



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE BRAGANÇA
INSTITUTO DE ESTUDOS COSTEIROS
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

JÚLIA FERNANDA BRITO LEITE

**DIVERSIDADE DE MONOCOTYLIDAE (PLATYHELMINTHES,
MONOPISTHOCOTYLA) PARASITOS DE *STYRACURA SCHMARDAE*
WERNER, 1904 (MYLIOBATIFORMES: POTAMOTRYGONIDAE,
STYRACURINAE) DE BELIZE, AMÉRICA CENTRAL**

BRAGANÇA/PA

2025

JÚLIA FERNANDA BRITO LEITE

**DIVERSIDADE DE MONOCOTYLIDAE (PLATYHELMINTHES,
MONOPISTHOCOTYLA) PARASITOS DE *STYRACURA SCHMARDAE* WERNER,
1904 (MYLIOBATIFORMES: POTAMOTRYGONIDAE, STYRACURINAE) DE
BELIZE, AMÉRICA CENTRAL.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Bragança, para cumprimento das exigências necessárias à obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Marcus Vinícius Domingues

BRAGANÇA/PA

2025

TERMO DE APROVAÇÃO
JÚLIA FERNANDA BRITO LEITE

**DIVERSIDADE DE MONOCOTYLIDAE (PLATYHELMINTHES,
MONOPISTHOCOTYLA) PARASITOS DE *STYRACURA SCHMARDAE*
(WERNER, 1904) (MYLIOBATIFORMES: POTAMOTRYGONIDAE,
STYRACURINAE) DE BELIZE, AMÉRICA CENTRAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Bragança, para cumprimento das exigências necessárias à obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Banca Examinadora

Prof. Dr. MARCUS VINÍCIUS DOMINGUES (Orientador)
Universidade Federal do Pará - Campus Universitário de Bragança

Prof. Dr. ALLAN RODRIGO OLIVEIRA RODRIGUES
Instituto Federal do Pará (IFPA)

M. SC. SABRINA DALMAS BRANCHI
Universidade Federal do Pará (UFPA)

EPÍGRAFE

“Seja feliz com o que você tem. Às vezes o que você quer, não é o que você precisa.”

Yan Douglas

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, *Silvia Brito e Edivaldo Leite*, e aos meus avós *Maria Norma Brito e Estandislau Brito* (in memoriam).

Amo Vocês!

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal do Pará (UFPA) e ao Laboratório de Sistemática e Coevolução (LASCO) por disponibilizarem a estrutura necessária para a realização deste trabalho. Também expresso minha gratidão à Estação Multiusuário (E-MULTIMAGEM) do IECOS-UFPA pelo acesso aos equipamentos ópticos de microscopia essenciais para os estudos morfológicos.

Sou especialmente grato ao professor Dr. Marcus Vinicius Domingues pela orientação, pelos ensinamentos valiosos e pelo apoio constante ao longo da graduação. Para além de um mentor exemplar, constituiu-se como referência acadêmica e pessoal, contribuindo de maneira substancial tanto para minha formação científica quanto para meu aprimoramento profissional. Aos colegas de laboratório, Sabrina Branchi, João Neto, Rosa Yasmin, Matheus Watanabe, Ailson Nunes, Iasmin Mufarrej, Livia Borges e Thiago Pereira, expresso minha sincera gratidão. Compartilhar o cotidiano no laboratório com todos vocês tornou essa jornada mais leve e enriquecedora, seja pelo aprendizado adquirido, pelo apoio mútuo ou pelas amizades que levarei comigo ao longo da vida

Não tenho palavras para agradecer por ter vivido esses anos ao lado de pessoas tão incríveis. Beatriz de Oliveira, Iasmin Mufarrej, Vinicius Cunha, Deliane Freitas e Jakeline Santos, vocês foram minha força nos dias difíceis e minha alegria nos momentos bons. Entre risadas, desabafos, noites mal dormidas e conquistas compartilhadas, construímos uma amizade que vai muito além da faculdade. Não importa para onde a vida nos leve, sei que sempre carregarei cada um de vocês no coração. Sou imensamente grata por termos vivido tudo isso juntos. E a todos que estiveram ao meu lado nessa jornada, meu amor e gratidão.

Por fim, minha eterna gratidão vai para a minha família, que sempre esteve ao meu lado, me apoiando em cada passo dessa jornada. Ao amado, Bruno Emanuel, por seu amor incondicional e por estar comigo nos momentos mais desafiadores, me ajudando a seguir em frente. Aos meus pais, Silvia Brito e Edivaldo Leite, por me concederem todo o apoio, amor e força, sempre acreditando em mim, mesmo nas horas mais difíceis. À minha avó, Maria Norma, por ser um pilar de carinho e dedicação em minha vida. E ao meu avô carinhosamente chamado de Zezinho, que já não está mais entre nós, mas que sempre fez parte de minha trajetória. A saudade que sinto dele é imensa, mas sei que ele esteve e ainda está em cada vitória, lágrima e sorriso, guiando meus passos com o amor e os ensinamentos que deixou.

SUMÁRIO

TERMO DE APROVAÇÃO.....	iii
EPIGRAFE.....	iv
DEDICATÓRIA.....	v
AGRADECIMENTOS.....	vi
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
1 INTRODUÇÃO GERAL	11
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo geral.....	14
2.2 Objetivos específicos.....	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
REFERÊNCIAS.....	27

**CAPÍTULO I - DESCRIÇÃO DE *POTAMOTRYGONOCOTYLE* SP. N.
(PLATYHELMINTHES: MONOPISTHOCOTYLA), PRIMEIRA ESPÉCIE
MARINHA REGISTRADA EM *STYRACURA SCHMARDAE* WERNER, 1904
(MYLIOBATIFORMES: POTAMOTRYGONIDAE) DE BELIZE, AMÉRICA
CENTRAL.**

RESUMO.....	18
INTRODUÇÃO.....	19
MATERIAL E MÉTODOS.....	22
RESULTADOS.....	23
DISCUSSÃO.....	26
CONCLUSÃO.....	27
REFERÊNCIAS.....	28

RESUMO

Potamotrygonocotyle Mayes, Brooks & Thorson, 1981 é um gênero da família Monocotylidae, que atualmente é composto por 12 espécies válidas descritas nas brânquias de arraias de água doce da família Potamotrygonidae, pertencentes aos gêneros *Potamotrygon*, *Paratrygon* e *Heliotrygon*, distribuídas em diferentes bacias hidrográficas da América do Sul. Neste estudo, é descrita uma nova espécie do gênero a partir das brânquias de *Styracura schmardae*, uma recém realocada espécie marinha para a família Potamotrygonidae, coletada na costa de Belize, América Central. Este é o primeiro registro de um *Potamotrygonocotyle* em ambiente marinho, sugerindo que a origem dessa linhagem parasitária pode anteceder a colonização de ambientes de água doce por seus hospedeiros, possivelmente durante incursões marinhas pretéritas na América do Sul. A nova espécie apresenta caracteres morfológicos diagnósticos que contribuem para o avanço do conhecimento taxonômico e evolutivo dos Monopisthocotyla associados aos Potamotrygonidae.

Palavras-chave: Taxonomia, Potamotrigonídeos, Monocotylidae.

ABSTRACT

Potamotrygonocotyle Mayes, Brooks & Thorson, 1981, is a genus within the family Monocotylidae. It currently includes 12 valid species that have been described from the gills of freshwater stingrays belonging to the family Potamotrygonidae and the genera *Potamotrygon*, *Paratrygon*, and *Heliotrygon*. These species are distributed across various river basins in South America. In this study, we describe a new species of *Potamotrygonocotyle* found in the gills of *Styracura schmardae*, a recently reassigned marine species within the Potamotrygonidae family, which was collected off the coast of Belize, Central America. This represents the first record of a *Potamotrygonocotyle* species in a marine environment, suggesting that the origin of this parasitic lineage may have predated the colonization of freshwater habitats by its hosts. This could indicate a history of marine incursions in South America. The new species exhibits distinct morphological features that enhance our understanding of the taxonomy and evolutionary relationships within Monopisthocotyla associated with Potamotrygonidae.

Keywords: Taxonomy, Potamotrygonids, Monocotylidae.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os peixes representam o grupo de vertebrados com a maior diversidade taxonômica, totalizando cerca de 37.109 espécies descritas, um número que continua a crescer com os avanços na pesquisa taxonômica e exploratória (Fricke et al., 2025). A região Neotropical destaca-se como um dos principais centros de biodiversidade do planeta, abrigando uma ampla variedade de espécies (Polaz et al., 2017). Essa elevada diversidade é resultado de processos geológicos que, ao longo de milhões de anos, promoveram o isolamento e a diversificação das espécies, dando origem a distintos ecossistemas e nichos ecológicos em vastas áreas da região (Hoorn et al., 2010).

