

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

2 DOI: <https://doi.org/10.62430/rtb20262412126>

3 Este artículo es publicado por la revista The Biologist (Lima) de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática,
4 Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los
5 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,
6 siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original.
7



8

9

10 ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

11

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

15

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

17

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

19

19 LETÍCIA ALMEIDA BARBOSA¹, LUCIANA ROCHA PAULA¹ & DIEGO CARVALHO
20 Viana^{1,2}

21

21 ¹ Programa de Pós Graduação em Ciência Animal – PPGCA. Universidade Estadual
22 do Maranhão – Cidade Universitária Paulo VI – Avenida Lourenço Vieira da Silva 1.000
23 – São Luís/MA, Brasil

24

24 ² Centro de Ciências Agrárias, Núcleo de Estudos Morfofisiológicos Avançados
25 (NEMO), Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL),
26 Imperatriz, Brazil.

27

27 * Corresponding author: lealmeid.barbosa@gmail.com

28

29 Almeida Barbosa *et al.*

30 Running Head: Anatomical description of the skull of *Hydrolycus armatus*

31

32 Letícia Almeida Barbosa:  <https://orcid.org/0000-0003-2251-7353>

33 Luciana Rocha Paula:  <https://orcid.org/0000-0002-6264-7876>

34 Diego Carvalho Viana:  <https://orcid.org/0000-0002-3302-9892>

35

36

37

38 **ABSTRACT**

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

53 **Keywords:** Anatomy – Skull – Ichthyofauna – Morphology – Osteology

54

55 **RESUMEN**

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

70 valiosa para investigaciones sobre su morfología ósea y estudios anatómicos en la
71 cuenca del Araguaia-Tocantins.

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

73

74

RESUMO

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

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

91

INTRODUÇÃO

93

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

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

103 85,5% da produção maranhense total de peixes cultivados, totalizando 40.800
104 toneladas (Souza *et al.*, 2022).

105 No município de Imperatriz do Maranhão, situado na região do médio Tocantins, as
106 famílias de pescadores dependem do pescado local como principal fonte de proteína.
107 Estudos na Amazônia indicam que o consumo de peixe é central para a segurança
108 alimentar dessas populações (Hacon *et al.*, 2020; Basta *et al.*, 2023). Dentre as
109 espécies de peixes frequentemente consumidas, destaca-se o peixe-cachorro, uma
110 espécie de hábito alimentar piscívoro, estes tendem a apresentar maiores
111 concentrações de mercúrio devido à biomagnificação trófica (Basta *et al.*, 2023).
112 Avaliações recentes demonstram que a concentração média de mercúrio em peixes
113 amazônicos gira em torno de 0,29 µg/g, valor semelhante ao observado para espécies
114 locais como o peixe-cachorro (Pierezan *et al.*, 2024).

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

124 Entretanto, observa-se uma escassez de informações detalhadas acerca da
125 osteologia de *H. armatus*, uma vez que, apesar dos avanços recentes em estudos
126 ecológicos e moleculares, descrições osteológicas permanecem limitadas e
127 disponíveis apenas para um número reduzido de espécies (Alsafy *et al.*, 2025; Marinho
128 *et al.*, 2025). Nesse contexto, a compreensão da morfologia e da osteologia é
129 fundamental para avanços no conhecimento científico (Fig. 1), contribuindo para
130 interpretações evolutivas, funcionais e sistemáticas das espécies (Betancur-R *et al.*,
131 2017).

