ISSN Versión Impresa 1816-0719 ISSN Versión en línea 1994-9073 ISSN Versión CD ROM 1994-

The Biologist (Lima), 2026, vol. 24 (1), 19-25

The Biologist (Lima)



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

ANATOMICAL DESCRIPTION OF THE SKULL OF THE FISH *HYDROLYCUS ARMATUS* (JARDINE & DCHOMBURGK, 1841) (CHARACIFORMES: CYNODONTIDAE)

DESCRIPCIÓN ANATÓMICA DEL CRÁNEO DEL PEZ *HYDROLYCUS ARMATUS* (JARDINE & DCHOMBURGK, 1841) (CHARACIFORMES: CYNODONTIDAE)

DESCRIÇÃO ANATÔMICA DO CRÂNIO DO PEIXE *HYDROLYCUS ARMATUS* (JARDINE & DCHOMBURGK, 1841) (CHARACIFORMES: CYNODONTIDAE)

Letícia Almeida Barbosa[1], Luciana Rocha Paula[1] & Diego Carvalho Viana [1,2]

[1] Programa de Pós Graduação em Ciência Animal – PPGCA. Universidade Estadual do Maranhão – Cidade Universitária Paulo VI – Avenida Lourenço Vieira da Silva 1.000 – São Luís/MA, Brasil.
[2] Centro de Ciências Agrárias, Núcleo de Estudos Morfofisiológicos Avançados (NEMO), Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Imperatriz, Brasil.
* Corresponding author: lealmeid.barbosa@gmail.com

Letícia Almeida Barbosa: https://orcid.org/0000-0003-2251-7353
Luciana Rocha Paula: https://orcid.org/0000-0002-6264-7876
Diego Carvalho Viana: https://orcid.org/0000-0002-3302-9892

ABSTRACT

Hydrolycus armatus (Jardine & Dchomburgk, 1841), popularly known as peixe-cachorra (dogfish) in the Tocantina region of Maranhão, is a species found in flowing waters and lakes in the state of Maranhão and plays a significant role in feeding the riverside population and local economy. The objective of this study was to describe the main bones that make up the skull of *H. armatus*. For this study, the material was dissected, and detailed osteological descriptions of the skull were analyzed from lateral-dorsal and antero-frontal views. Characteristics similar to those described for the species were observed, such as a set of structures located in the upper part, such as the dilator operculi above the parasphenoid, which comprises the outer edge of the inner orbital ring, in addition to robust anterior mandibular dentition that expresses the adaptive specialization of the species in its aquatic environment. This analysis contributes to future studies related to the physiological mechanisms of this fish's life, providing valuable information for investigations into its bone morphology and anatomical studies in the Araguaia-Tocantins basin.

Keywords: Anatomy – Ichthyofauna – Morphology – Osteology – Skull

Este artículo es publicado por la revista The Biologist (Lima) de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [https:// creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original.

DOI: https://doi.org/10.62430/rtb20262412126

RESUMEN

Hydrolycus armatus (Jardine & Dchomburgk, 1841), del orden Characiformes y la familia Cynodontidae, conocido popularmente como «pez-perro», en la región de Tocantina, en Maranhão (Brasil), es una especie que se distribuye en aguas corrientes y lagos del estado de Maranhão; además de desempeñar un papel significativo en la alimentación de la población ribereña y en la economía local. El objetivo del estudio fue describir los principales huesos que componen el cráneo del pez *H. armatus*. Para este estudio, se diseccionó el material y se analizaron las descripciones osteológicas detalladas del cráneo, en vistas laterodorsal y anterofrontal. Se observaron características similares a las descritas para la especie, como un conjunto de estructuras situadas en la parte superior, como el dilatador del opérculo por encima del paraesfenoide que comprende el borde externo del anillo orbital, además de una dentición mandibular anterior robusta que refleja la especialización adaptativa de la especie a su entorno acuático. Este análisis contribuye a futuros estudios relacionados con los mecanismos fisiológicos de la vida de este pez, proporcionando información valiosa para investigaciones sobre su morfología ósea y estudios anatómicos en la cuenca del Araguaia-Tocantins.