Apesar de apresentarem uma diversidade menor de espécies em comparação aos peixes teleósteos, a classe Chondrichthyes que inclui quimeras, arraias e tubarões possui um papel ecológico essencial nos ambientes marinhos (Benedito., 2015). Os elasmobrânquios, grupo que inclui tubarões e arraias, diferem das quimeras principalmente pela disposição das aberturas branquiais (Gadig et al., 2023), esses peixes cartilagosos apresentam um papel ecológico fundamental, contudo suas características biológicas como a baixa fecundidade e o longo tempo até atingirem a maturidade sexual os tornam mais sensíveis às alterações ambientais (Rosa et al., 2015). Atualmente, estima-se que existam aproximadamente 1.435 espécies válidas de elasmobrânquios.

Dentre os elasmobrânquios, a ordem Myliobatiformes se destaca por sua notável diversidade, reunindo 12 famílias, 62 gêneros e 388 espécies válidas (Fricke et al., 2025). Esses organismos estão amplamente distribuídos em ambientes aquáticos, predominantemente marinhos, nas regiões tropicais e subtropicais. No entanto, algumas famílias também possuem representantes em águas continentais, como é o caso da família Potamotrygonidae, que exerce um importante papel ecológico e econômico. Esses peixes são utilizados como fonte de alimento, especialmente por comunidades ribeirinhas (Lasso et al., 2016). Além disso, são frequentemente capturados em sistemas fluviais especialmente na bacia Amazônica e exportados para o mercado internacional como peixes ornamentais (Duncan et al., 2010). O predomínio de espécies dulcícolas é uma característica marcante da família Potamotrygonidae. Das 40 espécies descritas, 38 pertencem à subfamília Potamotrygoninae, amplamente distribuída, especialmente na região amazônica (Rosa., 1985). Em contraste, a subfamília Styracurinae, recentemente realocada para a família Potamotrygonidae, por

Carvalho, Loboda & Silva (2016), é composta por apenas duas espécies, *Styracura schmardae* (Werner., 1904) e *S. Pacifica* (Beebe & Tee-Van., 1941), que ocorrem em águas costeiras do Atlântico e do Pacífico, respectivamente. Entre elas, *S. schmardae*, espécie-tipo do gênero, distingue-se por características morfológicas específicas, como disco arredondado, focinho pouco projetado e presença de tubérculos na região dorsal e caudal, diferenciando-se das demais espécies do grupo (Carvalho et al., 2016).

Os elasmobrânquios, incluindo as espécies da família Potamotrygonidae, são hospedeiros de uma grande diversidade de parasitas (Chagas et al., 2024). Entre eles, destacam-se os membros da classe Monopisthocotyla (Brabec et al., 2023), anteriormente conhecida como Monogenoidea (Bychowsky, 1937). Os Monopisthocotyla são ectoparasitas obrigatórios e ocorrem principalmente em peixes marinhos, estuarinos e de água doce (Tavares et al., 2022). Este grupo representa a maior diversidade de parasitas de peixes na América do Sul, sendo altamente especializados em suas interações parasitárias (Luque et al., 2016).

Os Monopisthocotyla são hermafroditas e possuem um ciclo de vida direto, que depende de um único hospedeiro para a conclusão de seu ciclo reprodutivo (Hoai, 2020). A maioria das espécies se fixa nas brânquias ou na superfície corporal do hospedeiro, embora algumas possam localizar-se em cavidades internas, como o estômago, cavidade visceral, ovidutos e canais urinários (Boeger & Vianna., 2006). A fixação ao hospedeiro é mediada pelo háptor, uma estrutura especializada composta por diferentes combinações de ganchos, barras, âncoras e grampos, que permitem a aderência eficiente às superfícies do hospedeiro, garantindo a sobrevivência do parasita durante o processo de infestação.

As famílias Hexabothriidae (Figura 1A) e Monocotylidae (Figura 1B), anteriormente incluídas na classe Monogenea, atualmente são reconhecidas como pertencentes a classes distintas, em decorrência de revisões filogenéticas que propuseram a divisão de Monogenea em duas classes: Polypistocotyla e Monopisthocotyla (brabec et al., 2023). Através do novo enquadramento taxonômico, Hexabothriidae está alocada em Polypistocotyla, enquanto Monocotylidae integra Monopisthocotyla. Ambas as famílias estão associadas ao gênero *Potamotrygonocotyle* e apresentam predominância em ambientes marinhos, abrangendo desde regiões costeiras até águas profundas. A família Hexabothriidae inclui parasitas que infectam a cavidade bucal, arcos branquiais e outras superfícies respiratórias, e atualmente conta com mais de 60 espécies distribuídas por 16 gêneros (Boeger & Kritsky., 1989; Bullard &

Dippenaar., 2003; Glennon et al., 2005; Patella & Bullard., 2013). Em contraste, a família Monocotylidae conta com uma diversidade de mais de 190 espécies distribuídas em 38 gêneros (Gibson., 2025), e tem uma ampla distribuição mundial, infectando a superfície corporal, brânquias, e outros órgãos de peixes cartilaginosos marinhos e de água doce.

Dentre essas famílias, Monocotylidae se destaca por sua ampla diversidade e distribuição global, desempenhando um papel importante na composição da fauna parasitária de elasmobrânquios. Sua presença é significativa tanto em ambientes marinhos quanto dulcícolas, com um número expressivo de espécies descritas, o que reflete sua alta adaptabilidade e importância ecológica (Chisholm et al.,1995). No Brasil, a bacia Amazônica destaca-se pela maior diversidade de espécies da família Potamotrygonidae, predominantemente compostas por arraias de água doce (Lasso et al., 2016). Embora a diversidade de Monocotylidae em potamotrigonídeos de água doce seja bem documentada, nada se sabe sobre a fauna parasitária desses organismos em potamotrigonídeos marinhos. No contexto de Potamotrygonidae, o gênero *Potamotrygonocotyle* é responsável por 92,31% da diversidade de Monocotylidae parasitando elasmobrânquios de água doce (Domingues & Marques., 2010). No entanto, não foram documentadas espécies de Monocotylidae do gênero *Potamotrygonocotyle* parasitando potamotrigonídeos marinhos, o que representa uma lacuna significativa na investigação da fauna parasitária dessa família.