132

133

134

135

136

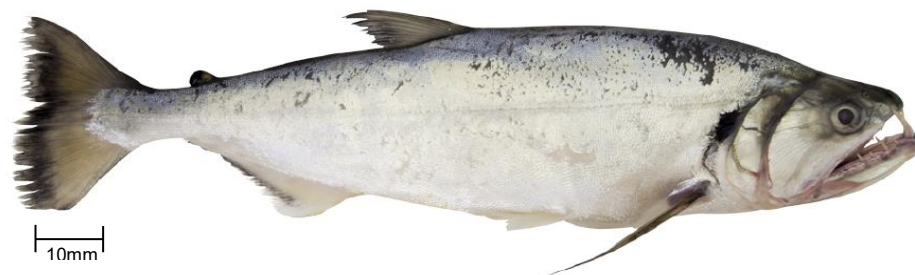


Figura 1. Peixe cachorra (*Hydrolycus armatus*).

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 compressão, fornecendo uma base sólida para a análise e interpretação dos dados osteológicos (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 médio rio Tocantins 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 são únicas e apresentam espécies exclusivas (Barbosa *et al.*, 2020; Pelicice *et al.*, 2021; Acioly *et al.*, 2024). Para este estudo foi utilizado a espécie *H. armatus*, conhecido popularmente como peixe-cachorra. O material coletado na seção média do rio Tocantins (05° 44' 55"S, 47° 21' 38" W), próximo ao município de Ribeirãozinho,

169 Maranhão, Brasil, foi recolhido e colocado em recipiente com gelo e necropsiado no
170 Laboratório de Limnologia da Universidade Estadual da Região Tocantina do
171 Maranhão – UEMASUL.

172 **Técnica de dissecação**

173 Para a dissecação foram utilizados materiais como pinças, tesoura, bisturi, o
174 procedimento inicial se deu na desencarnação do animal, ou seja, na retirada da
175 carne, músculos e tecidos Tabela 1. Para isso utilizou-se água fervente para que as
176 carnes do indivíduo fossem mais facilmente retiradas dos ossos. Após o descarte e
177 maceração, foi utilizado Peróxido de Hidrogênio – H₂O₂, para o clareamento da peça
178 ou esqueleto do peixe, o clareamento ocorreu com tempo variado de acordo com a
179 necessidade do processo. Ainda, a peça foi lavada em água corrente e exposta ao sol
180 para secagem.

181

182

Tabela 1. Materiais usados para dissecação.

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

183

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

187

188 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

189

190 *Hydrolycus armatus*, apresenta corpo alto e largo com coloração prateada, essa
191 espécie se encontra distribuída em águas correntes e lagos com maior distribuição
192 em águas claras, sendo amplamente distribuído em ambientes de água doce da
193 América do Sul, especialmente nas bacias Amazônica e Araguaia-Tocantins (Fig. 1).
194 Devido às suas características predatórias, sua alimentação baseia-se em peixes,
195 além disso, se reproduz em períodos de cheias e migrações em épocas de
196 reprodução, pode ainda ter o peso maior que 10kg e comprimento de 90cm

197 (Duponchelle *et al.*, 2021; FishBase, 2024). Esse peixe apresenta adaptações
198 distintas ao ambiente aquático, como o corpo prateado e morfologia que favorece sua
199 eficiência como predador piscívoro. Sua distribuição sugere uma preferência por
200 habitats com boa visibilidade e alta oxigenação. A reprodução durante os períodos de
201 cheia permite a sobrevivência em ambientes tropicais variáveis.

202 O anel orbital da espécie em estudo é constituído de um conjunto de estruturas
203 localizadas na parte superior deste, como o dilatador operculi acima do paraesfenóide
204 que compreende a borda externa da interna do anel orbital (Fig. 2). Os characiformes
205 são compostos por ossos portadores de canais que formam características primitivas
206 para essa ordem, placas ósseas são formadas por um anel orbital, as placas cobrem
207 a musculatura adutora da bochecha dessas espécies (Dornburg & Thomas, 2021;
208 Berkovitz & Shellis, 2023). O anel orbital dessa espécie é composto por estruturas
209 ósseas que desempenham funções de proteção e movimentação da cabeça,
210 destacando-se o dilatador operculi, que atua diretamente sobre o opérculo. Nos
211 Characiformes, a presença desses canais ósseos e das placas que envolvem a
212 musculatura da bochecha reflete características ancestrais dessa ordem. Essas
213 formações fortalecem a rigidez estrutural necessária para comportamentos
214 alimentares e predatórios.

