleurais mais caudais decrescendo gradualmente em comprimento *versus* apenas duas ou menos costelas pleurais claramente mais curtas que suas precedentes (Fig. 4).

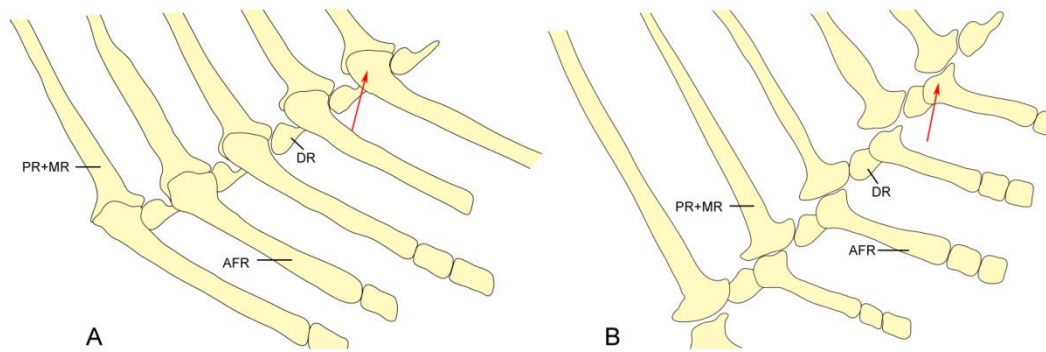


Figura 3. Parte do esqueleto da nadadeira anal mostrando a posição das lepidotríquias em relação aos pterigióforos em A) *Gymnocorymbusternetzi*, LIRP 5650 40.6 mm CP e B) *Poptellacompressa*, LIRP 4565 54.6 mm CP. Figura retirada de Benine et al.(2015).

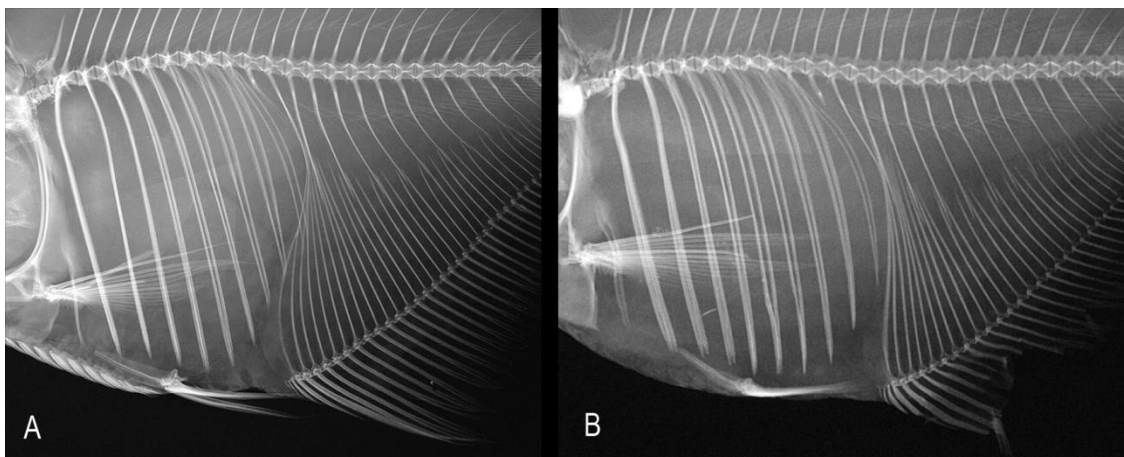


Figura 4. Imagens de Raio-X de a) *Gymnocorymbus thayeri*, MZUSP 6280, 38.9 mm CP e b) *Poptella compressa*, MCP 25629, 42.7 mm CP. Figura retirada de Benine et al.(2015).

A resolução da filogenia apresentada por Benine et al. (2015) mostra *G. bondi* como o grupo irmão do clado formado por *G. ternetzi* e *G. thayeri*. A ausência de pequenos ganchos ósseos nos raios da nadadeira anal como um caráter de dimorfismo sexual pode ser interpretada

como uma autapomorfia de *G. bondi*, uma vez que esta característica está presente em seus congêneres e nos demais Stethaprioninae. A margem distal da nadadeira anal fortemente convexa e a ausência de um segundo par de uroneurais (Fig. 5, caráter 306 de Mirande, 2010) sustentariam a relação de grupo-irmão entre *G. ternetzi* e *G. thayeri*.

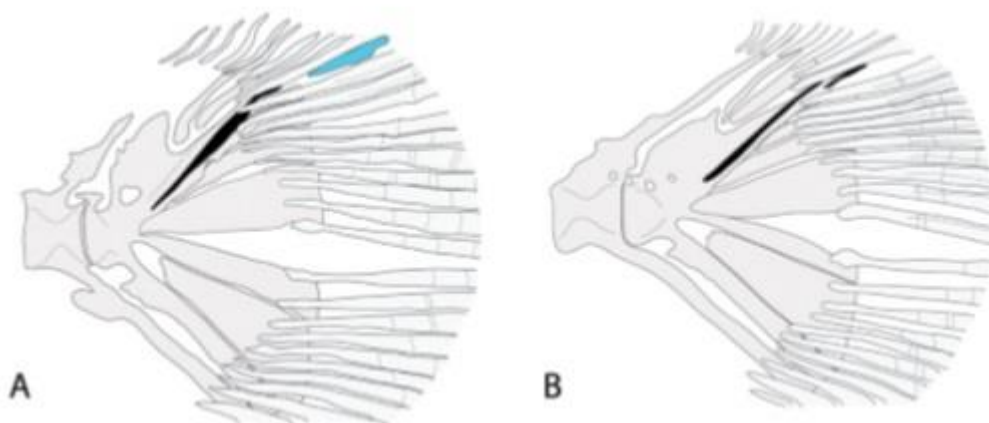


Figura 5. Desenho esquemático da nadadeira caudal de a) *Gymnocorymbus thayeri*, MZUSP 6280, 40.3 mm CP, e b) *G. bondi*, NRM 41441, 45.6 mm CP. Indicando a presença (a) e ausência (b) do segundo par de ossos uroneurais. Figura retirada de Benine et al.(2015).

As autapomorfias propostas por Mirande (2010) de *G. ternetzi* são: segunda mancha umeral presente como uma barra vertical conspícua (Fig. 6, caráter 342 de Mirande, 2010); denso campo de cromatóforos escuros na metade posterior do corpo estendendo-se até a região sobre a nadadeira anal (Fig. 1), dentes tricuspídeos na fileira interna do pré-maxilar (Fig. 7).

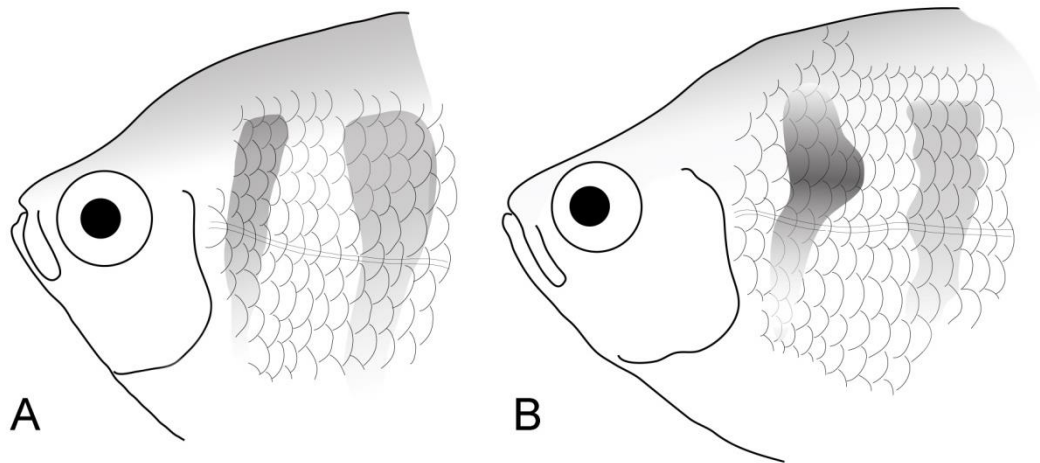


Figura 6. Desenhos esquemáticos mostrando o padrão de manchas umerais em a) *Gymnocorymbusternetzi*, LIRP 18720, 39.4 mm CP e b) *Gymnocorymbus thayeri* MZUSP 6280 40,3 mm CP. Figura retirada de Benine et al.(2015).

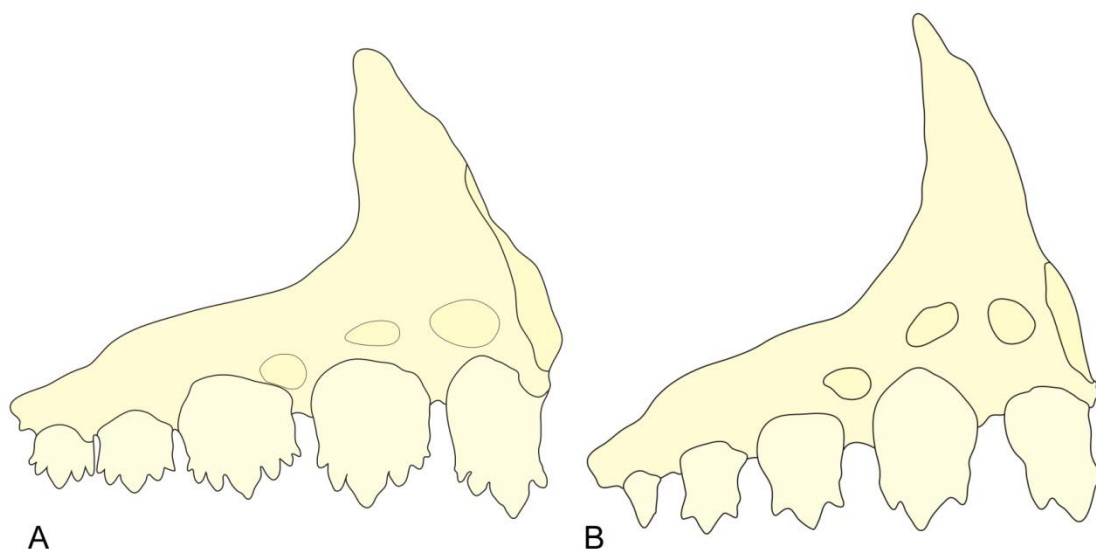


Figura 7. Ilustrações da vista lateral do pré – maxilar direito de a) *Gymnocorymbus thayeri*, MZUSP 6280, 40.3 mm CP e b) *Gymnocorymbusternetzi*, LIRP 18720, 39.4 mm CP. Figura retirada de Benine et al.(2015).

Estudos do desenvolvimento do esqueleto de peixes são uma importante ferramenta para elucidar questões de homologia e sistemática (Cubbage e Mabee 1996; Britz e Johnson 2005; Bogutskaya et al 2008; Britz e Johnson 2012; Fraser et al 2012; Carvalho et al 2013; Mattox et al 2014 a e b). Mattox et al (2014b) estudou o desenvolvimento do esqueleto e sequência de ossificação de *Salminus brasiliensis*, fornecendo uma evidência adicional, com base na ontogenia, de que *Salminus* e *Brycon* são gêneros relacionados. Devido ao estudo utilizando a

ontogenia pôde-se confirmar a relação filogenética encontrada também por outros autores por análises moleculares (Ortí & Meyer, 1977, Calcagnotto et al 2005, Javonillo et al 2010, Oliveira et al, 2011).

Peixes em estágios iniciais de desenvolvimento frequentemente apresentam características morfológicas distintas dos adultos e muitos caracteres presentes em estágios avançados não são disponíveis em estágios iniciais, o que dificulta a conexão de larvas e juvenis aos seus estágios mais avançados e o entendimento dos processos biológicos e ecológicos envolvendo o começo da vida desses peixes (Nakatani et al, 2001; Mattox et al 2014a). De acordo com vários autores, o estudo de ovos e larvas é crucial para o entendimento da biologia e sistemática da espécie, além de ser uma excelente ferramenta para avaliações ambientais em relação à detecção de populações de peixes, identificação de áreas de reprodução e incubação e gestão da pesca (Mattox et al 2014a).

Em Mattox et al (2014a) foram apontados vários trabalhos abordando o desenvolvimento larval em Characiformes, porém a lista ainda é pequena comparada aos demais trabalhos de taxonomia e filogenia com foco nos indivíduos adultos da ordem. A essa lista pode ser acrescentado os trabalhos de Walter (2013), Mattox et al (2014 a e b) e Bogutskaya et al., (2008) para Characidae (Ver demais referências em Mattox et al., 2014).

Estudos do desenvolvimento do esqueleto de *Gymnocorymbus* e outros caracídeos, podem trazer novos elementos para o entendimento e interpretação dos caracteres sugeridos como sinapomórficos por Benine et al., (2015).

Até agora há apenas um trabalho abordando a ontogenia do esqueleto cranial de *G. ternetzi* (Bogutskaya et al., 2008). Neste trabalho, no entanto, focamos o desenvolvimento ontogenético do esqueleto axial e apendicular, com ênfase nos caracteres sinapomórficos previamente propostos utilizados para a identificação dos estágios iniciais.

OBJETIVOS

Descrever o processo de desenvolvimento ontogenético dos componentes dos esqueletos axial e apendicular de *Gymnocorymbus ternetzi*;

Descrever a osteologia de *Gymnocorymbus* e comparar, com base nas hipóteses filogenéticas disponíveis, com as espécies mais relacionadas (Stethaproninae) para um maior entendimento da evolução desses caracteres.

MATERIAL E MÉTODOS

OBTENÇÃO DO MATERIAL BIOLÓGICO

Adultos de *Gymnocorymbus ternetzi* foram adquiridos comercialmente e mantidos em tanques comunitários de 300 litros com temperatura em torno de 26 a 28°C e pH entre 6,5 e 6,8.