Palabras clave: Anatomía – Cráneo – Ictiofauna – Morfología – Osteología

RESUMO

Hydrolycus armatus (Jardine & Dchomburgk, 1841), ordem Characiformes e família Cynodontidae, popularmente conhecido como peixe-cachorra, na região Tocantina do Maranhão, Brasil, é uma espécie que apresenta distribuição em águas correntes e lagos, no estado do Maranhão, além de desempenhar um papel significativo na alimentação da população ribeirinha e na economia local. Como objetivo, buscou-se descrever os principais ossos que compõem o crânio do peixe *H. armatus*. Para este estudo, o material foi dissecado e foram analisadas as descrições osteológicas detalhadas do crânio, em vistas látero-dorsal e antero-frontal. Foram observadas características semelhantes às escritas para a espécie como um conjunto de estruturas localizadas na parte superior, como o dilatador operculi acima do paraesfenóide que compreende a borda externa da interna do anel orbital, além de dentição mandibular anterior robusta que expressa a especialização adaptativa da espécie em seu ambiente aquático. Esta análise contribui para estudos futuros relacionados a mecanismos fisiológicos da vida deste peixe, fornecendo informações valiosas para investigações sobre sua morfologia óssea e estudos anatômicos na bacia Araguaia-Tocantins.

Palavras-chave: Anatomia – Crânio – Ictiofauna – Morfologia – Osteologia

INTRODUÇÃO

As atividades de pesca e aquicultura desempenham um papel crucial no desenvolvimento econômico, especialmente no Brasil, contribuindo para a segurança alimentar e a redução da pobreza, além de fornecerem alimentos, renda e empregos para as comunidades locais (Lopes *et al.*, 2010; Barbosa *et al.*, 2020).

A piscicultura no estado do Maranhão tem demonstrado um crescimento significativo, evidenciado por aumentos sucessivos e uma elevação média anual de 26%, superando as médias nacional (14,9%) e internacional (4,7%) (Souza *et al.*, 2022). Em 2020, o Maranhão registrou um aumento de 6,9% na produção de peixes de cultivo, os peixes nativos predominaram no mercado estadual, representando uma média de 85,5% da produção maranhense total de peixes cultivados, totalizando 40.800 toneladas (Souza *et al.*, 2022).

No município de Imperatriz do Maranhão, situado na região do Médio Tocantins, as famílias de pescadores dependem do pescado local como principal fonte de proteína. Estudos na Amazônia indicam que o consumo de peixe é central para a segurança alimentar dessas populações (Hacon *et al.*, 2020; Basta *et al.*, 2023). Dentre as espécies de peixes frequentemente consumidas, destaca-se o peixe-cachorro, uma espécie de hábito alimentar piscívoro, que tende a apresentar maiores concentrações de mercúrio devido à biomagnificação trófica (Basta *et al.*, 2023). Avaliações recentes demonstram que a concentração média de mercúrio em peixes amazônicos gira em torno de 0,29

µg/g, valor semelhante ao observado para espécies locais como o peixe-cachorro (Pierezan *et al*., 2024).

Pesquisas relacionadas a *Hydrolycus armatus* (Jardine & Dchomburgk, 1841), têm sido direcionadas principalmente para aspectos ecológicos, como alimentação, comportamento e influência de parâmetros ambientais, incluindo a contaminação por mercúrio. Estudos demonstram que peixes predadores apresentam maior bioacumulação de mercúrio, estando esse processo diretamente relacionado à dieta e à posição trófica das espécies (Amundsen *et al*., 2023; Díaz-Delgado *et al*., 2024). Além disso, fatores ambientais podem influenciar o comportamento alimentar e fisiológico dos peixes, evidenciando o foco predominante das pesquisas em aspectos ecológicos e toxicológicos (Harayashiki *et al*., 2018).

Entretanto, observa-se uma escassez de informações detalhadas acerca da osteologia de *H. armatus*, uma vez que, apesar dos avanços recentes em estudos ecológicos e moleculares, descrições osteológicas permanecem limitadas e disponíveis apenas para um número reduzido de espécies (Alsafy *et al*., 2025; Marinho *et al*., 2025). Nesse contexto, a compreensão da morfologia e da osteologia é fundamental para avanços no conhecimento científico (Fig. 1), contribuindo para interpretações evolutivas, funcionais e sistemáticas das espécies (Betancur *et al*., 2017).