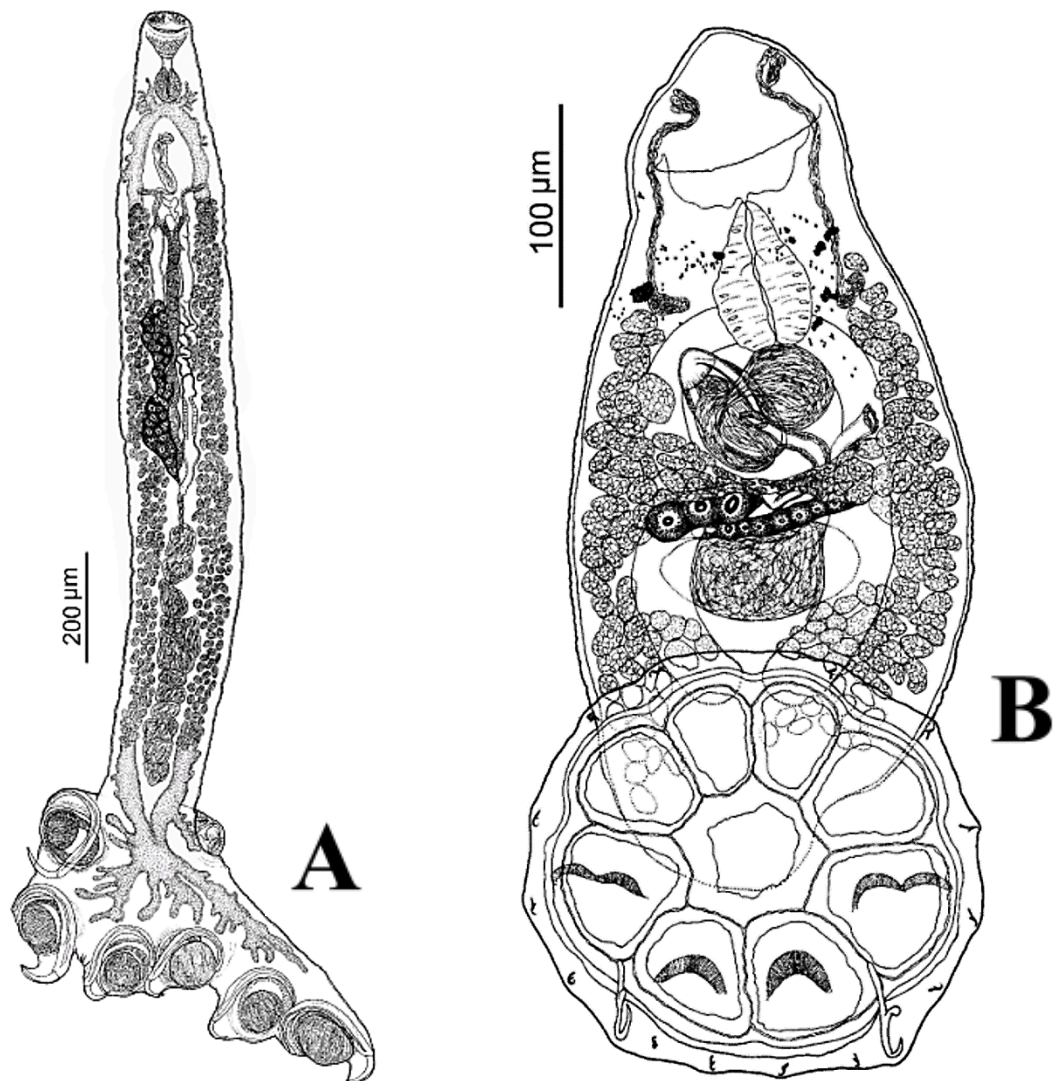


Figura 1. **A.** Hexabotriídeo *Paraheteronchocotyle amazonense* Mayes, Brooks et Thorson., 1981. Fonte: Domingues & Marques (2007). **B.** Monocotilídeo *Potamotrygonocotyle umbella* Domingues & Marques., 2010. Fonte: Domingues & Marques (2007).

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Analisar a diversidade de parasitas Monopisthocotyla associados à *Styracura schmardae* Werner, 1904, da família Potamotrygonidae, coletados em diferentes locais do Caribe, Belize, avaliando a composição parasitária, com ênfase na análise taxonômica e morfológica.

2.2. Específicos

I - Avaliar a diversidade e composição da fauna parasitária de *Styracura schmardae* em diferentes locais do Caribe, identificando as espécies parasitas presentes e suas características morfológicas.

II - Investigar as relações parasitárias de *Styracura schmardae* em ambientes marinhos, com foco nas diferenças morfológicas e taxonômicas dos parasitas em comparação com aqueles encontrados em ambientes dulcícolas.

III - Descrever uma nova espécie de *Potamotrygonocotyle*, identificada pela primeira vez em peixes marinhos.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEEBE, William; CRANE, Jocelyn. Eastern Pacific expeditions of the New York Zoological Society. XXXVII. Deep-sea ceratioid fishes. **Zoologica: scientific contributions of the New York Zoological Society.**, v. 31, n. 11, p. 151-181, 1947.

BOEGER, Walter A.; KRITSKY, Delane C. Phylogeny, coevolution, and revision of the Hexabothriidae Price, 1942 (Monogenea). **International Journal for Parasitology**, v. 19, n. 4, p. 425-440, 1989.

BRABEC, Jan et al. The evolution of endoparasitism and complex life cycles in parasitic platyhelminths. **Current Biology**, v. 33, n. 19, p. 4269-4275. e3, 2023.

BULLARD, Stephen A.; DIPPENAAR, Susan M. Branchotenthes robinoverstreeti n. gen. and n. sp.(Monogenea: Hexabothriidae) from gill filaments of the bowmouth guitarfish, Rhina ancylostoma (Rhynchobatidae), in the Indian Ocean. **Journal of Parasitology**, v. 89, n. 3, p. 595-601, 2003.

CARRIER, Jeffrey C.; PRATT, H. L.; CASTRO, José I. Reproductive biology of elasmobranchs. **Biology of sharks and their relatives**, v. 10, p. 269-286, 2004.

CARVALHO, MR de. Neotropical stingrays: family Potamotrygonidae. **Rays of the world. Cornell University Press, Ithaca**, p. 619-655, 2016.

DOMINGUES, M. V.; MARQUES, F. P. L. Phylogeny and taxonomy of *Potamotrygonocotyle* Mayes, Brooks & Thorson, 1981 (Monogenoidea: Monocotylidae) with a description of four new species. **Journal of Helminthology**, v. 85, n. 4, p. 353-380, 2011.

DUNCAN, Wallace Paxiuba; INOMATA, Sandrelly Oliveira; FERNANDES, Marisa Narciso. Comércio de raias de água doce na região do médio Rio Negro, Estado do Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 5, n. 2, p. XIII-XXII, 2010.

FRICKE, R., ESCHMEYER, WN & FONG, JD 2025 **Catálogo De Peixes De Eschmeyer: Gêneros/Espécies/Família/Subfamília.**(<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>). Versão eletrônica acessada em 10 de março de 2025.

GADIG, Otto; ROSA, Ricardo; KOTAS, Jorge; AGUIAR DOS SANTOS, Roberta; BARRETO, Rodrigo. Capítulo 1: Biologia e modo de vida dos elasmobrânquios. In: KOTAS, Jorge Eduardo; VIZUETE, Eloisa Pinto; AGUIAR DOS SANTOS, Roberta; BAGGIO, Maya Ribeiro; SALGE, Paula Guimarães; BARRETO, Rodrigo (orgs.). *Tubarões: Primeiro Ciclo do Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Tubarões e Raias Marinhos Ameaçados de Extinção*. Brasília (DF): ICMBio/CEPSUL, 2023.

GIBSON, D. (2025). Lista Mundial de Monogenea (versão 01/03/2025). Em O. Bánki, Y. Roskov, M. Döring, G. Ower, DR Hernández Robles, CA Plata Corredor, T. Stjernegaard Jeppesen, A. Örn, T. Pape, D. Hobern, S. Garnett, H. Little, RE DeWalt, K. Ma, J. Miller, T. Orrell, R. Aalbu, J. Abbott, R. Adlard, et al., **Catálogo da Vida** (Versão 2025-03-14). Catálogo da Vida, Amsterdã, Holanda. <https://doi.org/10.48580/dgnz3-3cv>. Acesso em 15 de março.

GLENNON, Vanessa; CHISHOLM, Leslie A.; WHITTINGTON, Ian D. Branchotentes octohamatus sp. n. (Monogenea: Hexabothriidae) from the gills of the southern fiddler ray, Trygonorrhina fasciata (Rhinobatidae) in South Australia: description of adult and larva. **Folia Parasitologica**, v. 52, n. 3, p. 223, 2005.

HOAI, Truong Dinh. Reproductive strategies of parasitic flatworms (Platyhelminthes, Monogenea): the impact on parasite management in aquaculture. **Aquaculture International**, v. 28, n. 1, p. 421-447, 2020.

HOORN, Carina et al. Amazonia through time: Andean uplift, climate change, landscape evolution, and biodiversity. **science**, v. 330, n. 6006, p. 927-931, 2010.

LASSO, Carlos Andrés et al. (Ed.). **Rayas de agua dulce (Potamotrygonidae) de Suramérica: parte II: Colombia, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina**. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016.

LUQUE, J. L. et al. Checklist of metazoan parasites of fishes from Peru. 2016.

PATELLA, Raquel; BULLARD, Stephen A. Hexabothriids of devil rays (Mobulidae): new genus and species from gill of *Mobula hypostoma* in the Northern Gulf of Mexico and redescription of a congener from *Mobula rochebrunei* in the Eastern Atlantic Ocean. **The Journal of Parasitology**, v. 99, n. 5, p. 856-867, 2013.

ROSA, Ricardo de Souza. **A systematic revision of the South American freshwater stingrays (chondrichthyes: potamotrygonidae)(batoidei, myliobatiformes, phylogeny, biogeography)**. The College of William and Mary, 1985.

ROSA, R. S.; MORO, G.; SOARES, M. C. Chondrichthyes: diversidade ameaçada. In: BENEDITO, E. (org.). **Biologia e Ecologia dos Vertebrados**. Rio de Janeiro: Roca, 2015. Cap. 4. p. 31-52.

TAVARES-DIAS, Marcos; SILVA, Luís Mauricio Abdon; OLIVEIRA, Marcos Sidney Brito. Geographic range, distribution patterns and interactions of Monogenea Van Beneden 1858, with species of native host freshwater fishes from Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 31, n. 3, p. e005722, 2022.

THATCHER, Vernon Everett. **Amazon fish parasites**. Pensoft Publishers, 2006.

WERNER, Franz. **Die Fische der zoologisch-vergleichend-anatomischen Sammlung der Wiener Universität.** G. Fischer, 1904.

Descrição de *Potamotrygonocotyle* Sp. N. (Platyhelminthes: Monopisthocotyla), Primeira Espécie Marinha Registrada em *Styracura schmardae* Werner, 1904 (Myliobatiformes: Potamotrygonidae) de Belize, América Central.