Após a entrada no período reprodutivo (entre o final da primavera e início do verão), machos e fêmeas foram transferidos para aquários menores de 30 litros, com nível da água reduzido a 07 cm. Em cada aquário, colocou-se um único casal, que já se encontrava em cortenos aquários comunitários. Manteve-se a temperatura da água em torno de 28°C. O aquário foi mantido desprovido de substrato e com grande quantidade de plantas aquáticas flutuantes, como a alface d'água *Pistia stratiotes* que apresentam grande quantidade de raiz, utilizada para a desova. Durante uma semana, diariamente no final da tarde, o nível da água foi aumentado em 05 cm/dia com água gelada de 04 a 10°C, simulando chuvas de verão. Concomitantemente, dia a dia, o pH da água foi gradativamente reduzido, sendo que ao final de uma semana, encontrava-se em torno de 6,0. Alimentos vivos, como larvas de insetos e artêmias, foram oferecidos em grande quantidade aos casais, pelo menos 20 dias antes da desova.

As desovas de *G. ternetzi* ocorreram geralmente antes do amanhecer entre 4h e 5h da manhã. Após uma corte prolongada, a fêmea liberou os ovos em meio às raízes das plantas

aquáticas, que foram imediatamente fecundados pelo macho. A desova total durou em torno de 30 minutos. Os ovos, em torno de 200 a 300, foram dispersos por todo o fundo do aquário. Após a desova, os adultos foram retirados do aquário a fim de que não devorassem os próprios ovos. A eclosão ocorreu em torno de 20 a 24 horas pós-fertilização. As larvas tornaram-se livre-natantes após o consumo do saco vitelínico, em torno do 3º dia pós-fertilização. Após a eclosão das larvas, entre dois e quatro exemplares representativos de cada estágio foram fixados em formol tamponado para análise posterior.

DESENVOLVIMENTO

Para a análise do desenvolvimento do esqueleto axial e apendicular de *Gymnocorymbus ternetzi* foram utilizados indivíduos de diferentes idades (dias após a eclosão da larva) e tamanhos, a fim de observar como se desenvolvia os caracteres osteológicos na espécie.

Foram coletados espécimes de 1, 2, 3, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26, 30, 40, 50 e 60 dias após a eclosão (DAE). Todos os indivíduos foram inicialmente fotografados e passaram pela preparação osteológica descrita abaixo, sendo fotografados com a lupa AxioCam ZEISS para demonstrar cada caráter observado. Algumas imagens foram também realizadas com o Microtomógrafo digital Skyscan 1272 a fim de elucidar algumas questões osteológicas não visíveis nas metodologias acima.

Além dos indivíduos oriundos da reprodução em laboratório, também utilizamos cinco indivíduos adultos (obtidos em lojas de aquário) para realizar a osteologia, contemplando, desta forma, indivíduos menores e maiores.

Para realizar as observações gerais sobre algumas das principais mudanças ontogenéticas observadas foi utilizado o trabalho de Mattox et al (2014a).

Para a classificação das fases de desenvolvimento das larvas foram usados os termos propostos por Nakatani et al., (2001): *larval vitelínico* – estágio de desenvolvimento compreendido entre a eclosão e o início da alimentação exógena (olho completo ou parcialmente pigmentado; abertura do ânus e da boca); *pré-flexão* – estágio de desenvolvimento que se estende desde o início da alimentação exógena até o início da flexão da notocorda com o aparecimento dos elementos de suporte da nadadeira caudal; *flexão* – estágio de desenvolvimento que se caracteriza pelo início da flexão da notocorda, com o aparecimento dos elementos de suporte da nadadeira caudal, até a completa flexão da mesma, aparecimento do botão da nadadeira pélvica e início da segmentação dos raios das nadadeiras dorsal e anal; *pós-flexão* – estágio de desenvolvimento que se caracteriza pela completa flexão da notocorda, desde o aparecimento do botão da nadadeira pélvica e início de segmentação dos raios das nadadeiras dorsal e anal até a completa formação dos raios da nadadeira peitoral, absorção da nadadeira embrionária e o aparecimento de escamas.

PREPARAÇÃO OSTEOLÓGICA

Foram realizadas preparações osteológicas de todos os animais fixados, pelo método de coloração e diafanização proposto por Taylor e Van Dyke (1985).

Todos os caracteres analisados foram fotografados com Lupa AxioCam ZEISS, software Axio Vision ou desenhados.

Para a nomenclatura osteológica foram utilizados os trabalhos de Weitzman (1962); Zanata e Vari (2005); Mirande (2009, 2010), traduzida para a língua portuguesa seguindo Castro & Castro (1987). Para a nomenclatura de estruturas larvais foi utilizado o trabalho de Nakatani et al (2001).

Para as mensurações utilizamos as medidas CN (Comprimento de notocorda) para exemplares em estágios pré-flexão e CP (Comprimento padrão) para exemplares em estágio pós-flexão da notocorda. Os raios não ramificados das nadadeiras foram representados por algarismos romanos em letra minúscula e os raios ramificados foram representados por algarismos arábicos.

RESULTADOS

DESENVOLVIMENTO DE *GYMNOCORYMBUS TERNETZI*

Foram analisados 36 indivíduos em diferentes estágios de desenvolvimento e cinco indivíduos adultos. O menor indivíduo amostrado possui 2,0 mm CN e o maior 38,9 mm CP (Figs. 8 - 12). A flexão da notocorda se inicia entre 4,5 mm CN e 5,5 mm CN e está completa entre 7,0 e 8,5 mm SL (Figs. 10 e 11). O animal adulto possui iv, v, 35 raios na nadadeira anal, ii, 9 raios na nadadeira dorsal, i, 6 raios na nadadeira pélvica, i, 9, i raios na nadadeira peitoral. (Fig. 8).

O maior indivíduo da série ontogenética (11,2 mm CP) já pode ser considerado um juvenil, com todas as características morfológicas do indivíduo adulto, apenas não atingiu a maturidade gonadal ainda (60 dias após a eclosão), possui ii, 37 raios na nadadeira anal, ii, 9 na nadadeira dorsal e i, 6 raios na nadadeira pélvica (Fig. 12).

As observações acerca das principais mudanças morfológicas ao longo do desenvolvimento de *Gymnocorymbus ternetzi* estão sumariadas na Tabela I.

Tabela I: Aspectos morfológicos ao longo Desenvolvimento de *Gymnocorymbus ternetzi* com observações em cada DAE (dias após a eclosão).

DAE	Observação
1	Boca fechada e saco vitelínico relativamente grande. Ausência de raios de nadadeiras. Nadadeiras embrionárias dorsal e ventral bem desenvolvidas se estendendo até a extremidade posterior do corpo. Ausência de olho. (Fig. 9)
2	Boca aberta, porém ainda há saco vitelínico desenvolvido. Início da formação do olho, ainda sem pigmentação. Nadadeiras embrionárias iguais ao estágio anterior. Ânus se abre na margem distal da nadadeira embrionária. (Fig. 9)
3	Curvatura no início da coluna vertebral. Olho completamente formado com início de pigmentação. Saco vitelínico consumido pela metade. Boca em desenvolvimento. (Fig. 9).
5	Nadadeiras embrionárias dorsal e ventral menores em relação aos estágios anteriores. Saco vitelínico consumido quase que totalmente. Boca mais desenvolvida em relação aos estágios anteriores. Início da formação do estômago. Início da alimentação exógena. (Fig. 10).
8	Curvatura no início da coluna vertebral mais proeminente. Saco vitelínico completamente consumido. Estômago mais desenvolvido que o estágio anterior. Nadadeira embrionária começa a se dividir na região da nadadeira caudal. (Fig. 10).
11	Curvatura no início da coluna vertebral menor que no estágio anterior. Nadadeira embrionária ventral menor que no estágio anterior. Primórdios dos primeiros raios da nadadeira caudal. (Fig. 10).

14	Menor curvatura no início da coluna vertebral. Nadadeira embrionária dorsal começa a formar a nadadeira dorsal, sem raios. Nadadeira embrionária ventral começa a formar a nadadeira anal, com 7 pterigióforos e sem raios. Parte da nadadeira embrionária estendida até a extremidade posterior do corpo contínua à nadadeira caudal. Estômago completamente formado. Presença de raios na nadadeira caudal. (Fig. 10).
17	Muito parecido com o estágio anterior. Nadadeira anal contendo pterigióforos e raios. Nadadeira dorsal ainda em formação. Início da flexão da notocorda. Nadadeira caudal com raios mais desenvolvidos. (Fig. 11)
23	Início da coluna vertebral com a curvatura menos proeminente que nos estágios anteriores. Nadadeira anal mais desenvolvida que os estágios anteriores, com presença de raios e pterigióforos. Início da formação da nadadeira dorsal, com presença de raios e pterigióforos. Lobo anterior da nadadeira anal mais proeminente. Nadadeira caudal começa a diferenciar o formato. (Fig. 11).
26	Corpo relativamente mais alto, com início de formato discoidal, característico do indivíduo adulto. Nadadeiras dorsal e anal com mais raios e pterigióforos que o estágio anterior. Nadadeira caudal mais desenvolvida. (Fig. 11)
30	Nadadeiras dorsal, anal e caudal com o formato já definido, porém ainda em ontogênese. Início da bifurcação da nadadeira caudal. (Fig. 11).
40	Início da nadadeira pélvica, com par de botões com raios. (Fig. 12).
50 e 60	Nadadeiras caudal, anal e dorsal com características de indivíduos adultos. Nadadeiras peitorais e pélvicas com raios, porém ainda sem características completas do indivíduo adulto. Aparecimento da nadadeira adiposa. (Fig. 12).



Figura 8. Exemplar diafanizado de *Gymnocorymbus ternetzi*, LIRP 38.89 mm CP.

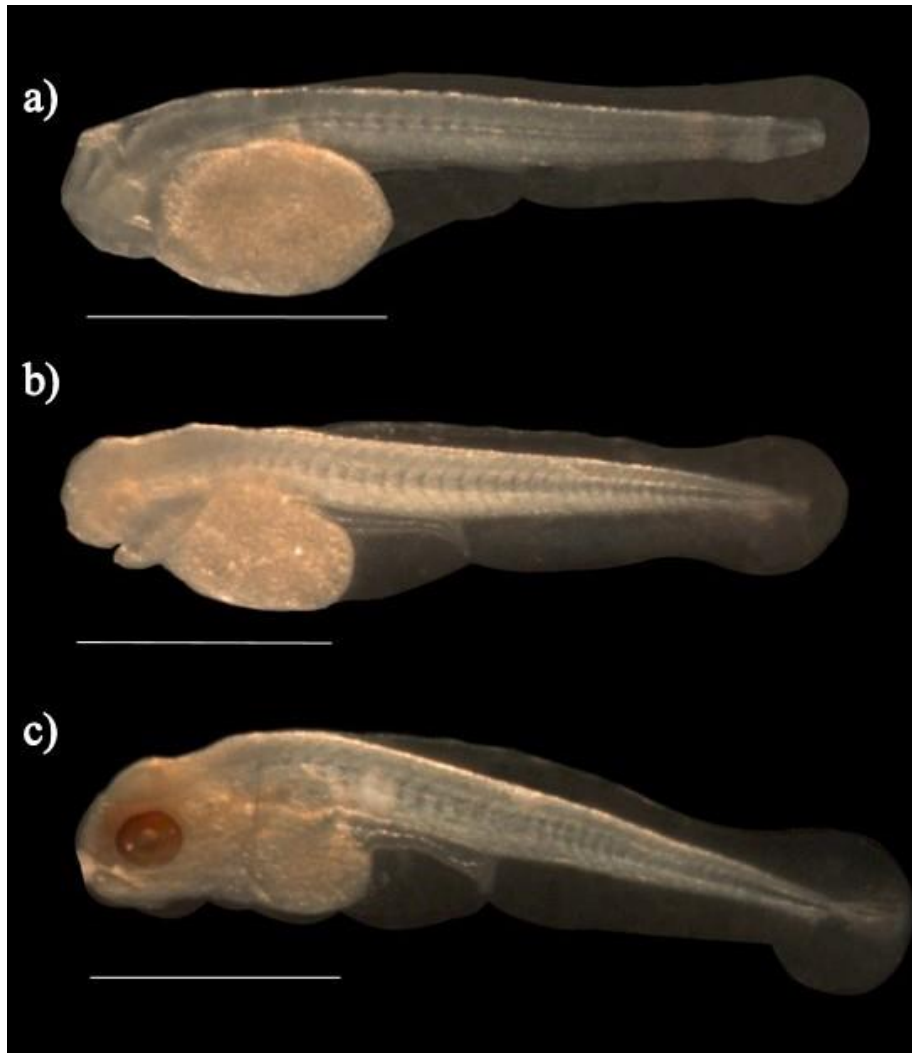


Figura 9. Larvas de *Gymnocorymbus ternetzi* no estágio larval vitelínico. a) 1 DAE 2,0 mm CN b) 2 DAE 2,2 mm CN c) 3 DAE 2,6 mm CN. *DAE = Dias após a eclosão. Barra de escala = 1 mm.



Figura 10. Larvas de *Gymnocorymbus ternetzi* no estágio de pré-flexão. a) 8 DAE 3,9 mm CN b) 11 DAE 4,5 mm CN c) 14 DAE 5,5 mm CN. *DAE= Dias após a eclosão. Barra de escala = 1 mm.