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

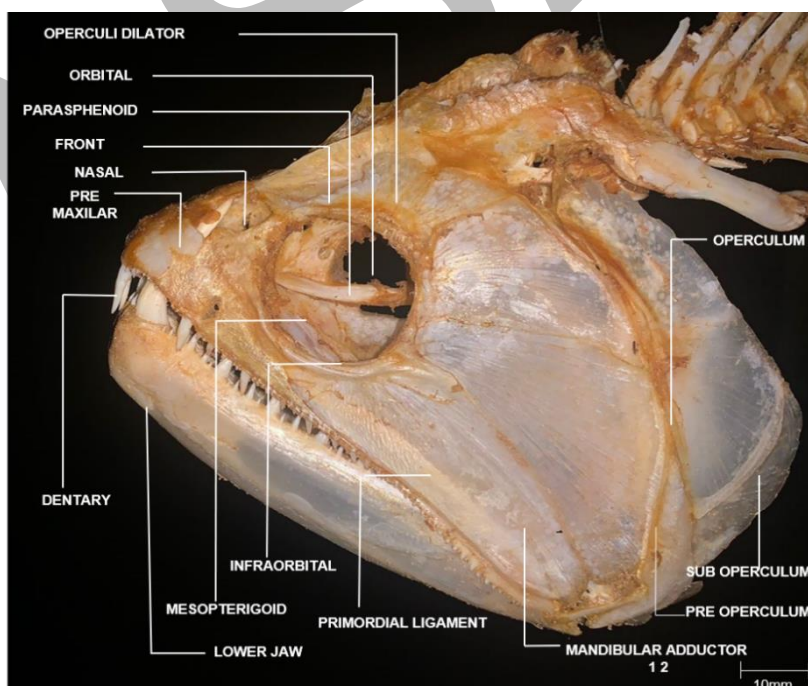
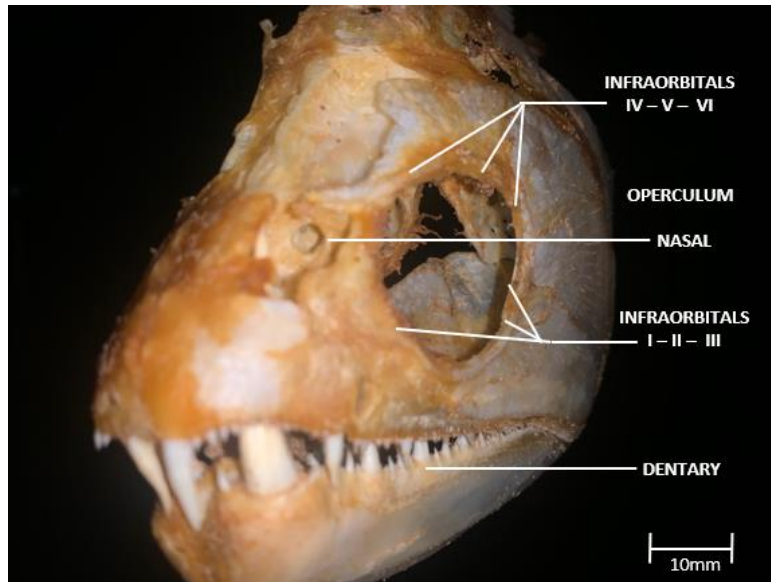


Figura 2. Vista látero-dorsal do lado esquerdo da cabeça de *Hydrolycus armatus*, sem musculatura associada.