Figura 1. Peixe cachorra (*Hydrolycus armatus*).

As características morfológicas constituem importantes fontes de dados para a construção de hipóteses filogenéticas, contribuindo para a compreensão das relações evolutivas entre as espécies (Melo *et al*., 2024). Nesse contexto, estudos osteológicos desempenham papel fundamental ao identificar caracteres anatômicos relevantes para a sistemática e evolução dos peixes (Pinna *et al*., 2025). Além disso, o aprofundamento do conhecimento sobre a anatomia de peixes possibilita uma compreensão mais abrangente dos aspectos ecológicos, funcionais e evolutivos associados às espécies (Nash *et al*., 2022). Desse modo, estudos descritivos desempenham uma função primordial ao facilitar essa compreensão, fornecendo uma base sólida para a análise e interpretação dos dados osteológicos (Marinheiro, 2014; Melo *et al*., 2024). Devido a lacunas na pesquisa sobre a morfologia óssea do *H. armatus*, neste estudo buscou-se descrever seus principais ossos, bem como sua morfologia.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O rio Tocantins médio está entre os maiores sistemas fluviais; este, unido ao rio Araguaia, forma a bacia Araguaia-Tocantins, que se destaca por sua grande área de drenagem, 67.000 km² (Pelicice *et al*., 2021). A diversidade dos rios que formam essa bacia é única e apresenta espécies exclusivas (Barbosa *et al*., 2020; Pelicice *et al*., 2021; Acioly *et al*., 2024). Para este estudo foi utilizada a espécie *H. armatus,* conhecida popularmente como peixe-cachorra. O material coletado na seção média do rio Tocantins (05º 44› 55“S, 47º 21› 38” W), próximo ao município de Ribeirãozinho, Maranhão, Brasil, foi recolhido e colocado em recipiente com gelo e necropsiado no Laboratório de Limnologia da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL.

Técnica de dissecação

Para a dissecação, foram utilizados materiais como pinças, tesoura, bisturi. O procedimento inicial se deu na desencarnação do animal, ou seja, na retirada da carne, músculos e tecidos (Tabela 1). Para isso, utilizou-se água fervente para que as carnes do indivíduo fossem mais facilmente retiradas dos ossos. Após o descarne e maceração, foi utilizado peróxido de hidrogênio – H_2O_2 para o clareamento da peça ou esqueleto do peixe. O clareamento ocorreu com tempo variado de acordo com a necessidade do processo. Ainda, a peça foi lavada em água corrente e exposta ao sol para secagem.

Tabela 1. Materiais usados para dissecação.

Material utilizado	
Pinças	dissecação / maceração
Bisturi	
Tesoura	
Água corrente	desercarnação e segmentação
Água fervente	
Peróxido de Hidrogênio	clareamento

Aspectos éticos: Os autores declaram que cumpriram todas as normas de ética e integridade acadêmica e que o trabalho esteve sob licença do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO sob o protocolo de Nº 77709-2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Hydrolycus armatus, apresenta corpo alto e largo com coloração prateada, essa espécie se encontra distribuída em águas correntes e lagos com maior distribuição em águas claras, sendo amplamente distribuído em ambientes de água doce da América do Sul, especialmente nas bacias Amazônica e Araguaia-Tocantins (Fig. 1). Devido às suas características predatórias, sua alimentação baseia-se em peixes, além disso, se reproduz em períodos de cheias e migrações em épocas de reprodução, pode ainda ter o peso maior que 10kg e comprimento de 90cm (Duponchelle *et al.*, 2021; FishBase, 2024). Esse peixe apresenta adaptações distintas ao ambiente aquático, como o corpo prateado e morfologia que favorece sua eficiência como predador piscívoro. Sua distribuição sugere uma preferência por habitats com boa visibilidade e alta oxigenação. A reprodução durante os períodos de cheia permite a sobrevivência em ambientes tropicais variáveis.