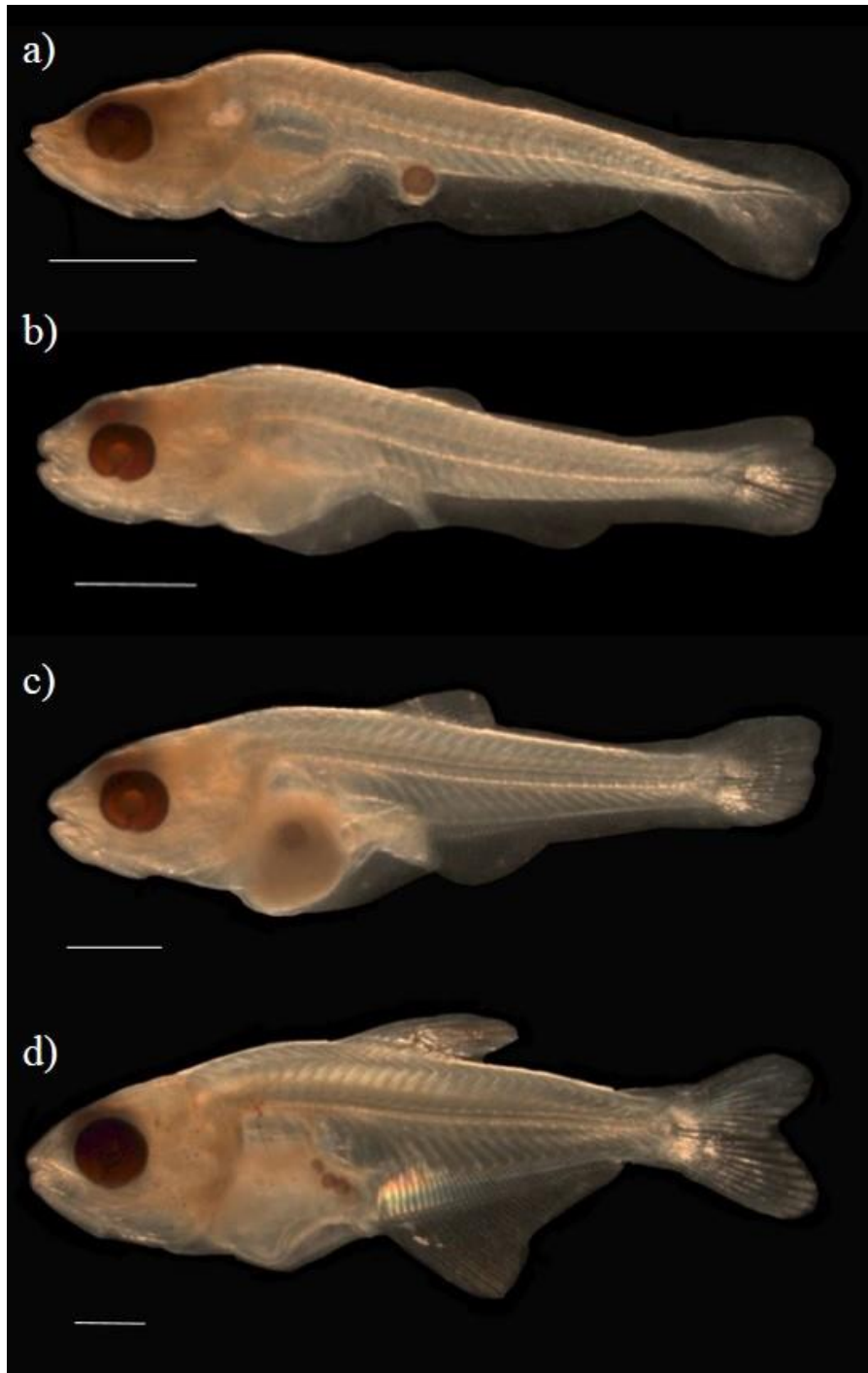


Figura 11. Larvas de *Gymnoroybus ternetzi* no estágio de flexão. a) 17 DAE 5,8 mm CP b) 23 DAE 6,5 mm CP c) 26 DAE 7,0 mm CP d) 30 DAE 8,5 mm CP. *DAE= dias após a eclosão. Barra de escala = 1 mm.

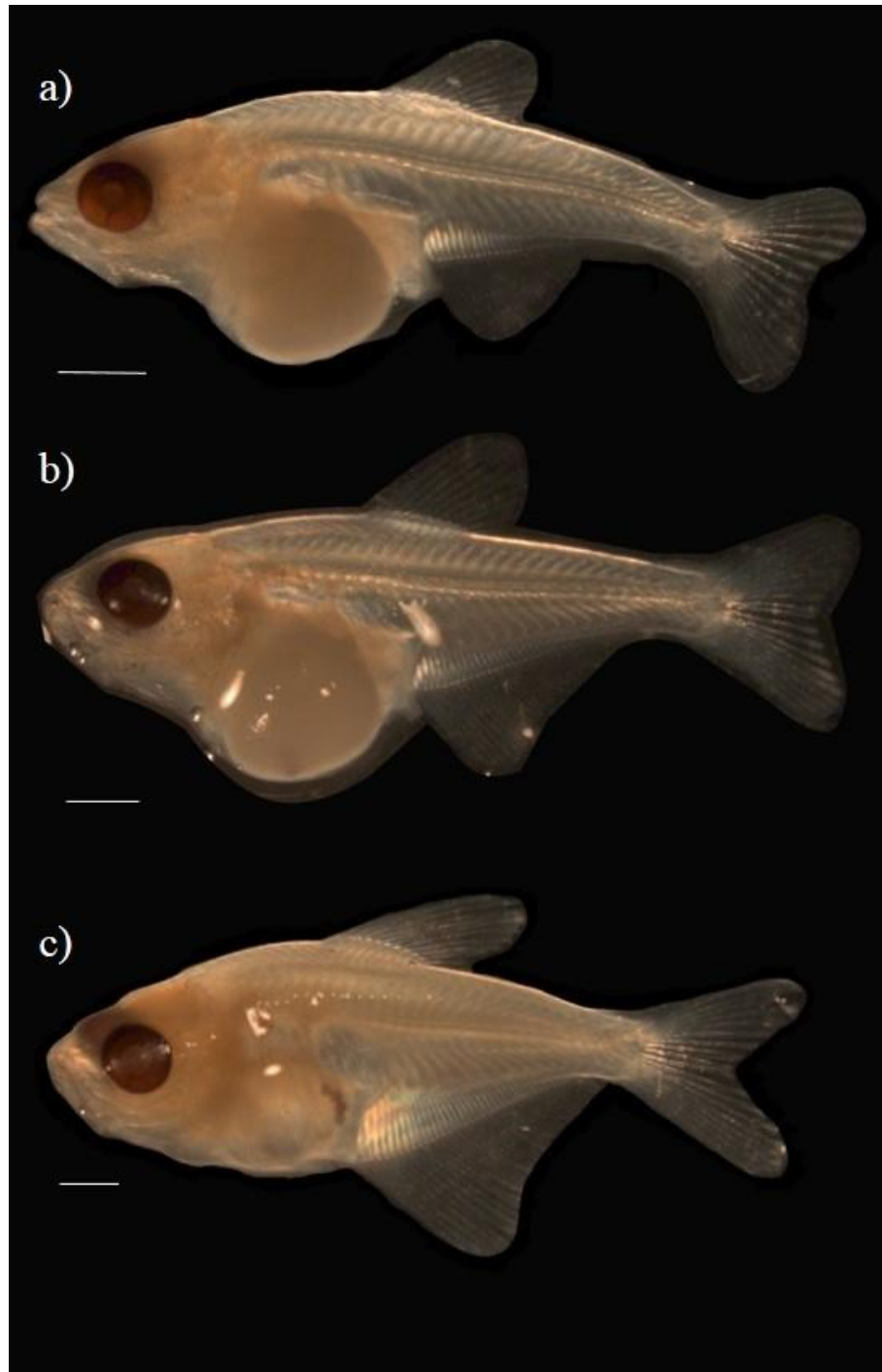


Figura 12. Larvas de *Gymnocorymbus ternetzi* no estágio de pós-flexão. a) 40 DAE 9,5 mm CP b) 50 DAE 10,8 mm CP c) 60 DAE 11,2 mm CP. *DAE= Dias após a eclosão. Barra de escala = 1 mm.

ESQUELETO APENDICULAR

NADADEIRA CAUDAL

Os primeiros raios da nadadeira anal surgem com 11 DAE, no indivíduo com 4,5 mm CN no sentido anterior para posterior. Os hipurais e paripurais surgem com 5,5 mm CP (Figura 10). Com 8,5 mm CP ocorre a bifurcação da nadadeira caudal (Fig. 11) e com 10,8 mm CP ela já está completamente formada (Fig. 12).

NADADEIRA ANAL + DORSAL

Os primeiros pterigióforos da nadadeira anal surgem no indivíduo de 5,5 mm CP, e ainda não está formada a nadadeira dorsal. Os primeiros pterigióforos da nadadeira dorsal surgem no indivíduo de 6,2 mm CP, porém a nadadeira anal deste indivíduo encontra-se mais desenvolvida (Fig. 11). Ao longo da ontogenia, a nadadeira anal está sempre em estágios um pouco mais avançados do que a nadadeira dorsal, até que ambas estejam completamente formadas (Tabela II).

Tabela II. Quantidade de pterigióforos e raios presentes nas nadadeiras dorsal e anal de diferentes estágios de desenvolvimento de *Gymnocorymbus ternetzi*.

CP (mm)	Nadadeira Dorsal	Nadadeira Anal
5,5	ausente	7 pterigióforos (sem raios)
5,8	ausente	9 pterigióforos + 7 ~8 raios
6,2	Pterigióforos não visíveis + 9 raios	20 pterigióforos + 20 raios
6,5	quebrada	24 pterigióforos + 20 raios
7,0	9 pterigióforos + 9 raios	30 pterigióforos + ii + 25 raios
8,5	9 pterigióforos + ii + 9 raios	35 pterigióforos + i ~ii + 30 raios

NADADEIRA PÉLVICA

O primeiro indivíduo a apresentar nadadeira pélvica tem 9,5 mm CP e apresenta um par de botões com 2 – 3 raios bem diminutos. Os dois maiores indivíduos, de 11,2 mm CP possuem 3 – 4 raios, sendo que o indivíduo adulto possui 6 raios. (Fig. 12).

NADADEIRA PEITORAL

Não foi possível a visualização.

ESQUELETO AXIAL

No indivíduo com 9,5 mm CP (Fig. 13) podemos observar 32 vértebras, característica do indivíduo adulto, que possui entre 30 e 32 vértebras sendo que as quatro primeiras formam o aparelho de Weber, que nessa larva encontra-se visível e em desenvolvimento, possui 8 costelas pleurais bem visíveis e em desenvolvimento. No indivíduo de 11,2 mm CP (Fig. 14) podemos observar 32 vértebras. O aparelho de Weber já é bem visível e bem formado. Possui 8 costelas pleurais em desenvolvimento, porém já podemos observar suas características.

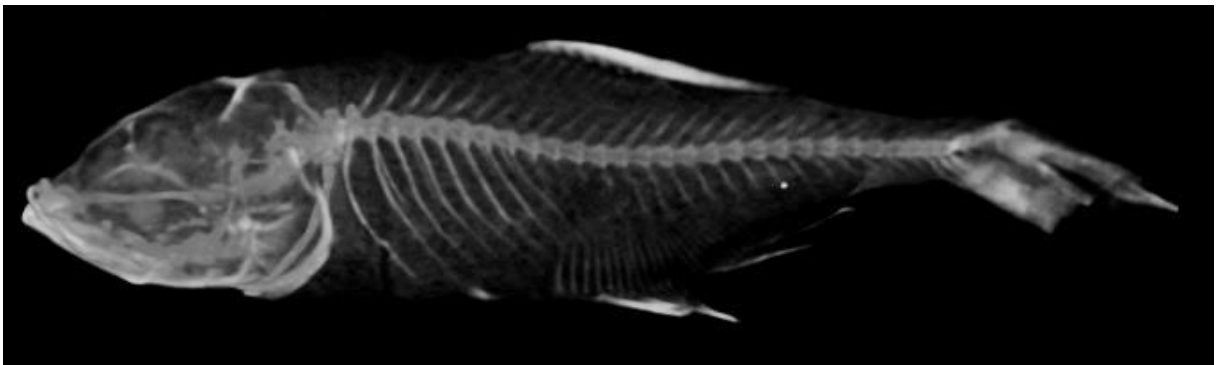


Figura 13. Imagem de microtomografia digital de larva de *Gymnocorymbus ternetzi* em vista lateral. 9,5 mm CP.

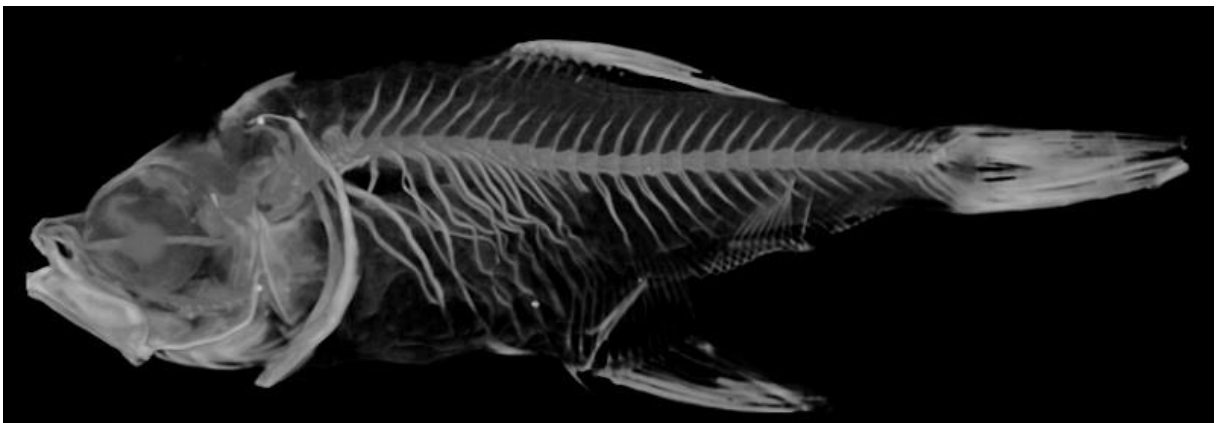


Figura 14. Microtomografia digital de juvenil de *Gymnocorymbus ternetzi* em vista lateral. 11,2 mm CP.