Júlia F. Brito Leite¹ & Marcus V. Domingues¹

¹*Laboratório de Sistemática e Coevolução, Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Bragança, Instituto de Estudos Costeiros; Travessa Leandro Ribeiro, s/n, bairro Aldeia, 68600–000, Bragança, Pará, Brasil.*

Resumo

Uma nova espécie de *Potamotrygonocotyle* (Monocotylidae) é descrita parasitando as brânquias de *Styracura schmardae* (Myliobatiformes: Potamotrygonidae), proveniente de ambiente marinho da costa de Belize, América Central. A espécie distingue-se das demais espécies cogenéricas por apresentar a presença de ovos tetraédricos. Também, é caracterizada por apresentar âncoras dotadas de raiz profunda uma vez maior que a raiz superficial e órgão copulatório masculino, reto e porção distal com uma dobra em forma de saia. Esta nova espécie representa o primeiro registro de uma espécie de *Potamotrygonocotyle* em hospedeiro marinho, sugerindo que a diversificação do grupo pode ter ocorrido anteriormente à colonização de ambientes de água doce pelos Potamotrygonidae. Futuros estudos permitiram reconstruir a história evolutiva desta linhagem marinha e seus pares de águas continentais;

Palavras-Chave: Taxonomia, Monopistocotídeos, Ambientes marinhos, América central.

Abstract

A new species of *Potamotrygonocotyle* (Monocotylidae) is described as parasitizing the gills of *Styracura schmardae* (Myliobatiformes: Potamotrygonidae) from a marine environment off the coast of Belize, Central America. The species is distinguished from other cogenetic species by the presence of tetrahedral eggs. It is also characterized by having anchors with a deep root that is once as long as the superficial root and a male copulatory organ that is straight and has a distal portion with a skirt-shaped fold. This new species represents the first record of a *Potamotrygonocotyle* species in a marine host, suggesting that the diversification of the group may have occurred prior to the colonization of freshwater environments by the Potamotrygonidae. Future studies will allow us to reconstruct the evolutionary history of this marine lineage and its continental counterparts.

Keywords: Taxonomy, Monopisthocotyleans, Marine environments, Central America.

Introdução

As arraias da família Potamotrygonidae são representantes de Chondrichthyes que ocorrem na América do Sul e Central, compreendendo aproximadamente 40 espécies predominantemente de água doce, com registros ocasionais em ambientes marinhos e salobros (Carvalho et al., 2016). A compreensão da biogeografia dessa família foi revisada em 2016, quando espécies marinhas anteriormente alocadas no gênero *Himantura* foram reclassificadas para *Styracura*, conforme proposto por Carvalho et al. (2016). Essa reorganização taxonômica desafiou a concepção anterior de que a família seria restrita às águas continentais da América do Sul (Rosa., 1985), ampliando a diversidade biogeográfica dessa família, que agora inclui espécies de águas doce e marinhas. Esses organismos desempenham um papel ecológico relevante na estruturação das comunidades aquáticas da América do Sul e Central, além de possuírem grande relevância para as populações locais, sendo utilizadas como alimento e também exploradas no mercado internacional como peixes ornamentais (Shibuya., Zuanon e Carvalho., 2020; Duncan et al., 2010).

Atualmente, são reconhecidas aproximadamente 76 espécies de metazoários parasitas associadas aos potamotrigonídeos (Fricke et al., 2025). O conhecimento atual sobre a diversidade de parasitas encontrados em potamotrigonídeos de água doce mostra representantes das principais linhagens de Metazoa, onde o filo Platyhelminthes constitui 72,37% do total, com Monopisthocotyla representando 23,64% deste total (13 espécies). Embora essa diversidade sugira uma ampla exploração desses organismos como hospedeiros, apenas 40% das espécies de potamotrigonídeos foram examinadas para a detecção de parasitas monopistocotídeos (Lasso et al., 2016; Fricke et al., 2025 e Gibson, 2025).

Potamotrygonocotyle tsalickisi Mayes, Brooks & Thorson., 1981 (Monocotylidae) e *Paraheteronchocotyle amazonense* Mayes, Brooks & Thorson., 1981 (Hexabothriidae) foram os primeiros poliopistocotídeos e monopistocotídeos descritos para potamotrigonídeos, respectivamente. Quando descritas, ambas eram atribuídas à então reconhecida classe Monogenea. Com a posterior reformulação do grupo, Monogenea deixou de ser tratada como classe, sendo subdividida posteriormente em duas classes: Monopisthocotyla e Polyopisthocotylea. Nesse novo contexto, *P. tsalickisi* passou a pertencer a classe Monopisthocotyla, enquanto *P. amazonense* foi incluída em Polyopisthocotyla. Durante

décadas, essas foram as únicas espécies conhecidas parasitando potamotrigonídeos, ambas descritas a partir de *Potamotrygon constellata* (Vaillant., 1880), na bacia Amazônica. Somente após 25 anos, Domingues & Marques (2007) revisaram o gênero *Potamotrygonocotyle*, propondo novas espécies, além de reescreverem *Paraheteronchocotyle amazonense* e descreverem novas espécies de *Potamotrygonocotyle* de potamotrigonídeos do Rio Negro. Em 2010, Domingues & Marques realizaram uma análise filogenética baseada em 12 caracteres morfológicos para estudar 16 terminais, incluindo 14 espécies de *Potamotrygonocotyle*, com *Heliocotyle* e *Myliocotyle* como grupos externos para enraizar o cladograma. A análise resultou em uma topologia esclarecedora das relações entre as espécies, identificando duas sinapomorfias diagnósticas para *Potamotrygonocotyle*: (1) a presença de esclerotizações ao redor da boca e (2) a forma ovóide dos ovos. Contudo, devido ao número restrito de caracteres analisados, 30% dos nós na árvore filogenética permaneceram irresolvidos (Domingues & Marques., 2010). Algumas espécies geraram nós politômicos ou foram identificadas como táxons irmãos sem características diagnósticas próprias. Atualmente, são conhecidas 13 espécies de *Potamotrygonocotyle* e apenas uma espécie de *Paraheteronchocotyle* registrada para potamotrigonídeos de águas continentais. No entanto, até o momento, não há registros sobre a diversidade de monopistocotídeos em linhagens marinhas dessa família.

Domingues e Marques (2007) revisaram o gênero *Potamotrygonocotyle*, propondo novas espécies. Em um estudo subsequente, Domingues e Marques (2010) realizaram uma análise filogenética para espécies *Potamotrygonocotyle* e reconheceram que o gênero é monofilético suportado por duas sinapomorfias, a saber: esclerotizações ao redor da boca e (2) ovos com formato ovóide. Fehlaue e Littlewood (2011) também investigaram a posição filogenética do grupo e confirmaram sua monofilia com base em dados moleculares, por meio de análises de Inferência Bayesiana (BI) e Máxima Verossimilhança (ML). No entanto, entre as espécies representadas por mais de um terminal, apenas *P. aramasae* apresentou um agrupamento monofilético consistente. Todavia, a diversidade de monopistocotídeos parasitos em potamotrigonídeos marinhos permanece inexplorada.

Neste estudo, foi investigada a fauna de parasitas *Monopisthocotyla* nas brânquias de *Styracura schmardae* de Belize, resultando na descrição de uma nova espécie de *Potamotrygonocotyle*. Essa descoberta amplia os conhecimentos sobre as linhagens de

Monopisthocotyla, que eram anteriormente consideradas restritos a potamotrigonídeos de água doce.

Tabela 01. Espécies de arrais Potamotrygonidae e seus respectivos parasitos Monocotylidae.