O anel orbital da espécie em estudo é constituído de um conjunto de estruturas localizadas na parte superior deste, como o dilatador operculi acima do paraesfenóide que compreende a borda externa da interna do anel orbital (Fig. 2). Os characiformes são compostos por ossos portadores de canais que formam características primitivas para essa ordem, placas ósseas são formadas por um anel orbital, as placas cobrem a musculatura

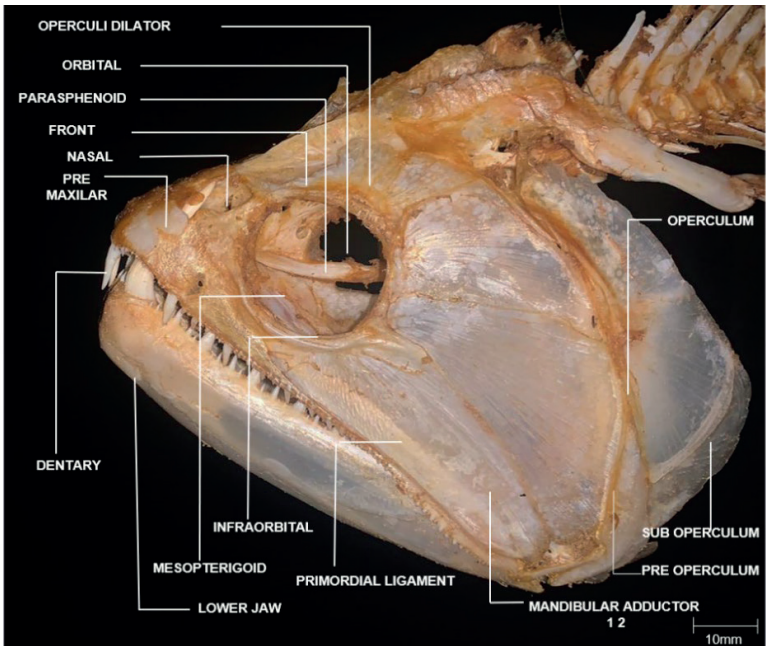


Figura 2. Vista látero-dorsal do lado esquerdo da cabeça de *Hydrolycus armatus*, sem musculatura associada.

adutora da bochecha dessas espécies (Dornburg & Perto, 2021; Berkovitz & Shellis, 2023). O anel orbital dessa espécie é composto por estruturas ósseas que desempenham funções de proteção e movimentação da cabeça, destacando-se o dilatador operculi, que atua diretamente sobre o opérculo. Nos Characiformes, a presença desses canais ósseos e das placas que envolvem a musculatura da bochecha reflete características ancestrais dessa ordem. Essas formações fortalecem a rigidez estrutural necessária para comportamentos alimentares e predatórios.

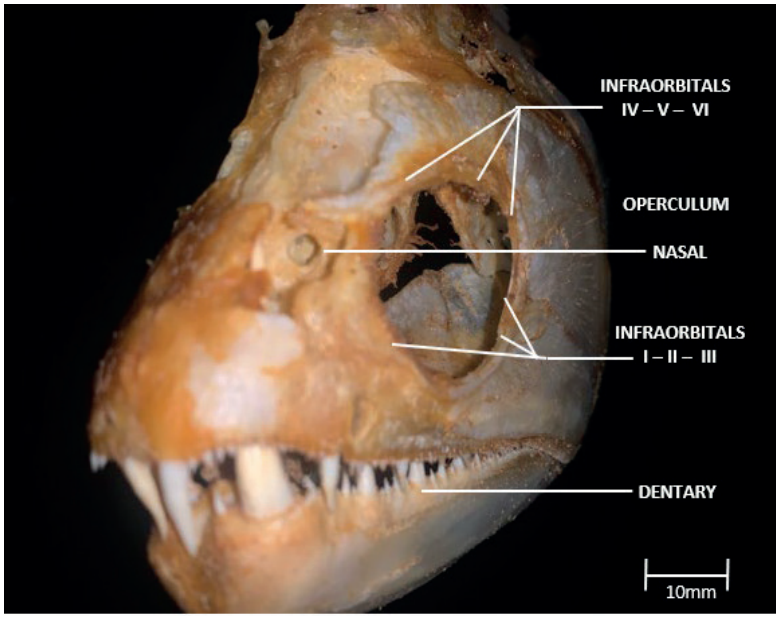


Figura 3. Vista anterofrontal da cabeça de *Hydrolycus armatus*, sem musculatura associada.