236 O dilatator operculi é um músculo originado no espinho do esfenótico, inserido no
237 ápice ântero-dorsal do opérculo, desempenhando papel importante na movimentação
238 do aparelho opercular. a porção anterior desse músculo são posicionadas posterior
239 dorsalmente à órbita na cabeça, estudos recentes sobre a musculatura craniana em
240 teleósteos indicam que sua organização e inserção estão associadas à funcionalidade
241 do mecanismo de ventilação branquial e à dinâmica alimentar, apresentando
242 variações morfológicas entre diferentes grupos dentro de Characiformes (Betancur-R
243 *et al.*, 2017; Malabarba & Malabarba, 2020). Unido ao dilatador operculi, estão
244 estruturas como o adductor mandibular 1, 2, o pré e sub opérculo e o opérculo. O
245 pré-opérculo na ordem dos Characiformes em geral possuem margens posterior e
246 ventral que forma um ângulo reto e pouco arredondado, sua característica é perfil
247 posterior convexo (Nelson *et al.*, 2016). O dilatador operculi facilita a movimentação
248 do opérculo, que é fundamental para a respiração e para a criação de um fluxo de
249 água sobre as brânquias durante a alimentação. A forma e o posicionamento do pré-
250 opérculo, com suas margens e perfil convexo, contribuem para a estabilidade e o
251 suporte do sistema branquial e da mandíbula, permitindo um movimento coordenado
252 e eficaz durante a captura de presas.

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

259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270



271 **Figura 3.** Vista antero frontal da cabeça de *Hydrolycus armatus*, sem musculatura
272 associada.

273

274 Na espécie *H. armatus*, o osso nasal apresenta conformação tubular, intimamente
275 associado ao canal látero-sensorial cefálico. Essa estrutura estende-se anteriormente,
276 alcançando a região da porção horizontal do pré-maxilar, onde se aproxima da base
277 da série dentária desse osso. Tal organização evidencia a integração entre os
278 elementos do sistema sensorial e as estruturas do aparelho trófico, sendo uma
279 característica funcional relevante em Characiformes predadores (Pastana *et al.*,
280 2020). Possui uma dentição mandibular anterior robusta alojada em um espaço entre
281 o etmóide, ectopterigoide e maxila na parte posterior, e a pré-maxila nas margens
282 anterolaterais (Figueroa & Andrews, 2023). Essas características anatômicas revelam
283 a especialização adaptativa da espécie em seu ambiente aquático. A porção nasal
284 dessa espécie evidencia uma adaptação para a percepção sensorial e a para a
285 captura de presas, enquanto a dentição mandibular robusta é posicionada de modo a
286 otimizar a eficiência na alimentação.

287 Embora os Characiformes apresentem grande diversidade de dentição, maioria dos
288 seus táxons representantes tem seus dentes localizados dispostos ao longo do pré-
289 maxilar, dentário e maxilar, interno a boca (Nelson *et al.*, 2016). Além disso, estão
290 presentes duas séries distintas de dentes no pré-maxilar, no geral tem formato e
291 tamanhos similares ao longo de todo osso tornando a margem distal da série de

292 dentes retilínea (Roberts, 1969). Essas características dentárias auxiliam a entender
293 a evolução e a adaptação alimentar desses peixes, demonstrando como essas
294 espécies se adaptam a diferentes formas de alimentação e suas estratégias
295 evolutivas.

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

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

315

316 **Author contributions: CRediT (Contributor Roles Taxonomy)**

317 **LABG** = Letícia Almeida Barbosa Gomes

318 **LRP** = Luciana Rocha Paula

319 **DCV** = Diego Carvalho Viana

320

321 **Conceptualization:** LABG

322 **Data curation:** LABG

323 **Formal Analysis:** LRP

324 **Funding acquisition:** LABG

325 **Investigation:** LABG
326 **Methodology:** LABG
327 **Project administration:** DCV
328 **Resources:** LABG
329 **Software:** LABG
330 **Supervision:** DCV
331 **Validation:** DCV
332 **Visualization:** LABG, LRP, DCV
333 **Writing – original draft:** LABG, LRP