DESCRIÇÃO OSTEOLÓGICA DE *GYMNOCORYMBUS TERNETZI*

NEUROCRÂNIO (FIG. 15, 16 E 17)

Mesetmóide: osso único mediano situado ântero-dorsalmente no neurocrânio, com a porção lateral adjacente ao nasal; posicionado dorsalmente ao vômer; sua porção posterior contactando o frontal póstero-lateralmente; em formato losangular, alongado ântero-posteriormente; sua extremidade anterior delimitada por uma projeção central; e duas projeções laterais onde se articulam os processos ascendentes da pré-maxila.

Etmóide lateral: Osso pareado, alongado e achatado, com uma projeção lateral convexa em vista dorsal, ultrapassa o mesetmóide anteriormente em vista dorsal e lateral, prolongando-se até a margem anterior do frontal e atingindo a porção anterior do paresfenóide, próximo ao vômer. Uma extensão óssea contacta a porção ventromedial do rinosfenóide. Delimitado ântero-dorsalmente pelo antorbital, ventralmente pelo infraorbital 1, e posteriormente pelo órbito-esfenóide, póstero-dorsalmente pelo frontal e dorso-medialmente pelo mesetmóide.

Vômer: osso único mediano, situado anteriormente no neurocrânio, sem dentes e bifurcado, bifurcações visíveis lateralmente ao mesetmóide em vista dorsal. Delimitado ventralmente pelo paresfenóide, anteriormente pelo mesetmóide e póstero-ventralmente pelo etmoide lateral.

Nasal: osso pareado tubular sinuoso e alongado situado na margem ântero-lateral do neurocrânio, paralelo ao mesetmóide. Delimitado anteriormente pela pré-maxila e posteriormente pelo frontal

Paresfenóide: osso único mediano amplo e alongado, situado entre os ossos da porção mais ventral do neurocrânio. Delimitado anteriormente pelo vômer, póstero-dorsalmente pelo pró-ótico e basioccipital; se estende desde o mesetmóide até o supraoccipital.

Fontanela craniana: Divida em duas pela barra epifiseal. Fontanela anterior menor e levemente ovalada e conectada a porção posterior do mesetmóide e separando os frontais, posterior maior e levemente retangular, separando os parietais. Ampla, desde o mesetmóide até o supraoccipital, separando totalmente os frontais e parietais medianamente, exceto pela barra epifiseana.

Frontal: osso pareado, cobrindo cerca de 70% da superfície dorsal do neurocrânio. Porção ântero-medial contactando o mesetmóide e ântero-ventralmente o etmóide lateral. Posteriormente contactando o parietal e lateralmente o esfenótico e pterótico, ventro-medialmente o orbitoesfenóide e pteroesfenóide. Cada frontal delimita medialmente as margens laterais da fontanela craniana.

Pteroesfenóide: osso pareado laminar, trapezoidal em vista lateral, com margens irregulares e composito, juntamente com o orbitoesfenóide e o rinoesfenóide parte da porção dorsal da cavidade ocular. Delimitado dorsalmente pelo frontal, posteriormente pelo esfenótico, póstero-ventralmente pelo pró-ótico a anteriormente pelo órbito-esfenóide.

Rinoesfenóide: osso único curto e delgado, em formato retangular, com a porção dorsal levemente côncava e a porção ventral aparentemente reta. Delimitado anteriormente pela projeção medial do etmóide lateral e posteriormente pelo órbito-esfenóide.

Órbito-esfenóide: osso único mediano situado na porção ventro-medial do neurocrânio, abaixo do frontal e acima do mesetmóide. Delimitado ântero-dorsalmente pelo frontal e posteriormente pelo pteroesfenóide. Porção dorsal mais ampla que a porção ventral, com projeções laterais em vista ventral e porção anterior mais estreita.

Esfenótico: osso pareado retangular em vista lateral com uma grande projeção ventral, pouco visível dorsalmente. Situado ventralmente ao frontal e normalmente contactando o sistema

lâtero-sensorial do frontal. Delimitado anteriormente pelo pteroesfenóide, ventralmente pelo pró-ótico e posteriormente pelo pterótico.

Parietal: Osso pareado relativamente retangular, com a região anterior levemente convexa e posterior levemente côncava. Delimitado anteriormente pelo frontal, posteriormente pelo epioccipital e supraoccipital e ventro-lateralmente pelo pterótico. Parietais separados pela porção posterior da fontanela craniana.

Pterótico: osso pareado situado póstero-lateralmente no neurocrânio. Delimitado anteriormente pelo esfenótico, ântero-dorsalmente pelo frontal, postero-dorsalmente pelo parietal, ventralmente pelo pró-ótico e exoccipital. Formato arredondado com uma pequena projeção póstero-ventral.

Epoccipital: osso pareado situado posteriormente no neurocrânio. Delimitado anteriormente pelo parietal e pterótico, dorsalmente pelo supraoccipital, ventro-medialmente pelo exoccipital e pterótico. Projeção óssea anterior do epoccipital em direção ao parietal e pterótico. Divide as fossas pós-temporais em dorsal e ventral. Alongado e delgado, sua porção mediana, entre as duas fossas pós-temporais bastante estreita em vista lateral.

Pró-ótico: osso pareado do complexo laminar que forma a delimitação da margem póstero-ventral da cavidade ocular. Delimitado ântero-dorsalmente pelo pteroesfenóide e esfenótico, póstero-dorsalmente pelo pterótico, ventralmente pelo paresfenóide e posteriormente pelo exoccipital e basioccipital. Superfície ântero-dorsal com uma projeção laminar contactando a superfície posteroventral do pteroesfenóide.

Basioccipital: osso único mediano, posicionado ventralmente, formando a base póstero-ventral do neurocrânio. Com a região anterior próxima à região de contato entre o pró-ótico e o exoccipital alta, e mais baixo na região posterior. Delimitado dorsalmente pelo exoccipital,

ântero-ventralmente pelo paresfenóide, ventro-lateralmente pelo pró-ótico e posteriormente pela primeira vértebra.

Exoccipital: osso pareado formando a porção póstero-ventral do neurocrânio. Delimitado dorsalmente pelo supraoccipital, lateralmente pela porção ventro-medial do epoccipital e pela porção póstero-ventral do pterótico. Porção pósstero-ventral com uma projeção lateral convexa.

Supraoccipital: osso único mediano situado póstero-dorsalmente no neurocrânio. Delimitado ântero-dorsalântero-dorsalmente pelo parietal e delimita a margem posterior da fontanela craniana. Delimitado ventrolateralmente pelo epoccipital e ventralmente pelo exoccippital. Com um espinho posterodorsal, ultrapassando o basioccipital e levemente curvado dorsalmente.

Intercalar: osso pareado pequeno, delgado e ovalado. Parte mais estreita do exoccipital e pterótico e porção anterior próxima ao pró-ótico.

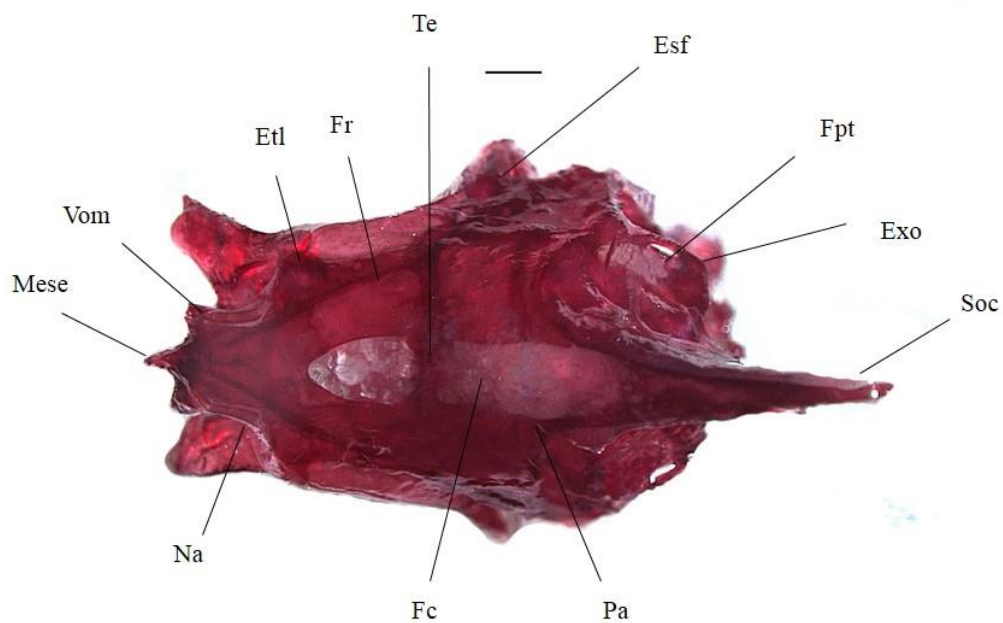


Figura 15. Vista dorsal do neurocrânio de *Gymnocorymbus ternetzi*. 30,18 mm CP. Barra de escala = 1 mm. Esf - esfenótico; Etl - etmóide lateral; Exo - exoccipital; Fc - fossa craniana; Fpt - fossa pós temporal; Fr – frontal; Mese- mesetmóide; Na – nasal; Pa – parietal; Soc – supraoccipital; Vom – vômer.

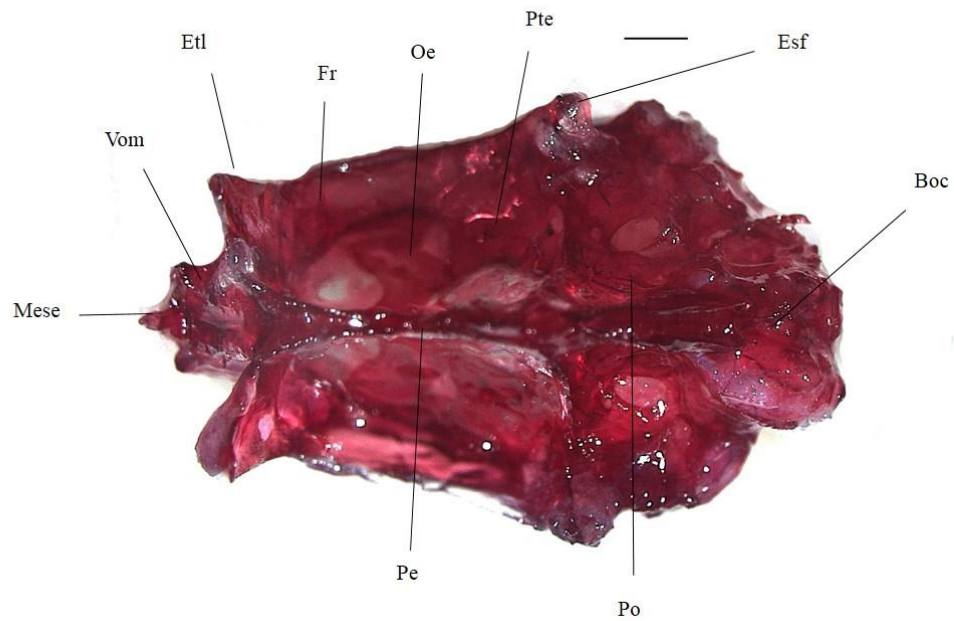


Figura 16. Vista ventral do neurocrânio de *Gymnocorymbus ternetzi*. 30,18 mm CP. Barra de escala = 1 mm. Boc - basioccipital; Esf - esfenótico; Etl - etmóide lateral; Fr - frontal; Mese - mesetmóide; Oe - órbita-esfenóide; Pe - paresfenóide; Po - pró-ótico; Pte - pterótico; Vom - vômer;

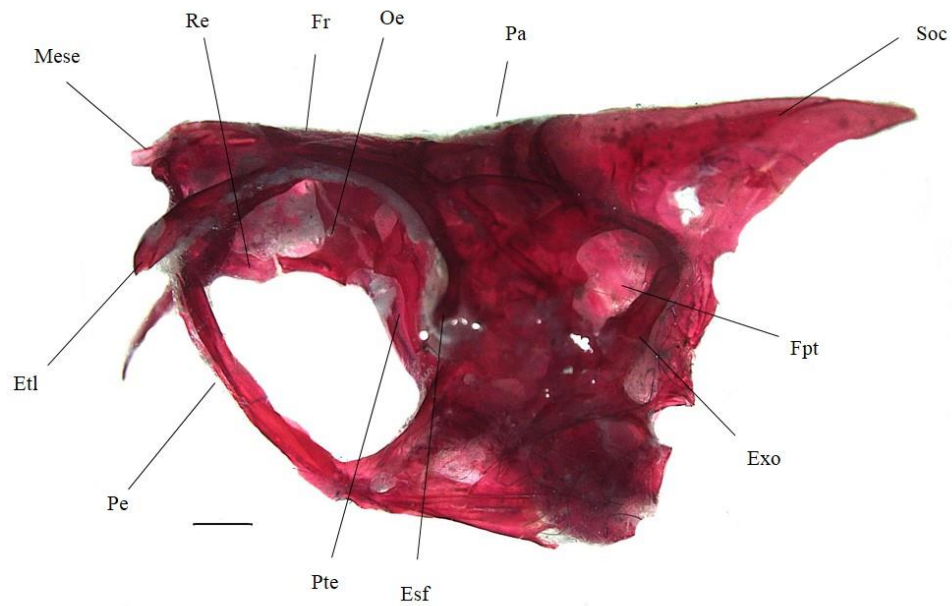


Figura 17. Neurocrânio vista lateral de *Gymnocorymbus ternetzi*. 30,18 mm CP. Barra de escala = 1 mm. Esf - esfenótico; Etl - etmóide lateral; Exo - exoccipital; Fpt - fossa pós temporal; Fr - frontal; Mese - mesetmóide; Oe - órbito-esfenóide; Pa - parietal; Pe - paresfenóide; Pte - pterótico; Re - rinosfenóide; Soc - supraoccipital; Vom - vômer.