O dilatador operculi é um músculo originado no espinho do esfenótico, inserido no ápice ântero-dorsal do opérculo, desempenhando papel importante na movimentação do aparelho opercular. A porção anterior desse músculo é posicionada posteriormente dorsalmente à órbita na cabeça; estudos recentes sobre a musculatura craniana em teleósteos indicam que sua organização e inserção estão associadas à funcionalidade do mecanismo de ventilação branquial e à dinâmica alimentar, apresentando variações morfológicas entre diferentes grupos dentro de Characiformes (Betancur *et al.*, 2017; Malabarba & Malabarba, 2020). Unidas ao dilatador operculi, estão estruturas como o adutor mandibular 1, 2, o pré-operculi e o suboperculi e o opérculo. O pré-opérculo na ordem dos Characiformes em geral possui margens posteriores e ventrais que formam um ângulo reto e pouco arredondado; sua característica é o perfil posterior convexo (Nelson *et al.*, 2016). O dilatador operculi facilita a movimentação do opérculo, que é fundamental para a respiração e para a criação de um fluxo de água sobre as brânquias durante a alimentação. A forma e o posicionamento do pré-opérculo, com suas margens e perfil convexo, contribuem para a estabilidade e o suporte do sistema branquial e da mandíbula, permitindo um movimento coordenado e eficaz durante a captura de presas.

Na espécie *H. armatus*, seis ossos infraorbitais estão associados a um canal látero-sensorial proveniente do neurocrânio que se prolonga ventralmente e anteriormente pelos infraorbitais 5, 4, 3, 2 e 1 a partir do infraorbital 6 (Fig. 3) (Pastana *et al.*, 2020). Mas em peixes dos gêneros *Boulengerella* e *Hoplias* o canal passa na região mediana de cada osso da série infraorbital e é excluído da margem interna do anel orbital por uma lâmina óssea de cada osso.

Na espécie *H. armatus*, o osso nasal apresenta conformação tubular, intimamente associado ao canal látero-sensorial cefálico. Essa estrutura estende-se anteriormente, alcançando a região da porção horizontal do pré-maxilar, onde se aproxima da base da série dentária desse osso. Tal organização evidencia a integração entre os elementos do sistema sensorial e as estruturas do aparelho trófico, sendo uma característica funcional relevante em Characiformes predadores (Pastana *et al.*, 2020). Possui uma dentição mandibular anterior robusta alojada em um espaço entre o etmóide, ectopterigoide e maxila na parte posterior, e a pré-maxila nas margens anterolaterais (Figueroa & Andrews, 2023). Essas características anatômicas revelam a especialização adaptativa da espécie em seu ambiente aquático. A porção nasal dessa espécie evidencia uma adaptação para a percepção sensorial e para a captura de presas, enquanto a dentição mandibular robusta é posicionada de modo a otimizar a eficiência na alimentação.

Embora os Characiformes apresentem grande diversidade de dentição, a maioria dos seus táxons representantes tem seus dentes localizados ao longo do pré-maxilar, dentário e maxilar, internamente à boca (Nelson *et al.*, 2016). Além disso, estão presentes duas séries distintas de dentes no pré-maxilar; no geral, têm formato e tamanhos similares ao longo de todo o osso, tornando a margem distal da série de dentes retilínea (Roberts, 1969). Essas características dentárias auxiliam a entender a evolução e a adaptação alimentar desses peixes, demonstrando como essas espécies se adaptam a diferentes formas de alimentação e suas estratégias evolutivas.

No peixe *H. armatus* alguns dentes são maiores que os demais ao longo da série de dentes, ainda, seus dentes são afiados adaptados para agarrar suas pressas e a sua dieta carnívora. Em alguns estudos a diversidade de tipos de dentes são utilizadas como diagnósticos para grupos e ordens (Vari, 1979). Embora, algumas características sejam específicas de algumas espécies, o *H. armatus* pode ser observado com algumas similaridades a outras espécies de Characiformes, apesar de ser carnívoro seus hábitos alimentares, migratório e de reprodução, suas características estruturais são adaptadas ao seu modo de vida.