Espécies de parasitas	Hospedeiros	Referências
<i>Potamotrygonocotyle aramasae</i> Domingues, Pancera & Marques, 2007	<i>Paratrygon aiereba</i>	Domingues et al. (2007)
<i>P.e auriculocotyle</i> Domingues & Marques, 2010	<i>Potamotrygon motoro</i>	Domingues e Marques (2010)
<i>P.e chisholmae</i> Domingues & Marques, 2007	<i>Potamotrygon motoro</i>	Domingues e Marques (2007)
<i>P.e dromedarius</i> Domingues & Marques, 2007	<i>Potamotrygon motoro</i>	Domingues et al. (2007)
<i>P.e tsalickisi</i> Mayes, Brooks & Thorson, 1981	<i>Potamotrygon constellata</i>	Brooks et al. (1981)
<i>P.e quadracotyle</i> Domingues, Pancera & Marques, 2007	<i>Potamotrygon</i> sp.	Domingues et al. (2007)
<i>P.e rarum</i> Domingues, Pancera & Marques, 2007	<i>Potamotrygon schroederi</i>	Domingues et al. (2007)
<i>P.e rionegrense</i> Domingues, Pancera & Marques, 2007	<i>Potamotrygon</i> sp.	Domingues et al. (2007)
<i>P.e septemcotyle</i> Domingues & Marques, 2010	<i>Potamotrygon scobina</i>	Domingues e Marques (2010)
<i>P.e tatiana</i> Domingues & Marques, 2010	<i>Paratrygon</i> sp.	Domingues e Marques (2010)
<i>P.e</i> Domingues & Marques, 2010	<i>Potamotrygon scobina</i>	Domingues e Marques (2010)
<i>P.e umbella</i> Domingues, Pancera & Marques, 2007	<i>Potamotrygon</i> sp.	Domingues et al.(2007)
<i>Paraheteronchocotyle amazonense</i> Mayes, Brooks et Thorson, 1981	<i>Potamotrygon constellata</i> , <i>Potamotrygon orbignyi</i> , <i>Paratrygon aiereba</i> .	Domingues et al. (2007)

Materiais e Métodos

Os espécimes de *Styracura schmardae* foram coletados com arbalete havaiano em três localidades distintas de Belize: um exemplar foi obtido na Ilha Head Caye, Punta Gorda, Estado de Toledo (16°13'20.8"N, 88°35'38.3"W), em 11 de maio de 2012; um exemplar foi coletado ao norte de Southwater Caye, Angriga, Estado de Stann Creek (16°49'43.1"N, 88°04'48.1"W), em 15 de maio de 2012; e dois exemplares foram obtidos na Ilha Tobacco Caye, Dangriga (16°53'54"N, 88°3'43"W) em 17 de maio de 2012. Após a captura, os arcos branquiais foram removidos e acondicionados em sacos plásticos contendo formaldeído aquecido (~65 °C), garantindo sua preservação para análises posteriores.

Em laboratório, as amostras de sedimentos e os arcos branquiais foram analisados sob microscópio estereoscópio LEICA S6D com o auxílio de agulhas. Os espécimes foram acondicionados em microtubos de plástico com álcool 70% e direcionados para estudos morfológicos. Os espécimes de monopistocótilos destinados para estudos das estruturas internas foram corados com corante Tricrômico de Gomori's (Humason, 1979) e montados em Goma de Dammar, e para o estudo de estruturas esclerotizadas os demais espécimes foram montados em Hoyer's ou Grey & Wess (Humason, 1979). As medidas, todas em micrômetros, foram realizadas com o software LAS da LEICA de acordo com Mizelle e Klucka (1953). As dimensões dos órgãos e outras estruturas representam a maior medida em vista dorsoventral; os comprimentos das estruturas curvas ou dobradas (âncoras, órgão copulador masculino) representam as distâncias em linha reta entre os extremos. As medidas médias são seguidas de intervalos e do número de espécimes medidos (n) entre parêntesis. As ilustrações foram obtidas com o auxílio da câmara clara acoplada ao microscópio LEICA DM 2500 com óptica de contraste de interferência diferencial e contraste de fase.

Os índices de prevalência (100%) e intensidade média de infecção (376,5) seguem a definição de Bush et al. (1997). Os espécimes-tipo e os vouchers serão depositados na Coleção Helminológica do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil (CHIOC). A terminologia morfológica dos monocotilídeos segue Chisholm et al. (1995). Ações taxonômica de acordo com os regulamentos do artigo 8.5 da versão alterada de 2012 do Código Internacional de Nomenclatura Zoológica, os detalhes dos novos táxons serão enviados ao ZooBank.

Resultados

5.1 Seção taxonômica

Classe Monopisthocotylya Brabec, (Salomaki, Kolisko, Scholz & Kuchta., 2023)

Família Monocotylidae (Taschenberg., 1879)

Subfamily Heterocotylineae (Chisholm., Wheeler & Beverley- Burton., 1995)

Gênero *Potamotrygonocotyle* (Mayes., Brooks & Thorson., 1981)

Potamotrygonocotyle n. sp. (Figs. 1-5)

Hospedeiro Tipo: *Styracura schmardae* (Werner., 1904).

Localidade Tipo: Ilha Tobacco Caye, Dangriga (16°53'54"N, 88°3'43"W), em 17 de maio de 2012.

Outras localidades: Parátipos, Ilha Head Caye, em Punta Gorda, Estado de Toledo (16°13'20.8"N, 88°35'38.3"W), em 11 de maio de 2012 e Ao Norte Southwater Caye, em Angriga, Estado de Stann Creek (16°49'43.1"N, 88°04'48.1"W), em 15 de maio de 2012.

Prevalência: 100% de 4 hospedeiros examinados.

Intensidade Média: 376,5 parasitos por hospedeiros.

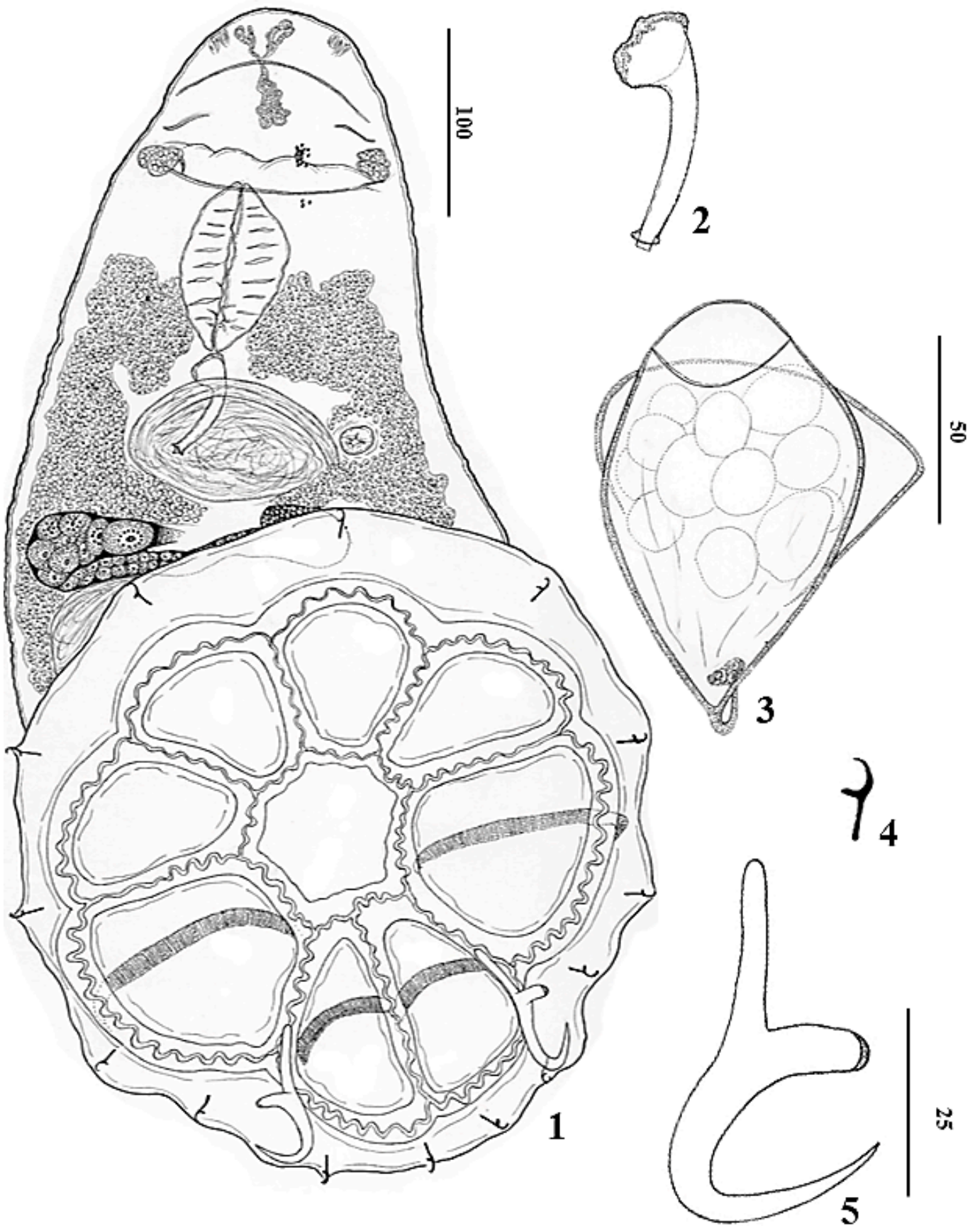
Local de infecção: Brânquias.