SÉRIE INFRAORBITAL (FIG. 18)

Supraorbital: ausente.

Infraorbitais: Seis ossos compõem a série infraorbital (IO).

IO1 - pequeno, alongado, com a margem ântero-ventral delimitada pelas maxilas, sua margem ântero-dorsal levemente côncava. Com o canal latero-sensorial próximo a margem antero-ventral.

IO2 - mais largo que IO1, forma trapezoidal, com a margem ântero-ventral inclinada e a margem póstero-dorsal mais larga e levemente arredondada. Canal latero-sensorial situado próximo a margem ântero-ventral.

IO3 - maior que os demais com a margem posteroventral arredondada e margem ântero-ventral irregular. Porção anterior se sobrepõe ao mesoptergóide, metaptergóide e quadrado, a porção posterior sobrepõe o simplético e parte do hiomandibular.

IO4 - trapezoidal com o canal latero-sensorial na região antero-ventral. Situado na porção central do hiomandibular.

IO5 - retangular e mais alongado. Margem ântero-ventral aproximadamente reta e margem ântero-dorsal irregular. Canal látero-sensorial situado em sua margem ântero-ventral.

IO6 - trapezoidal, com a margem ântero-ventral inclinada ventralmente e a margem ântero-dorsal irregular. Canal látero-sensorial situação na porção mediana do osso.

Antorbital: osso pareado achatado. Formato triangular, com a porção posterior mais larga que a anterior.

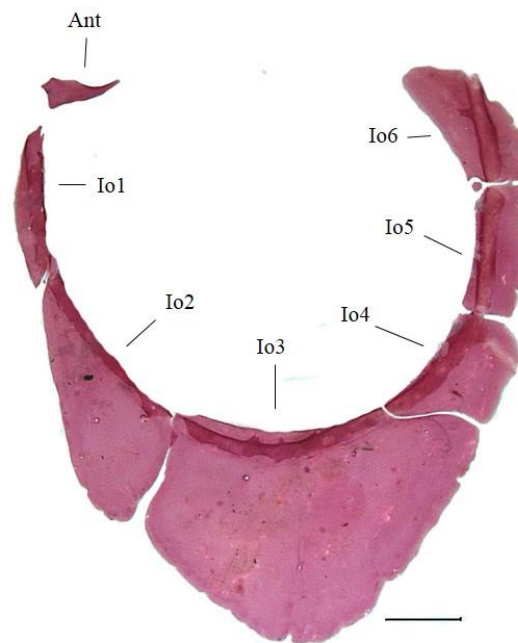


Figura 18. Vista lateral da série infraorbital de *Gymnocorymbus ternetzi*. 30,18 mm CP. Barra de escala = 1 mm. Ant - antorbital; Io - infraorbital.

MAXILAS (FIGS. 19, 20 E 21)

Pré-maxilar: osso pareado robusto na parte anterior do crânio, dorsalmente estreito e ventralmente expandido, com dentes na margem ventral. Delimitado posteriormente pelo mesetmóide e nasais, lateralmente pelo maxilar. Aproximadamente triangular em vista lateral. Com duas séries de dentes, série externa com 4 dentes cônicos, os dois primeiros se encontram projetados anteriormente, série interna com 5 dentes tri ou penta cuspidados alinhados e maiores que a série externa.

Maxilar: osso pareado aproximadamente laminar, trapezoidal e quadrangular. Delimitado anteriormente pelo pré-maxilar e posteriormente pelo antorbital e IO1 e se estende até quase o fim do IO 2, metade ventral da maxila sobrepõe o dentário. Presença de um dente tricuspido próximo a altura do pré-maxilar.

Dentário: com 9 dentes dispostos em uma única série, sendo os 5 primeiros tricuspidos e os 4 seguintes cônicos. Região ventral do dentário inclinada anteriormente e arredondada.

Osso corono-meckeliano: Osso pareado pequeno, levemente oval com uma margem pontiaguda, situada na porção mediana do ângulo-articular.

Ângulo-articular: Osso pareado formando a porção posterior da mandíbula inferior. Porção anterior maior, com uma concavidade mediana anterior. Margem posterior levemente arredondada. Delimitado anteriormente pelo dentário, póstero-ventralmente pelo retroarticular, posteriormente pelo quadrado e ântero-medialmente pelo corono-meckeliano.

Retroarticular: Osso pareado pequeno e pontiagudo, levemente maior que o corono-meckeliano. Delimitado ântero-ventralmente pelo dentário, dorsalmente pelo ângulo-articular e posteriormente pelo interopérculo.

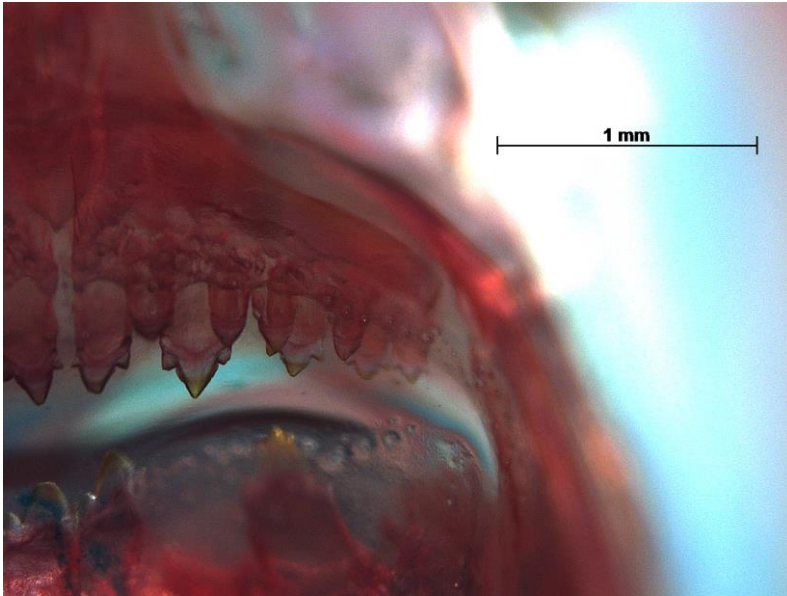


Figura 19. Vista frontal do pré-maxilar esquerdo de *Gymnocorymbus ternetzi*. 30,86 mm CP.
Barra de escala = 1 mm.

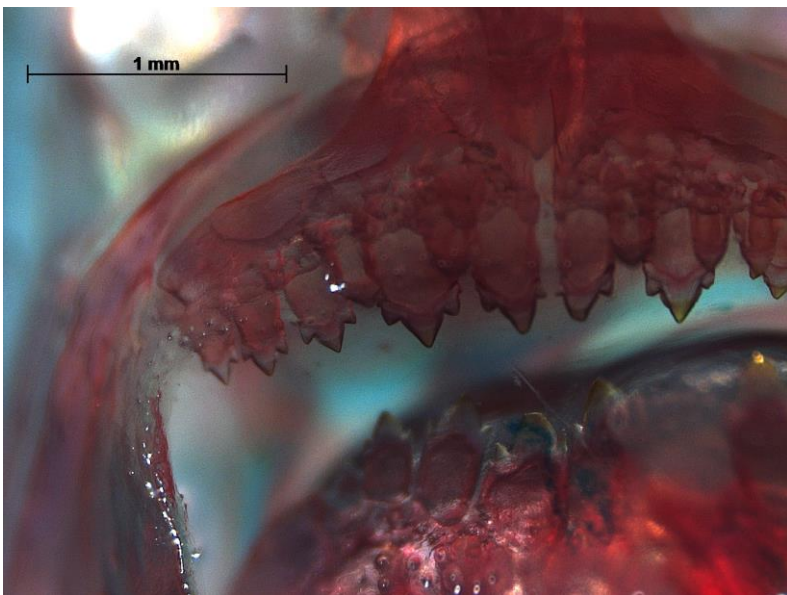


Figura 20. Vista frontal do pré-maxilar direito de *Gymnocorymbus ternetzi*. 30,86 mm CP.
Barra de escala = 1 mm.

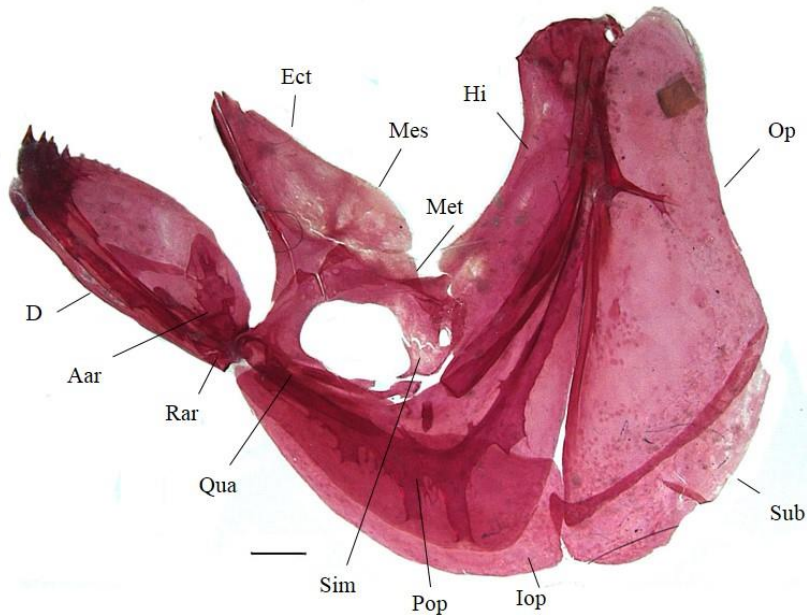


Figura 21. Vista lateral esquerda do suspensório e maxila inferior de *Gymnocorymbus ternetzi*. 30,18 mm CP. Barra de escala = 1 mm. Aar= ângulo-articular; D = dentário; Ect = ectopterigóide; Hi - hiomandibular; Iop - interopérculo; Mês - mesopterigóide; Met - metapterigóide; Op - opérculo; Pop - pré-opérculo; Qua - quadrado; Rar - retroarticular; Sim = simplético; Sub - subopérculo.

SUSPENSÓRIO (FIG. 21)

Palatino: osso pareado, pequeno, laminar relativamente trapezoidal. Delimitado anteriormente pelo pré-maxilar, ântero-lateralmente pelo vômer, posteriormente pelo ectopterigóide e mesopterigóide.

Mesopterigóide: osso pareado e laminar, formato triangular. Delimitado anteriormente pelo palatino, ventralmente pelo ectopterigóide e posteriormente pelo metapterigóide e quadrado.

Estreito anteriormente e amplo posteriormente. Margem ventrolateral paralela ao ectopterigóide.

Ectopterigóide: osso pareado achatado, alongado e estreito, adjacente ao mesopterigóide. Delimitado anteriormente pelo palatino e posteriormente pelo quadrado. Com uma leve sinusiosidade e estreitamento na extremidade posterior, contactando o quadrado.

Quadrado: osso pareado longo, mais alto anteriormente, formato de L, com a parte posterior maior que a anterior. Com um processo ventral não se estendendo até à margem posterior do simplético. Delimitado ântero-dorsalmente pelo mesopterigóide e metapterigóide, pósterodorsalmente pelo metapterigóide, ânntero-ventralmente pelo ângulo-articular, ventromedialmente pelo pré-opérculo e interopérculo, póstero-ventralmente pelo simplético e metapterigóide.

Metapterigóide: Osso pareado largo e laminar, com um forame pósteromedial. Delimitado anteriormente pelo mesopterigóide, ânntero-ventralmente pelo quadrado, pósterodorsalmente pelo hiomandibular e póstero-ventralmente pelo simplético. com duas projeções ósseas, uma na porção anterior, outra na posterior, um forame na extremidade posterior, próximo ao hiomandibular.

Hiomandibular: osso pareado, laminado e alongado. Delimitado dorsalmente pelo neurocrânio, próximo do pterótico, esfenótico e pró-ótico, pósterodorsalmente pelo opérculo, ventralmente pelo metapterigóide, simplético e interhial. Formato aproximadamente retangular da porção que conecta o metapterigoide até a região mediana, depois torna-se mais arredondado.

Pré-opérculo: osso pareado e alongado em formato de “meia lua”, com a porção anterior e posterior ligeiramente pontiaguda. Estende-se até as margens do hiomandibular e do opérculo, com canal sensorial com margens irregulares na região mediana do osso.

Interopérculo: osso pareado relativamente triangular, estreito na porção anterior e mais largo na porção posterior, com uma leve concavidade, estendendo-se do limite entre o quadrado e dentário, anteriormente, até o contato entre opérculo e subopérculo, posteriormente.

Opérculo: osso pareado, alto e largo. Margem dorsal levemente inclinada póstero-dorsalmente. Margem posterior levemente côncava postero-dorsalmente, depois convexa e depois côncava novamente. Margem anterior relativamente reta em toda sua extensão. Margem posterior se estendendo até o cleitro. Delimitado anteriormente pelo hiomandibular e pré-opérculo, ventralmente pelo interopérculo e subopérculo.

Subopérculo: osso pareado, aproximadamente trapezoidal, côncavo dorsalmente e convexo ventralmente, com a porção posterior arredondada e inclinada póstero-dorsalmente. Margem anterior reta. Porção dorsal subjacente ao opérculo e região anterior do interopérculo.

Simplético: osso pareado, cilíndrico, alongado, relativamente reto. Metade anterior delimitada pelo quadrado e metade posterior pelo pré-opérculo.