334

335 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 336 Acioly, T. M. D. S., da Silva, M. F., Barbosa, L. A., Iannacone, J., & Viana, D. C. (2024).
337 Levels of Potentially Toxic and Essential Elements in Water and Estimation of
338 Human Health Risks in a River Located at the Interface of Brazilian Savanna and
339 Amazon Biomes (Tocantins River). *Toxics*, *12*, 444.
- 340 Alsafy, M. A. M., Abd-Elhafeez, H. H., Rashwan, A. M., Erasha, A., Ali, S., & El-Gendy,
341 S.A.A. (2025). Anatomy, histology, and morphology of fish gills in relation to
342 feeding habits: a comparative review. *BMC Zoology*, *10*, 3.
- 343 Amundsen, P. A., Henriksson, M., Poste, A., Prati, S., & Power, M. (2023). Ecological
344 drivers of mercury bioaccumulation in fish of a Subarctic Watercourse.
345 *Environmental Toxicology and Chemistry*, *42*, 873–887.
- 346 Barbosa, L.A., Viana, D.C., & Queiroz, C. (2020). Caracterização da pesca artesanal
347 e comercialização de pescado em feiras livres. *Revista eletrônica científico*
348 *ensino interdisciplinar*, *6*, 156-162.
- 349 Basta, P. C., de Vasconcellos, A. C. S., Hallwass, G., Yokota, D., Pinto, D. d. O. d. R.,
350 de Aguiar, D. S., de Souza, C. C., & Oliveira-da-Costa, M. (2023). Risk
351 assessment of mercury-contaminated fish consumption in the Brazilian Amazon.
352 *Toxics*, *11*, 800.
- 353 Betancur-R, R., Wiley, E. O., Arratia, G., Acero, A., Bailly, N., Miya, M., & Ortí, G.
354 (2017). Phylogenetic classification of bony fishes. *BMC Evolutionary Biology*, *19*,
355 162.
- 356 Berkovitz, B., & Shellis, P. (2023). *The Teeth of Non-Mammalian Vertebrates*.
357 Academic Press.

- 358 Dornburg, A., & Perto, T. J. (2021). The Emerging Phylogenetic Perspective on the
359 Evolution of Actinopterygian Fishes. *Annual Review of Ecology, Evolution, and*
360 *Systematics*, 52, 427–452.
- 361 Duponchelle, F., Zuanon, J., Garcia-Dávila, G. P. V. N., Akama, A., García-Vásquez,
362 C. A., Carvajal-Vallejos, G. M., Carvajal-Vallejos, E.M., Carvajal-Vallejos, F.,
363 Desmarais, A., Doria, C., Pouilly, M., & Mérona, L.
364 (2021). The impacts of hydroelectric dams on migratory fishes in the Amazon
365 basin: a review. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 31,
366 2340–2357.
- 367 Díaz-Delgado, E., Girolametti, F., Annibaldi, A., Trueman, C.N., & Willis, T.J. (2024).
368 Mercury bioaccumulation and trophic biomarkers. *Marine Pollution Bulletin*, 201,
369 116218.
- 370 Figueroa, R. T., & Andrews, J. V. (2023). Fitting fangs in a finite face: A novel fang
371 accommodation strategy in a 280 million year old rayfinned fish. *Journal of*
372 *Anatomy*, 242, 525–534.
- 373 Fishbase (2026). *Hydrolycus armatus* (Jardine & Schomburgk, 1841).
374 <https://www.fishbase.se>
- 375 Hacon, S. D. S., Oliveira, M., Gama, C. D. S., Ferreira, R., Basta, P. C, Schramm, A.,
376 & Yokota, D. (2020). Exposição ao mercúrio através do consumo de peixe em
377 comunidades tradicionais na Amazônia Norte brasileira. *International Journal of*
378 *Environmental Research and Public Health*, 17, 5269.
- 379 Harayashiki, C. A. Y., Reichelt-Brushett, A., Cowden, K., & Benkendorff, K. (2018).
380 Effects of oral exposure to inorganic mercury on the feeding behaviour and
381 biochemical markers in yellowfin bream (*Acanthopagrus australis*). *Marine*
382 *Environmental Research*, 134, 1–15.
- 383 Lopes, M. L. B., Costa, P. A., Santos, J. D. S. B. D., Cunha, S. D. J. T. D., Santos, M.
384 A. S. D., & Santana, A. C. D. (2010). *Mercado e dinâmica espacial da cadeia*
385 *produtiva da pesca e aquicultura na Amazônia*. Banco da Amazônia: Estudos
386 setoriais.
- 387 Marinheiro, A. F. (2014). Descrição osteológica do aparelho oral e a relação com a
388 dieta de *Stegastes fuscus* (Pomacentridae: Teleostei). Trabalho de Conclusão
389 de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de
390 Campina Grande.