Descrição. Baseado em trinta espécimes; 22 montado em Tricrômico de Gomori, 08 montados em Hoyer. Corpo fusiforme, comprimento total excluindo haptor **323 (255–450; n = 30)** e **226 (153–549; n = 30)** de largura no nível do germário. Tegumento liso. Lobos cefálicos subdesenvolvidos ou inexistentes; três pares de órgãos na cabeça convergindo para um par de poros marginais; glândulas cefálicas ântero-laterais à faringe. Glândula anteromedial presente. Olhos ausentes; grânulos cromáticos acessórios dispersos próximos à faringe. Boca subterminal cercada por cristas esclerotizadas, esclerotização medial descontínua. Faringe alongada, fusiforme compreendendo um bulbo muscular e glandular, **53 (47–71; N= 30)** de comprimento e **33 (28–45; N=30)** de largura; esôfago curto. Cecos intestinais obliterados pela densa vitelária; Testículo ovóide, **123 (90-239; N=30)** de comprimento, **71 (50-109; N=30)** de largura. Órgão copulatório masculino (OCM) (Fig,2) esclerotizado, com curvatura em arco, apresentando uma pequena projeção na porção distal, com comprimento de **33 (28-38; N=30)**, abertura distal próxima à extremidade. Peça acessória ausente. Germário não ramificado; extremidade distal ascendente; glândula de Mehlis não observada. Vesícula seminal composta por uma única porção subsférica; ausência

de bulbo ejaculatório. Folículos vitelinos que se estendem junto ao intestino. Vagina não esclerotizada; abertura vaginal na parte inferior esquerda. Vagina e canal vaginal não esclerotizados. Oótipo não observado. Háptor circular, **211 (172– 289; N=30)** de comprimento total, **30 (178–261; N=30)** de largura, contendo um lóculo central e quatro lóculos periféricos laterais, dois lóculos periféricos anteriores e dois posteriores; septos dotados de crista esclerotizada ligeiramente sinuosa; Superfície dorsal do háptor com 2 pares de estruturas acessórias háptorais, cada uma associada a 1 dos 4 lóculos periféricos posteriores; cada estrutura acessória háptoral dorsal com margens esclerotizadas; par anterior de estruturas acessórias háptorais dorsais semicircular; par posterior de estruturas acessórias háptorais dorsais arredondado ou em leque. Âncoras (Fig. 5) com **43 (22–52; N=30) de comprimento**, e **18 (10–29; N=30)** de largura, apresentando raiz profunda uma vez mais que a raiz superficial, além de haste e pontas curvadas de maneira uniforme. 14 ganchos de formato semelhante (fig. 4) medindo **7 (6–9; N=129)** de comprimento, localizados na margem da membrana do háptor, com o polegar ereto, porção proximal da haste expandida e a extremidade (ponta) curvada. Ovo tetraédrico (Fig.3).

Comentários

A nova espécie assemelha-se a *P. dromedarius* e *P. tatianae* por apresentar estrutura acessória háptoral dorsal associada aos lóculos posterolaterais semicirculares (bilobada nas demais espécies do gênero) e órgão copulatório masculino curto, tubo reto/arqueado (em formas distintas nas demais espécies). A nova espécie distingue destas duas espécies por apresentando raiz profunda uma vez maior que a raiz superficial (*P. dromedarius* e *P. tatianae* possuem raiz profunda duas vezes maior que a raiz superficial) e porção distal do órgão copulatório masculino dotado de uma pequena dobra em forma de saia (uniforme em *P. dromedarius* e *P. tatianae*). Também, a nova espécie difere destas duas espécies e das demais espécies cogenéricas por apresentar ovos tetraédricos (ovos elípticos nas demais espécies).



Figs. 1–5 *Potamotrygonocotyle* n. sp. (1) holótipo corpo inteiro; (2) Complexo copulatório; (3) Ovo; (4) Gancho; (5) Âncora. Barras de escala: 1, 100 μm ; 2, 4, 5, 25 μm ; 3, 50 μm .

Discussão

O presente estudo constitui o primeiro registro de uma espécie do gênero *Potamotrygonocotyle* parasitando as brânquias de potamotrigonídeos marinhos. A morfologia da nova espécie revela um conjunto de caracteres compartilhados com congêneres previamente descritas para potamotrigonídeos de águas continentais corroborando sua alocação taxonômica no referido gênero. Dentre os principais caracteres diagnósticos observados, destacam-se: a presença de cristas esclerotizadas levemente sinuosas nos septos, dois pares de estruturas acessórias dorsais haptorais associadas aos lóculos periféricos posteriores e a esclerotização medial ao redor da boca (Domingues & Marques, 2010).

Conforme previamente abordado, a ocorrência de ovos tetraédricos representa uma característica morfológica singular no âmbito do gênero, ocorrendo apenas na espécie aqui descrita, podendo ser interpretada como uma característica autapomorfica. Tal condição pode refletir uma adaptação evolutiva específica desta espécie, distinguindo-a das demais espécies conhecidas de *Potamotrygonocotyle* e ressaltando a relevância filogenética e ecológica deste achado. Quando combinada com os caracteres típicos do gênero, essa singularidade morfológica pode oferecer novas percepções sobre a evolução do *Potamotrygonocotyle*. Nesse contexto, Domingues & Marques (2010) propuseram que o gênero *Potamotrygonocotyle* constitui um grupo monofilético, caracterizado por esclerotizações ao redor da boca e ovos ovóides, características compartilhadas entre as espécies do gênero. Essa monofilia foi corroborada pela análise filogenética molecular de Fehlauer-Ale e Littlewood (2011). Embora a nova espécie compartilhe características diagnósticas com as demais congêneres, a presença de ovos tetraédricos representa um padrão morfológico inédito, o qual pode indicar a existência de uma linhagem evolutiva distinta dentro de *Potamotrygonocotyle*. Esta condição pode estar relacionada a adaptações da biologia reprodutiva ou a fatores ambientais específicos associados ao seu hospedeiro marinho.

As características inéditas observadas na nova espécie levantam questionamentos relevantes sobre a origem e evolução do parasita, abrindo espaço para hipóteses acerca de possíveis adaptações evolutivas, incluindo uma potencial associação com processos de migração dos hospedeiros para habitats de água doce. Ao longo dos anos, diversas teorias têm sido propostas a respeito da origem e da diversidade dos potamotrigonídeos e de seus parasitos (Brooks et al., 1981; Lovejoy, 1997; Hoberg et al., 1998; Lovejoy et al., 1998; Carvalho et al., 2004). Hipóteses mais recentes indicam que grande parte da diversidade de

peixes marinhos originada na América do Sul teve origem em incursões marinhas no Mioceno, incluindo a fauna parasitária associada às raias de água doce da família Potamotrygonidae (Boeger & Kritsky, 2003; Lovejoy et al., 2006). A presença de espécies de *Potamotrygonocotyle* entre as linhagens marinhas da família Potamotrygonidae no Oceano Atlântico indica que a história evolutiva desses parasitas antecede a migração de seus hospedeiros ancestrais para habitats de água doce. Essa descoberta sugere que *Potamotrygonocotyle* se originou enquanto ainda residiam em ambientes marinhos. Além disso, a diversificação desses parasitas parece ter ocorrido paralelamente à evolução de seus hospedeiros, indicando uma relação de coadaptação desenvolvida ao longo do tempo à medida que os hospedeiros se adaptaram a ecossistemas de água doce (Domingues & Marques, 2007). Essa dinâmica complexa entre hospedeiros e parasitas destaca a complexidade de suas interações evolutivas e levanta questões importantes sobre os fatores ecológicos que impulsionam essas adaptações.

Conclusão

O presente estudo sobre Monopisthocotyla, parasitas de *Styracura*, descreveu uma nova espécie, *Potamotrygonocotyle* n. sp.; o que representa um marco significativo para o conhecimento da diversidade e evolução dos monopisthocotídeos, especialmente dentro da família Monocotylidae. Que até então estavam restritos a hospedeiros de água doce. A descoberta de um monopisthocotídeo em uma espécie marinha do gênero *Styracura* rompe esse padrão, sugerindo uma possível transição evolutiva entre ambientes dulcícolas e marinhos ou, ainda, uma origem marinha para o grupo, com posterior adaptação às águas continentais. Este registro amplia substancialmente as discussões sobre a coevolução entre raias e seus parasitas, além de levantar novas hipóteses sobre a biogeografia e a história evolutiva dos Monocotylidae. A pesquisa destaca a importância contínua de abordagens integrativas (morfológicas e moleculares) para descobertas futuras. Espera-se que, estudos complementares, assim como a avaliação de outras linhagens de Myliobatiformes marinhos anfí-americanos nos deem uma melhor compreensão sobre a diversidade, evolução e dinâmica desses organismos nos ecossistemas.