ARCO HIÓIDE E ARCOS BRANQUIAIS (FIG. 22)

Cerato-hial posterior: osso pareado, achatado, aproximadamente triangular com margens arredondadas. Com uma fenestra oval alongada ântero-medialmente. Delimitado anteriormente pelo cerato-hial anterior e posteriormente pelo interhial. Ventro-medialmente conectado com quatro raios branquiostégios.

Cerato-hial anterior: osso pareado, aproximadamente trapezoidal, anteriormente estreito, margens dorsal e ventral côncavas, com a porção posterior pelo menos duas vezes mais larga que a porção anterior. Quatro raios branquiostégios. Delimitado anteriormente pelo hipohial dorsal e ventral e posteriormente pelo cerato-hial posterior.

Interhial: osso pareado, pequeno, cilíndrico, com porção interna cartilaginosa. Delimitado ventralmente pela porção anterior do hiomandibular, posteriormente pelo simplético, anteriormente pela porção posterior dos cerato-hiais e posteriormente pelo hiomandibular e simplético.

Basi-hial: osso não pareado, alongado, cilíndrico, com a porção anterior mais larga que a porção posterior. Delimitado posteriormente pelo primeiro basibranquial e pela porção ântero-dorsal do cerato-hial anterior.

Basibranquiais: osso não pareado, estreitos, cilíndricos, com quatro elementos ao longo do arco branquial. Delimitado anteriormente pelo basi-hial e posteriormente pelo primeiro hipobranquial. Segundo basibranquial maior que o primeiro e mais alongado, terceiro basibranquial do mesmo tamanho que o segundo, porém mais estreito, quarto basibranquial menor que os demais e circundado por uma estrutura cartilaginosa.

Hipobranquiais: pequenos ossos trapezoidais em três séries. Cerca de $1/4 - 1/5$ do comprimento dos ceratobranquiais.

Epibranquiais: ossos alongados com diferentes formas. Primeiros três alongados, quarto largo, formando a porção dorsal de cada arco branquial.

Ceratobranquiais: ossos alongados e estreitos de formas similares e formam a porção ventral principal dos raios dos arcos branquiais. Articulados anteriormente com o hipobranquial correspondente e posteriormente com o epibranquial.

Rastros branquiais: septiformes, com base calcificada. Raios aumentam em tamanho da porção posterior do epibranquial até a porção medial do ceratobranquial, depois diminui gradualmente. Pequenos dentículos cobrindo a metade ventral de cada raio.

Primeiro arco branquial: com 2 rastros no hipobranquial, 12 no ceratobranquial, duas séries de 9 no epibranquial, e 1 na junção entre o ceratobranquial e o epibranquial.

Segundo arco branquial: com 3 rastros no hipobranquial, 11 no ceratobranquial e duas séries de 7 no epibranquial, 1 rastro na junção entre o ceratobranquial e o epibranquial.

Terceiro arco branquial: com 2 rastros no hipobranquial, duas séries de 9 no ceratobranquial, duas séries de 6 no epibranquial, e 1 entre o ceratobranquial e o epibranquial.

Quarto arco branquial: com duas séries de 8 rastros no ceratobranquial e 6 no epibranquial.

Faringobranquiais: pequenos ossos situados no limite anterior de cada epibranquial. Aproximadamente com o mesmo comprimento, alongados e delgados. Terceiro faringobranquial com dentes anteriores à placa dentígera.

Raios branquiostégios: quatro ossos achatados e pareados, delimitados dorsalmente pelos ceratohiais. Raios crescendo gradativamente em tamanho do primeiro para o quarto.

Urohial: osso único, aproximadamente triangular e achatado. Porção posterior côncava e porção anterior trapezoidal. Porção ventro-mediana contactando os basibranquiais.

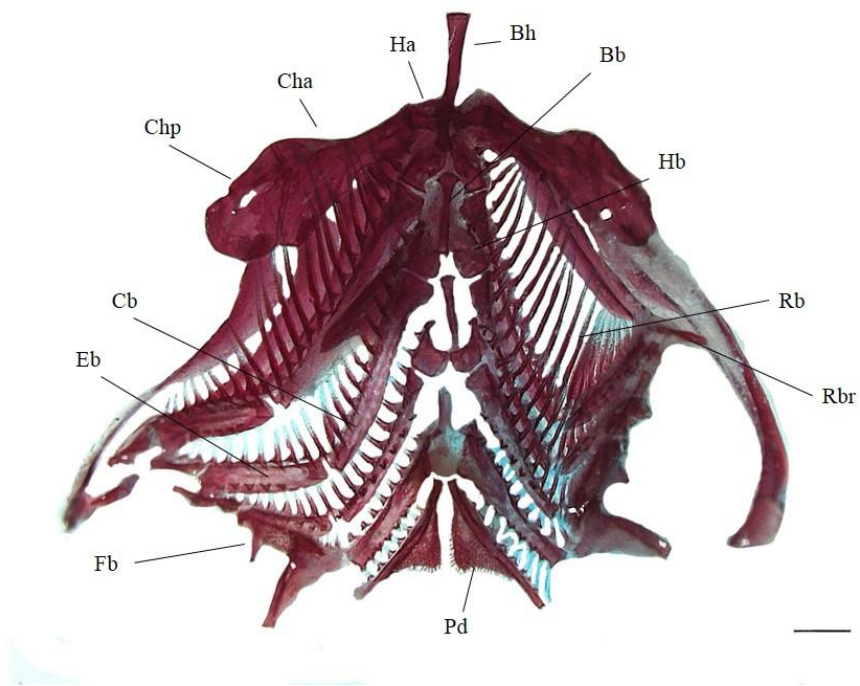


Figura 22. Vista dorsal do arco hióide e arcos branquiais de *Gymnocorymbus ternetzi*. 30,18 mm CP. Barra de escala = 1 mm. Bb - basibranquial; Bh - basi-hial; Cb – ceratobranquial; Cha - cerato-hial anterior; Chp - cerato-hial posterior; Eb - epibranquial; Fb - faringobranqueal; Ha - hipohial; Hb - hipobranquial; Pd - placa dentígera; Rb - raios branquiais; Rbr - raios branquiostégios;

APARELHO DE WEBER (FIG. 23)

Claustro: pequeno, delgado e estreito situado abaixo do escáfio.

Complexo neural: aproximadamente triangular com a margem posterior côncava. Base contactando os arcos neurais 3 e 4. Primeiro e segundo arco neural modificado em componentes do aparelho de weber.

Supraneurais: quatro desde o Aparelho de Weber até a nadadeira dorsal. Um situado logo acima do arco neural 4, amplo e triangular.

Escáfio: globoso e inclinado póstero-dorsalmente, conectado ao arco neural 3.

Intercalário: pequeno, delgado e alongado, aproximadamente três vezes o tamanho do escáfio.

Arco neural 4: em formato levemente retangular com um espinho neural comprido, ultrapassando o complexo neural. Com uma concavidade póstero-dorsal, abaixo do espinho neural.

Centros vertebrais: centros vertebrais 1 e 2 pouco visíveis em vista lateral. Centro vertebrais 3 e 4 bem visíveis, retangulares.

Tripus: triangular, convexo ao longo das margens e com cantos angulares.

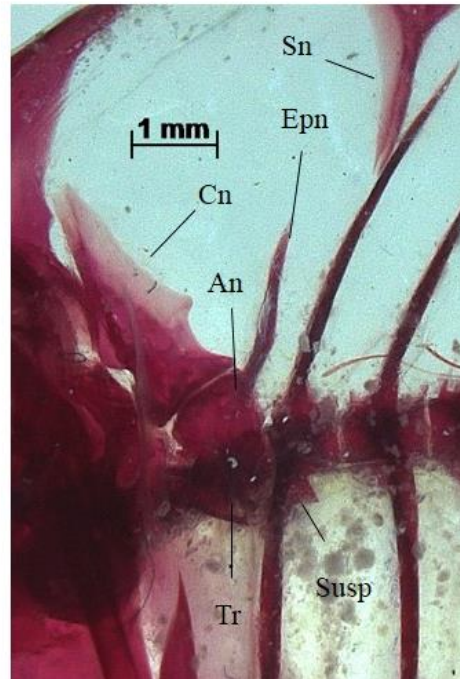


Figura 23. Vista lateral esquerda do aparelho de Weber de *Gymnocorymbus ternetzi*. 30,89 mm CP. Barra de escala = 1 mm. An - arco neural; Cn - complexo neural; Sn - supraneural; Susp = suspensorium; Tr – tripus.

COLUNA VERTEBRAL (FIG. 8)

Vértebras pré-caudais: vértebras pré-caudais suportam os espinhos neurais, canal neural, centro vertebral e associado com as costelas pleurais. Quinta até a 16ª com formato similar com um par de pré-zigapófises neurais, um arco neural, um espinho neural e associado com a costela pleural. Costelas pleurais aproximadamente com o mesmo tamanho até a sexta, as três últimas decrescem gradualmente.

Vértebras caudais: cada vértebra é formada por um espinho neural, canal neural, centro vertebral e espinho hemal. 17 até 31 com formato similar com um par de pré-zigapófise neural e um par de pós-zigapófises neural.

Ossos intermusculares: Epineurais entre os espinhos neurais sendo 27, 28 e 29, primeiro a quarto não bifurcado, quinto ao vigésimo quinto ramificado anteriormente, elementos posteriores hipural alongado e achatado.

CINTURA E NADADEIRA PEITORAL (FIG. 24)

Coracóide: osso pareado retangular com fissuras na margem esquerda e formando uma fenestra grande e ovalada com o cleitro. Delimitado pósterodorsalmente pelo mesocoracóide e escápula.

Cleitro : osso pareado e o mais longo da cintura peitoral, situado posterior ao subopérculo e opérculo. Margem anterior côncava, margem posterior convexa. Porção anterior delgada e inclinada posteriormente e com a parte posterior ovalada. Delimitado anteriormente pelo supracleitro e pós-cleitro 1, póstero-ventralmente pelo coracóide, mesocoracóide e escápula e póstero-medialmente pelo pós-cleitro 2.

Supracleitro: osso pareado, alongado, aproximadamente trapezoidal, porção dorsal côncava e arredondada, sem projeções em sua extensão e com um processo dorsal que contacta o pós-temporal medialmente. Delimitado anteriormente pela porção ventral do pós-temporal e ventralmente pelo cleitro e região ventral do pós-cleitro.

Pós-temporal: osso pareado, aproximadamente triangular, com as margens na porção dorsal irregulares, com a base mais grossa e terminando em uma ponta mais delgada. Delimitado ventralmente pela porção dorsal do supracleitro, ventralmente com um processo ósseo espiniforme na superfície medial contactando o epioccipital e exoccipital.

Pós-cleitro 1: ovalado e ligado anteriormente à porção mais posterior do supracleitro e desconectado dos demais componentes da série.

Pós-cleitro 2: ovalado, com margens arredondadas, ligado a região posterior do cleitro (base ovalada).

Pós-cleitro 3: longo e fusiforme, levemente mais grosso em sua porção mais ventral, disposto entre o pós-cleitro 2 e a escápula, estendendo-se até a linha horizontal que passa pela margem ventral do coracóide.

Escápula: osso pareado, bifurcado dorsalmente em um ramo anterior, triangular, e um ramo posterior cônico, com a base mais alargada e levemente mais delgado na porção superior, com sua extremidade reta. Delimitado dorsalmente pelo cleitro e posteriormente pelos radiais proximais da nadadeira peitoral, coracóide e mesocoracóide. Margem pó stero-ventral conectada com os proximais radiais do primeiro raio da nadadeira peitoral.

Mesocoracóide: osso pareado, estreito e alongado, com a porção dorsal fina e porção ventral mais grossa, inclinado posteriormente. Delimitado ventralmente pelo coracóide e escápula.

Nadadeira peitoral com i, 11 raios. (Fig. 24)

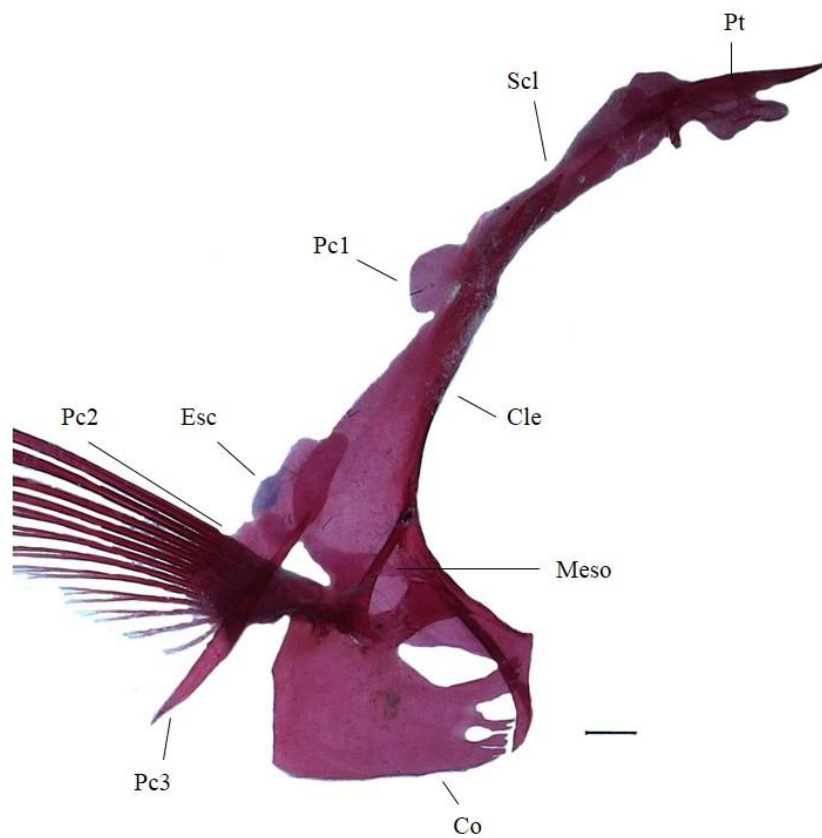


Figura 24. Vista lateral direita da cintura e nadadeira peitoral de *Gymnocorymbus ternetzi*. 30,18 mm CP. Barra de escala = 1 mm. Co - coracóide; Esc - escápula; Meso - Mesocoracóide; Pc - Pós-cleitro; Pt - pós-temporal; Scl - supracleitro.