- 391 Marinho, N.; Oliveira, C.; Foresti, F.; Mattox, G. M., & Benine, R. C. (2025). Synthesis
392 of studies on comparative brain morphology in freshwater fishes in Brazil: a 25-
393 year review. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 65, e202565023.
- 394 Malabarba, L. R., & Malabarba, M. C (2020). Filogenia e classificação de peixes
395 neotropicais. Baldisserotto, B., Cyrino, J.E.P., Urbinati, E.C. (eds.). Em *Biologia*
396 *e fisiologia de peixes neotropicais de água doce*, pp. 1-19. Academic Press.
- 397 Melo, B. F., Betancur-R, R., Mattox, G., Carvalho, T. P., Bockmann, F. A., Menezes,
398 N. A., Marinho, M. M. F., & Oliveira, C. (2024). Phylogenomic and anatomical
399 evidence for diversification of characiform fishes. *Evolutionary Journal of the*
400 *Linnean Society*, 3, kzae030.
- 401 Nash, C. M., Lungstrom, L. L., Hughes, L. C., & Westneat, M. W. (2022).
402 Phylogenomics and body shape morphometrics reveal recent diversification in
403 the goatfishes (Syngnatharia: Mullidae). *Molecular Phylogenetics and*
404 *Evolution*, 177, 107616.
- 405 Nelson, J. S., Grande, T. C., & Wilson, M. V. H. (2016). *Peixes do mundo*. John Wiley
406 & Sons.
- 407 Pastana, M.N.L., Bockmann, F.A. & Datovo, A. (2020). The cephalic lateral-line system
408 of Characiformes (Teleostei: Ostariophysi): Anatomy and phylogenetic
409 implications. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 189, 1–46.
- 410 Pelicice, F. M., Gomes, L. C., Pompeu, P. S., Angelini, R., & Agostinho, A. A. (2021).
411 Large-scale degradation of the Tocantins–Araguaia River basin.
412 *Environmental Management*, 68, 445-452.
- 413 Pierezan, M.D., Hoff, R.B., Marsico, E.T., & Verruck, S. (2024). Total mercury and
414 methylmercury levels in Brazilian Amazon fish: A scope review with meta-
415 analysis and local population health risk assessment. *Journal of Trace Elements*
416 *and Minerals*, 10, 100196.
- 417 Pinna, M., Reis, V. J. C., & Donascimento, C. (2025). On two new genera of
418 Trichomycteridae. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 65, e202565027.
- 419 Roberts, T. R. (1969). Osteology and relationships of characoid fishes, particularly the
420 genera *Hepsetus*, *Salminus*, *Hoplias*, *Ctenolucius*, and *Acestrorhynchus*.
421 *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 36, 391–500.

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

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

428 Received December 9, 2025.

429 Accepted March 28, 2026.

430

431

ASAP