Ademais, a descrição de *Potamotrygonocotyle* n. sp. reforça a importância de investigações parasitológicas em hospedeiros pouco estudados, como os representantes marinhos da família Potamotrygonidae. Até o momento, apenas duas espécies do gênero *Styracura* são reconhecidas como marinhas dentro dessa família. A presença de um

monopistocotílido em *S. schmardae* amplia o entendimento sobre a diversidade parasitária associada às arraias anfi-americanas e levanta questões importantes sobre a origem e adaptação dos Monocotylidae. Este trabalho, portanto, contribui significativamente para a taxonomia e para os estudos evolutivos dos parasitas de elasmobrânquios, além de destacar o potencial de futuras descobertas em ambientes marinhos ainda pouco explorados.

Referências

- BEEBE, William; CRANE, Jocelyn. Eastern Pacific expeditions of the New York Zoological Society. XXXVII. Deep-sea ceratioid fishes. **Zoologica: scientific contributions of the New York Zoological Society**, v. 31, n. 11, p. 151-181, 1947.
- BENEDITO, Evanilde (Ed.). **Biologia e ecologia dos vertebrados**. Gen Roca, 2015.
- BIGELOW, Henry Bryant et al. Sawfishes, guitarfishes, skates and rays. 1953.
- BOEGER, Walter A.; KRITSKY, Delane C. Phylogeny, coevolution, and revision of the Hexabothriidae Price, 1942 (Monogenea). **International Journal for Parasitology**, v. 19, n. 4, p. 425-440, 1989.
- BOEGER, Walter A.; KRITSKY, Delane C. Phylogeny and a revised classification of the Monogenoidea Bychowky, 1937 (Platyhelminthes). **Systematic Parasitology**, v. 26, n. 1, p. 1-32, 1993.
- BOEGER, Walter A.; KRITSKY, Delane C. Parasites, fossils and geologic history: historical biogeography of the South American freshwater croakers, *Plagioscion* spp (Teleostei, Sciaenidae). **Zoologica Scripta**, v. 32, n. 1, p. 3-11, 2003.
- BRABEC, Jan et al. The evolution of endoparasitism and complex life cycles in parasitic platyhelminths. **Current Biology**, v. 33, n. 19, p. 4269-4275. e3, 2023.
- BROOKS, Daniel R.; AMATO, Jose FR. Cestode parasites in *Potamotrygon motoro* (Natterer)(Chondrichthyes: Potamotrygonidae) from southwestern Brazil, including *Rhinebothroides mclennanae* n. sp.(Tetraphyllidea: Phyllobothriidae), and a revised host-parasite checklist for helminths inhabiting neotropical freshwater stingrays. **The Journal of parasitology**, p. 393-398, 1992.
- BROOKS, Daniel R. Origins, diversification, and historical structure of the helminth fauna inhabiting neotropical freshwater stingrays (Potamotrygonidae). **The Journal of parasitology**, p. 588-595, 1992.
- BROOKS, D. R. Neotropical freshwater stingrays and their parasites: a tale of an ocean and a river long ago. **Journal of Aquaculture and Aquatic Science**, v. 7, p. 52-61, 1995.
- BULLARD, Stephen A.; DIPPENAAR, Susan M. *Branchotenthes robinoverstreeti* n. gen. and n. sp.(Monogenea: Hexabothriidae) from gill filaments of the bowmouth guitarfish, *Rhina*

ancylostoma (Rhynchobatidae), in the Indian Ocean. **Journal of Parasitology**, v. 89, n. 3, p. 595-601, 2003.

BUSH, Albert O. et al. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. **The Journal of parasitology**, p. 575-583, 1997.

BYCHOWSKY, Boris Evseevich. **Monogenetic trematodes: their systematics and phylogeny**. American Institute of Biological Sciences, 1961.

CARLSON, Colin J. et al. What would it take to describe the global diversity of parasites?. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 287, n. 1939, p. 20201841, 2020.

CARRIER, Jeffrey C.; PRATT, H. L.; CASTRO, José I. Reproductive biology of elasmobranchs. **Biology of sharks and their relatives**, v. 10, p. 269-286, 2004.

CARVALHO, M.; PAULO, J.; DA SILVA, J. P.; LOBODA, T.; FONTENELLE, J. P.; SILVA, F.; RAGNO, M.; SOARES, M.; LAURINI, C.; SHIBUYA, A.; LÚCIA, M.; ARAÚJO, G.; MARQUES, F. Systematics and Evolution of the Highly Diverse and Morphologically Complex Neotropical Freshwater Stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). 2013.

CARVALHO, MR de; LOBODA, Thiago S.; SILVA, J. P. C. B. A new subfamily, Styracurinae, and new genus, *Styracura*, for *Himantura schmardae* (Werner, 1904) and *Himantura pacifica* (Beebe & Tee-Van, 1941)(Chondrichthyes: Myliobatiformes). **Zootaxa**, v. 4175, n. 3, p. 201-221, 2016.

CARVALHO, MR de. Neotropical stingrays: family Potamotrygonidae. **Rays of the world. Cornell University Press, Ithaca**, p. 619-655, 2016.

CARVALHO, MR de; ROSA, Ricardo S.; ARAÚJO, M. L. A new species of Neotropical freshwater stingray (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) from the Rio Negro, Amazonas, Brazil: the smallest species of Potamotrygon. **Zootaxa**, v. 4107, n. 4, p. 566-586, 2016.

CHAGAS, Jumma Miranda Araújo et al. Diversity and ecological relationships of Cestoda and Monogenoidea parasites of freshwater stingrays (Myliobatiformes, Potamotrygonidae), in the upper Paraná River, Brazil. **International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife**, v. 24, p. 100968, 2024.

CHISHOLM, Leslie A.; WHEELER, Terry A.; BEVERLEY-BURTON, M. A phylogenetic analysis and revised classification of the Monocotylidae Taschenberg, 1879 (Monogenea). **Systematic Parasitology**, v. 32, p. 159-191, 1995.

DE CARVALHO, Marcelo R.; MAISEY, John G.; GRANDE, Lance. Freshwater stingrays of the Green River Formation of Wyoming (Early Eocene), with the description of a new genus and species and an analysis of its phylogenetic relationships (Chondrichthyes: Myliobatiformes). **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 2004, n. 284, p. 1-136, 2004.

DE CARVALHO, Marcelo R.; LOVEJOY, Nathan R. Morphology and phylogenetic relationships of a remarkable new genus and two new species of Neotropical freshwater stingrays from the Amazon basin (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). **Zootaxa**, v. 2776, n. 1, p. 13-48-13-48, 2011.

- DOMINGUES, Marcus V.; MARQUES, Fernando PL. Revision of *Potamotrygonocotyle* Mayes, Brooks & Thorson, 1981 (Platyhelminthes: Monogeneoidea: Monocotylidae), with descriptions of four new species from the gills of the freshwater stingrays *Potamotrygon* spp. (Rajiformes: Potamotrygonidae) from the La Plata river basin. **Systematic Parasitology**, v. 67, n. 3, p. 157-174, 2007.
- DOMINGUES, Marcus V.; PANCERA, Norberto CM; MARQUES, Fernando PL. Monogeneoidean parasites of freshwater stingrays (Rajiformes: Potamotrygonidae) from the Negro River, Amazon, Brazil: species of *Potamotrygonocotyle* (Monocotylidae) and *Paraheteronchocotyle* (Hexabothriidae). **Folia Parasitologica**, v. 54, n. 3, p. 177, 2007.
- DOMINGUES, M. V.; MARQUES, F. P. L. Phylogeny and taxonomy of *Potamotrygonocotyle* Mayes, Brooks & Thorson, 1981 (Monogeneoidea: Monocotylidae) with a description of four new species. **Journal of Helminthology**, v. 85, n. 4, p. 353-380, 2011.
- DUNCAN, Wallace Paxiuba; INOMATA, Sandrelly Oliveira; FERNANDES, Marisa Narciso. Comércio de raias de água doce na região do médio Rio Negro, Estado do Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 5, n. 2, p. XIII-XXII, 2010.
- DUNN, Katherine A.; MCEACHRAN, John D.; HONEYCUTT, Rodney L. Molecular phylogenetics of myliobatiform fishes (Chondrichthyes: Myliobatiformes), with comments on the effects of missing data on parsimony and likelihood. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 27, n. 2, p. 259-270, 2003.
- EIRAS, J. C. Elementos de ictioparasitologia Fundação Eng. **Antonio de Almeida, Porto**, 1994.
- FEHLAUER-ALE, Karin H.; LITTLEWOOD, D. Timothy J. Molecular phylogeny of *Potamotrygonocotyle* (Monogenea, Monocotylidae) challenges the validity of some of its species. **Zoologica Scripta**, v. 40, n. 6, p. 638-658, 2011.
- FRICKE, R., ESCHMEYER, WN & FONG, JD 2025 **Catálogo De Peixes De Eschmeyer: Gêneros/Espécies/Família/Subfamília**. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>). Versão eletrônica acessada em 10 de março de 2025.
- FROESE, R.; PAULY, D. (Eds.). FishBase. Publicação eletrônica da World Wide Web. Disponível em: <www.fishbase.org>. Acesso em: fev. 2024.
- GADIG, Otto; ROSA, Ricardo; KOTAS, Jorge; AGUIAR DOS SANTOS, Roberta; BARRETO, Rodrigo. Capítulo 1: Biologia e modo de vida dos elasmobrânquios. In: KOTAS, Jorge Eduardo; VIZUETE, Eloisa Pinto; AGUIAR DOS SANTOS, Roberta; BAGGIO, Maya Ribeiro; SALGE, Paula Guimarães; BARRETO, Rodrigo (orgs.). *Tubarões: Primeiro Ciclo do Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Tubarões e Raias Marinhos Ameaçados de Extinção*. Brasília (DF): ICMBio/CEPSUL, 2023.
- GAMA, Cecile de Souza et al. Diversidade e ecologia das raias de água doce (chondrichthyes: potamotrygonidae) da Reserva Biológica do Parazinho, AP. 2013.
- GIBSON, D. (2025). Lista Mundial de Monogenea (versão 01/03/2025). Em O. Bánki, Y. Roskov, M. Döring, G. Ower, DR Hernández Robles, CA Plata Corredor, T. Stjernegaard Jeppesen, A. Örn, T. Pape, D. Hobern, S. Garnett, H. Little, RE DeWalt, K. Ma, J. Miller, T.