CINTURA E NADADEIRA PÉLVICA (FIG. 25)

Ossso pélvico: osso pareado, alongado, aproximadamente triangular, margem arredondada, situado na porção ventral do corpo. Porção anterior pontiaguda com um cilindro próximo a borda lateral.

Processo isquiático: projetando-se dorso-ventralmente, formando um V invertido.

Nadadeira pélvica com i, 6 raios. (Fig. 25)

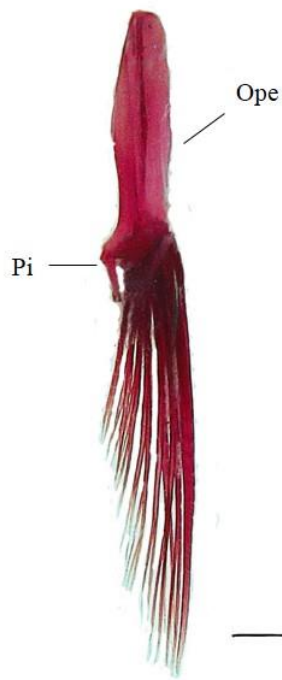


Figura 25. Vista ventral da cintura e nadadeira pélvica de *Gymnocorymbus ternetzi*. 30,18 mm

CP. Barra de escala = 1 mm. Ope - osso pélvico; Pi - processo isquiático.

NADADEIRAS DORSAL, ANAL E CAUDAL

Nadadeira Dorsal: Primeiro radial proximal dos pterigióforos da nadadeira dorsal amplo e bifurcado anteriormente, demais radiais proximais simples e mais delgados, diminuindo progressivamente em tamanho na direção posterior, com exceção do nono, que mesmo sendo menor em tamanho é mais amplo lateralmente e bifurcado. Porção ventral dos radiais distais sobrepondo os radiais medias nos quatro primeiros raios.

Nadadeira dorsal com ii, 9 raios. (Fig. 26).

Nadadeira Anal: Primeiro radial proximal dos pterigióforos da nadadeira anal é amplo e mais longo, sustentando os quatro primeiros raios simples. Os demais radiais proximais são delgados e são progressivamente mais curtos em direção posterior. Porção proximal das lepidotríquias sobrepondo-se à porção ventral dos radiais proximais dos pterigióforos da nadadeira anal, porém não são fundidas. Oito pterigióforos anteriores ao primeiro espinho hemal.

Nadadeira anal com iv, 36 raios. (Fig. 27).

Nadadeira caudal

Epurais: O primeiro, mais anterior, maior levemente triangular, com a base maior que o restante. O segundo, mais posterior, menor e delgado.

Hipurais: O primeiro é menor e delgado. O segundo maior que o primeiro, delgado. O terceiro é mais robusto, triangular, o maior de todos. O quarto é em formato de trapézio, um pouco menor que o segundo. O quinto é em formato triangular, quase do tamanho do segundo.

Uroneural: longo e sinuoso. Segundo par ausente.

Parhipural: Formato quadrado e anterior ao primeiro epural.

Pleuróstilo: Pequeno e triangular.

Nadadeira caudal com 10 raios superiores principais e 10 raios inferiores principais. (Fig. 28)

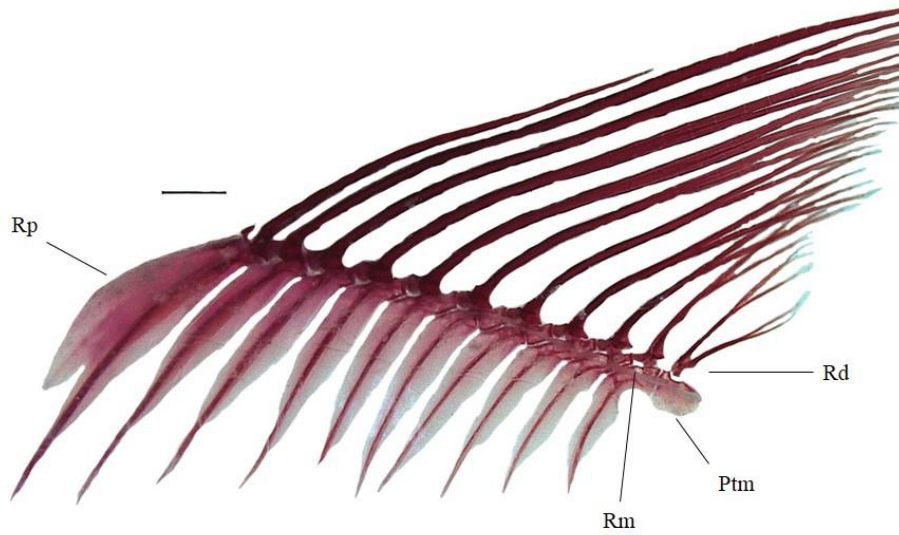


Figura 26. Vista lateral esquerda da nadadeira dorsal de *Gymbocorymbus ternetzi*. 30,18 mm CP. Barra de escala = 1 mm. Ptm – peça terminal; Rd – radial distal; Rm – radial medial; Rp – radial proximal.

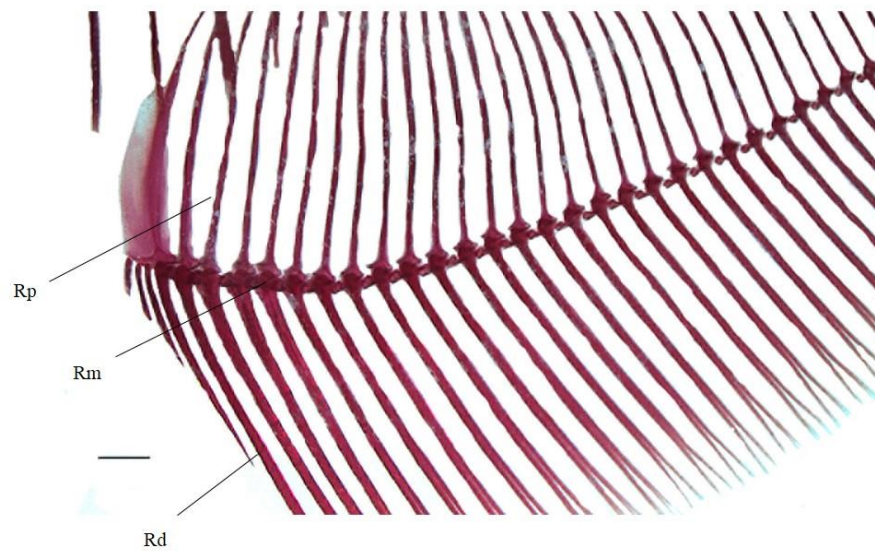


Figura 27. Vista lateral esquerda da nadadeira anal de *Gymnocorymbus ternetzi*. 30,18 mm CP.

Barra de escala = 1 mm. Rd – radial distal; Rm – radial medial; Rp – radial proximal.

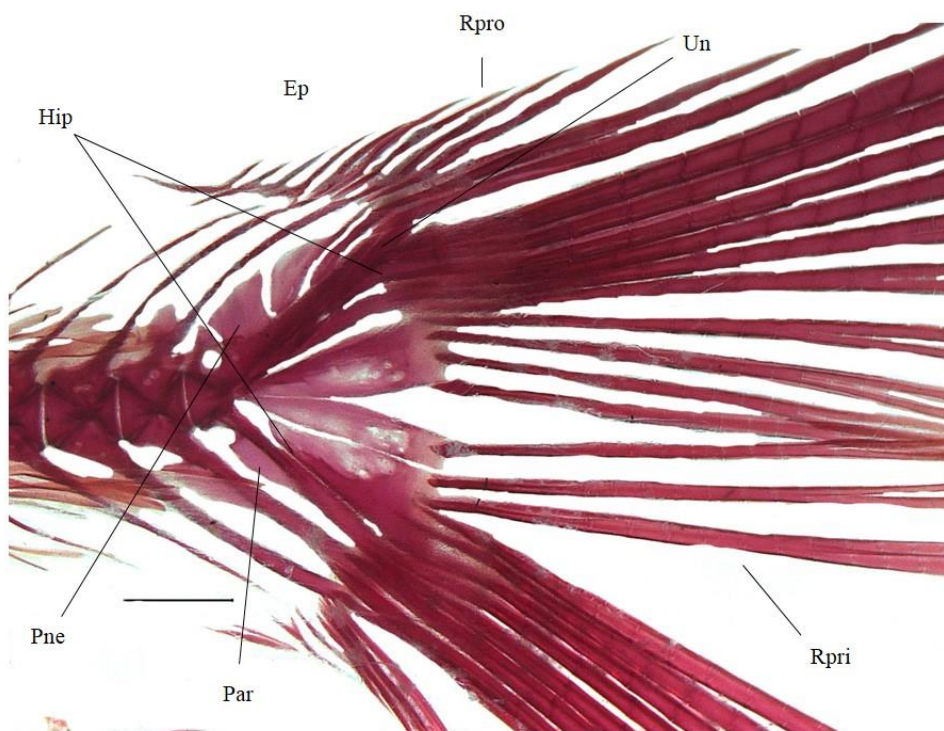


Figura 28. Vista lateral esquerda da nadadeira caudal de *Gymnocorymbus ternetzi*. 30,18 mm CP. Barra de escala = 1 mm. Ep – epural; Hip – hipural; Par – paripural; Pne – processo neural especializado; Rpri – raios principais; Rpro – raios procorrentes; Un – uroneural.

DISCUSSÃO

Através da descrição osteologia de *Gymnocorymbus ternetzi* pudemos observar que sua osteologia está muito bem conservada em relação aos demais Characidae (Serra e Langeani 2006; Carvalho e Malabarba 2015), com exceção dos caracteres observado por outros autores (Mirande 2009; 2010; Benine et al 2015), que serão discutidos no decorrer do texto.

Mirande (2010) propôs uma hipótese filogenética em que *G. ternetzi* aparece como grupo-irmão de *Stichonodon insignis*, e este, por sua vez, o clado irmão dos gêneros *Poptella* e *Stethaprion*. Os outros dois gêneros de Stethaprioninae segundo Reis (1989), *Brachychalcinus* e *Orthospinus*, não foram incluídos formalmente na análise de Mirande (2010), mas classificados por este autor em sua nova definição da subfamília. Assim, Mirande (2010) expande Stethaprioninae a fim de incluir *Gymnocorymbus* e *Stichonodon*. A próxima relação entre Stethaprioninae e *Gymnocorymbus* também foi encontrada através da análise de dados moleculares (Javonillo *et al.*, 2010; Oliveira *et al.*, 2011; Benine *et al.*, 2015). No entanto, esses trabalhos não incluíram *Stichonodon insignis*, e sua relação com Stethaprioninae ainda não foi testada com base em caracteres moleculares.

De acordo com Mirande (2010), três sinapomorfias não exclusivas dão suporte para a relação entre *Gymnocorymbus* e *Stichonodon*: maxilar com um ou nenhum dente, processo ventral no quadrado não estendendo até à margem posterior do simplético e região pré-dorsal desprovida de escamas. Benine *et al.* (2015) confirmam duas dessas sinapomorfias, mas afirmam que a forma do osso quadrado de *Stichonodon* não é equivalente àquela de *Gymnocorymbus* e indicam uma relação mais próxima de *Stichonodon* com Stethaprioninae do que com *Gymnocorymbus*. Mirande (2010) também propôs a próxima relação de *Tetragonopterus* com Stethaprioninae, incluindo *Gymnocorymbus*, baseado em cinco

sinapomorfias. Nesse trabalho conseguimos observar duas delas no último gênero: os radiais proximal e medial dos pterigióforos da nadadeira anal em sua maioria fundidos e o esclerótico dividido em dois ossos. Ambos radiais, proximal e medial, são formados a partir da ossificação da mesma estrutura, a cartilagem próximo-medial do pterigióforo (*e.g.*, Mattox et al, 2014b: fig. 16). Embora Mirande (2010) tenha observado ambos radiais fundidos apenas em alguns táxons de Characiformes (*e.g.*, alguns Alestidae, parte dos Aphyocharacinae, alguns *Roeboides* e *Hyphessobrycon*), esta característica parece estar, no entanto, mais amplamente distribuída nesta ordem e é recorrente na ontogenia da nadadeira anal, em que há dois centros de ossificação da cartilagem durante o desenvolvimento mas apenas uma grande ossificação presente no adulto. Isso foi verificado, por exemplo, em *Salminus brasiliensis* (Mattox et al., 2014b) e em *Gymnocorymbus* (Fig. 27).

Em Benine *et al.* (2015) foram propostas duas sinapomorfias para *Gymnocorymbus*, diferentes das que foram propostas por Mirande (2009). Além da presença de quatro ou mais pterigióforos anteriores ao primeiro espinho hemal, também proposto por Mirande (2010, caráter 293), Benine *et al.* (2015) propuseram como sinapomorfias a porção proximal das lepidotríquias dos raios da nadadeira anal sobrepondo-se à porção ventral dos radiais proximais-mediais dos pterigióforos da nadadeira anal; três costelas pleurais mais caudais decrescendo em tamanho e propôs também uma autapomorfia para *Gymnocorymbus ternetzi*, dentes tricuspidados na fileira interna do pré-maxilar e dentário. Em nosso trabalho comprovamos duas das sinapomorfias, a posição das lepidotríquias e o tamanho das costelas pleurais (Figs. 8, 13 e 14).