O conhecimento sobre estudos osteológicos desempenha um papel importante na compreensão da anatomia dos peixes, porém, há uma carência de informações específicas sobre a osteologia do peixe-cachorra (*H. armatus)* na literatura e na região Tocantina. Diante dessa lacuna, este estudo descreveu o esqueleto axial e dos ossos do crânio do *H. armatus*, fornecendo uma visão detalhada de sua morfologia óssea. As características dentárias auxiliam a entender a evolução e a adaptação alimentar desses peixes, demonstrando como essas espécies se ajustam a diferentes formas de alimentação e suas estratégias evolutivas. A análise do esqueleto axial e dos ossos cranianos contribui para uma melhor compreensão dos mecanismos que sustentam a vida desse peixe, fornecendo informações valiosas para futuras investigações sobre sua morfologia óssea e estudos anatômicos na bacia Araguaia-Tocantins.

Author contributions: CRediT (Contributor Roles Taxonomy)

LABG = Letícia Almeida Barbosa Gomes

LRP = Luciana Rocha Paula

DCV = Diego Carvalho Viana

Conceptualization: LABG

Data curation: LABG

Formal Analysis: LRP

Funding acquisition: LABG

Investigation: LABG

Methodology: LABG

Project administration: DCV

Resources: LABG

Software: LABG

Supervision: DCV

Validation: DCV

Visualization: LABG, LRP, DCV

Writing – original draft: LABG, LRP

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acioly, T. M. D. S., da Silva, M. F., Barbosa, L. A., Iannacone, J., & Viana, D. C. (2024). Levels of potentially toxic and essential elements in water and estimation of human health risks in a river located at the interface of Brazilian Savanna and Amazon Biomes (Tocantins River). *Toxics*, *12,* 444.

Alsafy, M. A. M., Abd-Elhafeez, H. H., Rashwan, A. M., Erasha, A., Ali, S., & El-Gendy, S.A.A. (2025). Anatomy, histology, and morphology of fish gills in relation to feeding habits: a comparative review. *BMC Zoology, 10,* 3.

Amundsen, P. A., Henriksson, M., Poste, A., Prati, S., & Power, M. (2023). Ecological drivers of mercury bioaccumulation in fish of a Subarctic Watercourse. *Environmental Toxicology and Chemistry*, *42*, 873–887.

Barbosa, L.A., Viana, D.C., & Queiroz, C. (2020). Caracterização da pesca artesanal e comercialização de pescado em feiras livres. *Revista eletrônica científico ensino interdisciplinar*, *6*, 156-162.

Basta, P. C., de Vasconcellos, A. C. S., Hallwass, G., Yokota, D., Pinto, D. d. O. d. R., de Aguiar, D. S., de Souza, C. C., & Oliveira-da-Costa, M. (2023). Risk assessment of mercury-contaminated fish consumption in the Brazilian Amazon. *Toxics*, *11*, 800.

Betancur, R., Wiley, E. O., Arratia, G., Acero, A., Bailly, N., Miya, M., & Ortí, G. (2017). Phylogenetic classification of bony fishes. *BMC Evolutionary Biology*, *19*, 162.

Berkovitz, B., & Shellis, P. (2023). *The Teeth of Non-Mammalian Vertebrates*. Academic Press.

Díaz-Delgado, E., Girolametti, F., Annibaldi, A., Trueman, C.N., & Willis, T.J. (2024). Mercury bioaccumulation and trophic biomarkers. *Marine Pollution Bulletin*, *201*, 116218.

Dornburg, A., & Perto, T. J. (2021). The Emerging Phylogenetic Perspective on the Evolution of

Actinopterygian Fishes. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, *52*, 427–452.

Duponchelle, F., Zuanon, J., Garcia-Dávila, G. P. V. N., Akama, A., García-Vásquez, C. A., Carvajal-Vallejos, G. M., Carvajal-Vallejos, E.M., Carvajal-Vallejos, F., Desmarais, A., Doria, C., Pouilly, M., & Mérona, L. (2021). The impacts of hydroelectric dams on migratory fishes in the Amazon basin: a review. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, *31*, 2340–2357.

Figueroa, R. T., & Andrews, J. V. (2023). Fitting fangs in a finite face: A novel fang accommodation strategy in a 280 million year old raymfinned fish. *Journal of Anatomy*, *242*, 525–534.