Orrell, R. Aalbu, J. Abbott, R. Adlard, et al., *Catálogo da Vida* (Versão 2025-03-14). Catálogo da Vida, Amsterdã, Holanda. <https://doi.org/10.48580/dgnz3-3cy>. Acesso em 15 de março.

GLENNON, Vanessa; CHISHOLM, Leslie A.; WHITTINGTON, Ian D. *Branchotenthes octohamatus* sp. n. (Monogenea: Hexabothriidae) from the gills of the southern fiddler ray, *Trygonorrhina fasciata* (Rhinobatidae) in South Australia: description of adult and larva. **Folia Parasitologica**, v. 52, n. 3, p. 223, 2005.

GOLDSMITH, B.; CARTER, D. T. **The indigenous timbers of Zimbabwe**. 1981.

HOAI, Truong Dinh. Reproductive strategies of parasitic flatworms (Platyhelminthes, Monogenea): the impact on parasite management in aquaculture. **Aquaculture International**, v. 28, n. 1, p. 421-447, 2020.

HOBERG, Eric P. et al. *Echinocephalus janzeni* n. sp. (Nematoda: Gnathostomatidae) in *Himantura pacifica* (Chondrichthyes: Myliobatiformes) from the Pacific coast of Costa Rica and Mexico, with historical biogeographic analysis of the genus. **The Journal of parasitology**, p. 571-581, 1998.

HOORN, Carina et al. Amazonia through time: Andean uplift, climate change, landscape evolution, and biodiversity. **science**, v. 330, n. 6006, p. 927-931, 2010.

HUMASON, Gretchen L. *Animal tissue techniques*. 1962.

KRITSKY, D. C.; THATCHER, V. E.; BOEGER, W. A. Neotropical monogenea. 8. revision of urocleidoides (Dactylogyridae, Ancyrocephalinae). **Proceedings of the Helminthological Society of Washington**, v. 53, n. 1, p. 1-37, 1986.

LAMEIRAS, Juliana Luiza Varjão; COSTA, Oscar Tadeu Ferreira da; DOS-SANTOS, Maria Cristina. Neotropical freshwater stingrays (Chondrichthyes–Potamotrygoninae): biology, general features and envenomation. **Toxin reviews**, v. 39, n. 4, p. 333-348, 2020.

LASSO, Carlos Andrés et al. (Ed.). **Rayas de agua dulce (Potamotrygonidae) de Suramérica: parte II: Colombia, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina**. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016.

LAST, Peter et al. (Ed.). **Rays of the World**. CSIRO publishing, 2016.

LOVEJOY, Nathan R. Stingrays, parasites, and neotropical biogeography: A closer look at Brooks et al.'s hypotheses concerning the origins of neotropical freshwater rays (Potamotrygonidae). **Systematic Biology**, v. 46, n. 1, p. 218-230, 1997.

LOVEJOY, Nathan R.; BERMINGHAM, Eldredge; MARTIN, Andrew P. Marine incursion into South America. **Nature**, v. 396, n. 6710, p. 421-422, 1998.

LOVEJOY, Nathan R.; ALBERT, James S.; CRAMPTON, William GR. Miocene marine incursions and marine/freshwater transitions: Evidence from Neotropical fishes. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 21, n. 1-2, p. 5-13, 2006.

LUCHETTI, Natalia da Mata; MARQUES, F. P. L.; CHARVET-ALMEIDA, P. A new species of *Potamotrygonocetus* Brooks & Thorson, 1976 (Eucestoda: Tetraphyllidea) from *Plesiotrygon iwamae* Rosa, Castello & Thorson (Myliobatoidea: Potamotrygonidae) and a

redescription of *Potamotrygonocestus chaoi* Marques, Brooks & Araujo, 2003. **Systematic Parasitology**, v. 70, p. 131-145, 2008.

LUQUE, Jose L. et al. Checklist of Nematoda associated with the fishes of Brazil. **Zootaxa**, v. 3082, n. 1, p. 1–88-1–88, 2011.

LUQUE, J. L. et al. Checklist of metazoan parasites of fishes from Peru. 2016.

MARLIER, G. Hydrobiology in the Amazon region. In: **Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica**. 1967. p. 1-7.

MARQUES, Fernando PL. **Evolution of neotropical freshwater stingrays and their parasites, taking into account space and time**. 2000. Tese de Doutorado.

Mayes, M.A. & Brooks, D.R. & Thorson, T.B. (1981)
Potamotrygonocotyle tsalickisi, new genus and species (Monogenea: Monocotylidae) and *Paraheteronchocotyle amazonensis*, new genus and species (Monogenea: Hexabothriidae) from *Potamotrygon circularis* Garman (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) in northwestern Brazil. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 94, 1205–1210

MIZELLE, John D.; KLUCKA, A. Robert. Studies on monogenetic trematodes. XIV. Dactylogyridae from Wisconsin fishes. **The American Midland Naturalist**, v. 49, n. 3, p. 720-733, 1953.

POLAZ, Carla Natacha Marcolino; RIBEIRO, Katia Torres. Conservação de peixes continentais e manejo de unidades de conservação. **Biodiversidade Brasileira**, v. 7, n. 1, p. 1-3, 2017.

PATELLA, Raquel; BULLARD, Stephen A. Hexabothriids of devil rays (Mobulidae): new genus and species from gill of *Mobula hypostoma* in the Northern Gulf of Mexico and redescription of a congener from *Mobula rochebrunei* in the Eastern Atlantic Ocean. **The Journal of Parasitology**, v. 99, n. 5, p. 856-867, 2013.

ROBERTS, Tyson R. Ecology of fishes in the Amazon and Congo basins. **BULL MUS COMP ZOOL, VOL 143, NO 2, P 117-147, 1972.**, 1972.

ROSA, Ricardo de Souza. **A systematic revision of the South American freshwater stingrays (chondrichthyes: potamotrygonidae)(batoidei, myliobatiformes, phylogeny, biogeography)**. The College of William and Mary, 1985.

ROSA, R. S.; MORO, G.; SOARES, M. C. Chondrichthyes: diversidade ameaçada. In: BENEDITO, E. (org.). **Biologia e Ecologia dos Vertebrados**. Rio de Janeiro: Roca, 2015. Cap. 4. p. 31-52

SHIBUYA, Akemi; ZUANON, Jansen; CARVALHO, M. R. Alimentação e comportamento predatório em raias Potamotrygonidae. **XV. RAYAS DE AGUA DULCE (POTAMOTRYGONIDAE) DE SURAMÉRICA**, p. 67, 2016.

TAVARES-DIAS, Marcos; SILVA, Luís Mauricio Abdon; OLIVEIRA, Marcos Sidney Brito. Geographic range, distribution patterns and interactions of Monogenea Van Beneden 1858, with species of native host freshwater fishes from Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 31, n. 3, p. e005722, 2022.

THATCHER, Vernon E. Patologia de peixes da Amazônia Brasileira, 1. Aspectos gerais. **Acta Amazonica**, v. 11, n. 1, p. 125-140, 1981.

THATCHER, Vernon Everett. **Amazon fish parasites**. Pensoft Publishers, 2006.

WERNER, Franz. **Die Fische der zoologisch-vergleichend-anatomischen Sammlung der Wiener Universität**. G. Fischer, 1904.