Neste trabalho encontramos entre 7 e 8 pterigióforos anteriores ao primeiro espinho hemal, sugerindo assim que essa sinapomorfia seja mantida como proposta por Mirande (2010, caráter 293) e Benine *et al.* (2015), com quatro ou mais pterigióforos anteriores ao primeiro

espinho hemal *versus* três ou menos. A presença de quatro ou mais pterigióforos anteriores ao primeiro espinho hemal pode ser observada desde os primeiros estágios de desenvolvimento em que há cartilagens dos pterigióforos da nadadeira anal (Fig. 27). Através da ontogenia pudemos certificar que o caráter de Benine et al., (2015) em relação às lepidotriquias da nadadeira anal é notado também desde o início da formação da nadadeira anal. O primeiro indivíduo a apresentar pterigióforos na nadadeira anal em nossa série ontogenética possui 5,5 mm CP e no indivíduo com 6,2 mm CP (onde surgem também os pterigióforos da nadadeira dorsal) já podemos observar o caráter das lepidotriquias proposto por Benine et al. (2015) (Figs. 10 e 11).

Bogutskaya et al., (2008) afirmam que *G. ternetzi* possui apenas dentes tricuspídados no pré-maxilar e tri e pentacuspídados no dentário. No presente trabalho afirmamos diferente, que no dentário há uma fileira com dentes tricuspídados, mais interna, e uma fileira de dentes cônicos, mais externa, como no pré-maxilar, porém o maior dente da fileira interna do pré-maxilar é pentacuspíado (Figs. 19 e 20). Como as demais espécies de *Gymnocorymbus* possuem dentes pentacuspíados, o fato de haver dentes tricuspídados e pentacuspíados nos exemplares examinados aqui deveria ser melhor investigado para se verificar se de fato constitui uma autapomorfia de *G. ternetzi*. A presença de dentes pentacuspíados em *G. ternetzi* é eventual e pode representar a condição ancestral que ainda não desapareceu totalmente nessa linhagem. Tal fato deve, no entanto, invalidar a condição apomórfica de dentes tricuspídados em *G. ternetzi*.

Também em relação aos dentes, Bogutskaya et al. (2008) afirmam que *G. ternetzi* não possui dentes no maxilar, porém em nosso trabalho, encontramos um dente pequeno tricuspíado em três exemplares examinados. Mesmo havendo diferenças, essa característica

ainda se mantém como sinapomorfia de *Gymnocorymbus* e *Stichonodon* proposta por Mirande (2010, caráter 135: presença de um ou nenhum dente no maxilar).

Na maioria dos Characiformes o desenvolvimento das nadadeiras se dá na seguinte ordem: caudal – dorsal – anal – pélvica – peitoral (Nakatani et al 2001, Ponton e Mérioux 2001), porém em *Gymnocorymbus ternetzi* a ordem observada foi: caudal – anal – dorsal – pélvica – peitoral. Outros autores encontraram esse padrão para outras poucas espécies em Characiformes, como Ponton e Mérioux (2001) para *Acestrorhynchus falcatus* e *A. microlepis*, *Charax pauciradiatus*, *Poptella brevispina*, e *Phenacogaster megalostictus*, Taguti et al., (2009) para *Pyrrhulina australis* e Mattox et al., (2014a) para *Heterocharax macrolepis*. Não se sabe ao certo o porquê dessa alteração de ordem no aparecimento das nadadeiras. Pelo menos quatro dessas espécies (*C. pauciradiatus*, *P. megalostictus*, *H. macrolepis*, *G. ternetzi*) têm uma nadadeira anal longa (Géry 1977, Mirande 2010, Mattox et al., 2014a), o que poderia resultar do adiantamento do desenvolvimento desta nadadeira durante a ontogenia. Por outro lado, vale mencionar que tanto *Gymnocorymbus* quanto *Poptella* são representantes de Stethaprioninae *sensu* Mirande (2010). Assim, seria interessante verificar se os demais gêneros da subfamília Stethaprioninae apresentam a mesma sequência de desenvolvimento das nadadeiras, com o surgimento da nadadeira anal precedendo o da nadadeira dorsal, o que poderia ser avaliado como uma sinapomorfia adicional para esse clado.

Mesmo no maior indivíduo da série ontogenética (60 DAE), as nadadeiras anal e dorsal ainda não estão completamente desenvolvidas. Assim, não é possível afirmar se as duas se completam ao mesmo tempo ou se uma é anterior à outra. Conseguimos afirmar apenas que a nadadeira anal inicia primeiramente seu desenvolvimento, sendo inclusive observado que a nadadeira dorsal está sempre em estágios de desenvolvimento menos avançados do que a da nadadeira anal, podendo este, no entanto, ser um indicativo de que o desenvolvimento total da nadadeira anal seja anterior ao da dorsal.

Em nossa série ontogenética observamos que durante o desenvolvimento surge uma “deformação” na coluna vertebral, com uma proeminência no início da coluna vertebral que surge desde o menor indivíduo, deixando de existir no indivíduo de 7,0 mm CP e não aparecendo também no adulto (Figuras 9, 10, 11 e 12). Nos trabalhos de desenvolvimento realizados com *Characiformes* não foi encontrado essa característica. Sugerimos que essa informação seja melhor estudada do ponto de vista morfométrico, por meio de morfometria geométrica e em comparação com outros gêneros de *Stethaprioninae*.

Um fator limitante em estudos ontogenéticos é a obtenção de séries de desenvolvimento adequadas (e.g., Mattox et al 2014a). Isso ocorre pois nem sempre é possível obter séries completas com amostragens de todos os estágios relevantes para o estudo, além da fragilidade em se preservar tais séries e depois estudá-las. Embora nossa série ontogenética de *Gymnocorymbus* seja rara e relativamente completa, infelizmente ela não foi adequada para se acessar o esqueleto devido à descalcificação excessiva, tornando difícil o uso de técnicas osteológicas como diafanização e microtomografia. Assim, não conseguimos avaliar alguns caracteres propostos e por esse motivo sugiro que seja amostrada uma nova série ontogenética, melhor preservada, para avaliar os caracteres restantes.

REFERÊNCIAS

- Benine, R. C., Melo, B. F., Castro, R. M. C. e Oliveira, C. 2015. Taxonomic revision and molecular phylogeny of *Gymnocorymbus* Eigenmann, 1908 (Teleostei, Characiformes, Characidae). *Zootaxa* 3956 (1): 001–028.
- Bogutskaya, N.G., Naseka, A.M. e Golovanova, I.V. 2008. Descriptive osteology of *Gymnocorymbus ternetzi* (Teleostei: Characiformes: Characidae). *Zoosystematica Rossica*, 17(2): 111-128.
- Boulenger, G.A. 1895. Abstract of a report on a large collection of fishes formed by Dr. C. Ternetz in Matto Grosso and Paraguay, with descriptions of new species. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 1895 (3), 523–529.
- Britz, R. e G. D. Johnson. 2005. Leis' conundrum: homology of the clavus of the ocean sunfishes. 1. Ontogeny of the median fins and axial skeleton of *Monotretus leiurus* (Teleostei, Tetraodontiformes, Tetraodontidae). *Journal of Morphology*, 266: 1-10.
- Britz, R. e G. D. Johnson. 2012. Ontogeny and homology of the skeletal elements that form the sucking disc of remoras (Teleostei, Echeneoidei, Echeneidae). *Journal of Morphology*, 273: 1353-1366.
- Calcagnotto, D., S. A. Schaefer e R. DeSalle. 2005. Relationships among characiform fishes inferred from analysis of nuclear and mitochondrial gene sequences. *Molecular Phylogeny and Evolution*, 36: 135-153.
- Carvalho, M., F. A. Bockmann e M. R. Carvalho. 2013. Homology of the fifth epibranchial and accessory elements of the ceratobranchials among Gnathostomes: insights from the development of ostariophysans. *PLoS One* 8: e62389.

- Carvalho, F. R., e Malabarba, L. R. 2015. Redescription and osteology of *Hyphessobrycon compressus* (Meek) (Teleostei: Characidae), type species of the genus. *Neotropical Ichthyology*, 13(3): 513-540.
- Castro, R. M. C., e M. M. C. Castro, 1987. Proposta de uma nomenclatura osteológica para Characiformes (Pisces: Ostariophysi). *Boletim Museu Paranaense Emílio Goeldi, sér. Zoológica*, 3(1): 25-32.
- Cavicchioli, M., K. Nakatani e O. A. Shibatta. 1997. Morphometric variation of larvae and juveniles of the piranhas *Serrasalmus spilopleura* and *S. marginatus* (Characidae: Serrasalminae) of the Paraná basin, Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 8: 97-106.
- Çelik, I., Çelik P., Cirik U., Güran, M. e Hayretdag, S. 2011. Embryonic and larval development of black skirt tetra (*Gymnocorymbus ternetzi*, Boulenger, 1895) under laboratory conditions. *Aquaculture Research*, 2012, 43, 1260–1275.
- Cubbage, C. C. e P. M. Mabee. 1996. Development of the cranium and paired fins in the zebrafish *Danio rerio* (Ostariophysi: Cyprinidae). *Journal of Morphology*, 229: 121-160.
- Eigenmann, C. 1908. Preliminary descriptions of new genera and species of tetragonopterid characins. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 52, 91–106.
- Eigenmann, C. 1917. The American Characidae. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology*, 43, 1–102.
- Fink, W.L., e Weitzman, S.H., 1974. The so-called cheirodontin fishes of Central America with descriptions of two new species (Pisces: Characidae). *Smithsonian Contributions to Zoology* 172, 1–46.

Fraser, G. J., R. Britz, A. Hall, Z. Johanson e M. M. Smith. 2012. Replacing the first-generation dentition in pufferfish with a unique beak. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 109: 8179-8184.

Géry, J. 1977. *Characoids of the world*. Neptune City, NJ, THF Publications.

Javonillo, R., L. R. Malabarba, S. H. Weitzman e J. R. Burns. 2010. Relationships among major lineages of characid fishes (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes), based on molecular sequence data. *Molecular Phylogeny and Evolution*, 54: 498-511.

Mattox, G. M. T., Hoffmann M. e Hoffmann, P. 2014a. Ontogenetic development of *Heterocharax macrolepis* Eigenmann (Ostariophysi: Characiformes: Characidae) with comments on the form of the yolk sac in the Heterocharacinae. *Neotropical Ichthyology*, 12(2): 353-363.

Mattox, G. M. T., Britz, R. e Toledo-Piza, M. 2014b. Skeletal development and ossification sequence of the characiform *Salminus brasiliensis* (Ostariophysi: Characidae). *Ichthyol. Explor. Freshwaters*. 25(2): 103-158.

Mirande, J. M. 2009. Weighted parsimony phylogeny of the family Characidae (Teleostei: Characiformes). *Cladistics*, 25: 1-40.

Mirande, J. M. 2010. Phylogeny of the family Characidae (Teleostei: Characiformes): from characters to taxonomy. *Neotropical Ichthyology*, 8: 385-568.

Nakatani, K., A. A. Agostinho, G. Baumgartner, A. Bialecki, P. V. Sanches, M. C. Makrakis e C. S. Pavanelli 2001. *Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e identificação*. Maringá, Paraná, EDUEM.

- Oliveira, C., Avelino, G.S., Abe, K.T., Mariguela, T.C., Benine, R.C., Ortí, G., Vari, R.P. e Castro, R.M.C. 2011. Phylogenetic relationships within the speciose family Characidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes) based on multilocus analysis and extensive ingroup sampling. *BMC Evolutionary Biology*, 11, 275. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2148-11-275>
- Ortí, G. & A. Meyer. 1997. The radiation of characiform fishes and the limits of resolution of mitochondrial ribosomal DNA sequences. *Systematic Biology*, 46: 75-100.
- Pan X., Zhan H. e Gong Z. 2008. Ornamental expression of red fluorescent protein in transgenic founders of white skirt tetra (*Gymnocorymbus ternetzi*). *Marine Biotechnology* 10, 497–501.
- Ponton, D. e S. Mérigoux. 2001. Description and ecology of some early life stages of fishes in the River Sinnamary (French Guiana, South America). *Folia Zoologica*, 50: 1-116.
- Reis, R.E., 1989. Systematic revision of the Neotropical characid subfamily Stethaprioninae (Pisces, Characiformes). *Comun. Museu de Ciência e Tecnologia PUCRS, Série. Zoológica* 2, 3–86.
- Sarma, S. S. S., Amador López-Rómulo, J. e Nandini, S. 2003 Larval feeding behaviour of blind fish *Astyanax fasciatus* (Characidae), black tetra *Gymnocorymbus ternetzi* (Characidae) and angel fish *Pterophyllum scalare* (Cichlidae) fed zooplankton. *Hydrobiologia* 510: 207–216.
- Serra, J. P., e Langeani, F. Redescrção e osteologia de *Bryconamericus exodon* Eigenmann, 1907 (Ostariophysi, Characiformes, Characidae). *Biota Neotropica*, 6(3).
- Taguti, T. L., D. Kipper, A. Bialetzki, P. V. Sanches, M. C. Makrakis, G. Baumgartner e R. Fernandes. 2009. Desenvolvimento inicial de *Pyrrhulina australis* Eigenmann & Kennedy, 1903 (Characiformes, Lebiasinidae). *Biota Neotropica*, 9: 59-65.
- Taylor, W. R. e Van Dyke, G.C. 1985. Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone and cartilage. *Cybiurn*, 9: 107-119

Uma B. e Chandran M.R. 2008 Induction of Triploidy in *Gymnocorymbus Ternetzi* (Boulenger). *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology* 3 (2), 41–47.

Weitzman, S.H. 1962. The osteology of *Brycon meeki*, a generalized characid fish, with an osteological definition of the family. *Stanfords Ichthyological Bulletin*, 8(1): 1- 77.

Zanata, A. M. & Vari, R. P. 2005. The family Alestidae (Ostariophysi, Characiformes): a phylogenetic analysis of a trans-Atlantic clade. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 145: 1-144.