Fishbase (2026). *Hydrolycus armatus* (Jardine & Schomburgk, 1841). https://www.fishbase.se

Hacon, S. D. S., Oliveira, M., Gama, C. D. S, Ferreira, R., Basta, P. C, Schramm, A., & Yokota, D. (2020). Exposição ao mercúrio através do consumo de peixe em comunidades tradicionais na Amazônia Norte brasileira. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*, 5269.

Harayashiki, C. A. Y., Reichelt-Brushett, A., Cowden, K., & Benkendorff, K. (2018). Effects of oral exposure to inorganic mercury on the feeding behaviour and biochemical markers in yellowfin bream (*Acanthopagrus australis*). *Marine Environmental Research*,*134*, 1–15.

Lopes, M. L. B., Costa, P. A., Santos, J. D. S. B. D., Cunha, S. D. J. T. D., Santos, M. A. S. D., & Santana, A. C. D. (2010). *Mercado e dinâmica espacial da cadeia produtiva da pesca e aquicultura na Amazônia*. Banco da Amazônia: Estudos setoriais.

Marinheiro, A. F. (2014). Descrição osteológica do aparelho oral e a relação com a dieta de Stegastes fuscus (Pomacentridae: Teleostei). Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Campina Grande.

Marinho, N.; Oliveira, C.; Foresti, F.; Mattox, G. M., & Benine, R. C. (2025). Synthesis of studies on comparative brain morphology in freshwater fishes in Brazil: a 25-year review. *Papéis Avulsos de Zoologia, 65*, e202565023.

Malabarba, L. R., & Malabarba, M. C (2020). Filogenia e classificação de peixes neotropicais. Baldisserotto, B., Cyrino, J.E.P., Urbinati, E.C. (eds.). Em *Biologia e fisiologia de peixes neotropicais de água doce*, pp. 1-19. Academic Press.

Melo, B. F., Betancur-R, R., Mattox, G., Carvalho, T. P., Bockmann, F. A., Menezes, N. A., Marinho, M. M. F., & Oliveira, C. (2024). Phylogenomic and anatomical evidence for diversification of characiform fishes. *Evolutionary Journal of the Linnean Society, 3,* kzae030.

Nash, C. M., Lungstrom, L. L., Hughes, L. C., & Westneat, M. W. (2022). Phylogenomics and body shape morphometrics reveal recent diversification in the goatfishes (Syngnatharia: Mullidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, *177*, 107616.

Nelson, J. S., Grande, T. C., & Wilson, M. V. H. (2016). *Peixes do mundo*. John Wiley & Sons.

Pastana, M.N.L., Bockmann, F.A. & Datovo, A. (2020). The cephalic lateral-line system of Characiformes (Teleostei: Ostariophysi): Anatomy and phylogenetic implications. *Zoological Journal of the Linnean Society,189*, 1–46.

Pelicice, F. M., Gomes, L. C., Pompeu, P. S., Angelini, R., & Agostinho, A.A.(2021). Large - scale degradation of the Tocantins-Araguaia River basin. *Environmental Management*, 68, 445-452.

Pierezan, M.D., Hoff, R.B., Marsico, E.T., & Verruck, S. (2024). Total mercury and methylmercury levels in Brazilian Amazon fish: A scope review with meta-analysis and local population health risk assessment. *Journal of Trace Elements and Minerals,10*, 100196.

Pinna, M., Reis, V. J. C., & Donascimiento, C. (2025). On two new genera of Trichomycteridae. *Papéis Avulsos de Zoologia, 65,* e202565027.

Roberts, T. R. (1969). Osteology and relationships of characoid fishes, particularlythe genera *Hepsetus*, *Salminus*, *Hoplias*, *Ctenolucius*, and *Acestrorhynchus*. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, *36*, 391–500.

Souza, A.C.F., Guimarães, E.C., Santos, J.P., Costa, F.N., & Viana, D.C. (2022). Piscicultura no estado do Maranhão: perspectivas para aceleração da produção de peixes nativos. *Scientia Plena*, *18,* 1-18.

Vari, R.P. (1979). Anatomy, relationships and classification of the families Citharinidae and Distichodontidae (Pisces, Characoidea). *Bulletin of the British Museum of Natural History, 36*, 261–344.

Received December 9, 2025.
Accepted March 28, 2026.