



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E PRODUÇÃO ANIMAL NA
AMAZÔNIA

SATURO CARDOSO MORAIS

CARACTERIZAÇÃO MORFOMOLECULAR DE MYXOZOÁRIOS EM *Astyanax*
***mexicanus* DE FILLIPI, 1853 (CHARACIFORMES:CHARACIDAE) DO RIO**
FLEXAL, AMAPÁ - BRASIL

MACAPÁ

2024

SATURO CARDOSO MORAIS

**CARACTERIZAÇÃO MORFOMOLECULAR DE MYXOZOÁRIOS EM *Astyanax*
mexicanus DE FILLIPI, 1853 (CHARACIFORMES:CHARACIDAE) DO RIO
FLEXAL, AMAPÁ - BRASIL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Produção Animal na Amazônia da Universidade Federal Rural da Amazônia como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Saúde e Produção Animal.

Orientadora: Dr^a. Michele Velasco Oliveira da Silva
Coorientadora: Dr^a. Marcela Nunes Videira

Macapá

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M827c Morais, Saturo Cardoso
CARACTERIZAÇÃO MORFOMOLECULAR DE MYXOZOÁRIOS EM *Astyanax mexicanus* DE
FILLIPI, 1853 (CHARACIFORMES:CHARACIDAE) DO RIO FLEXAL, AMAPÁ - BRASIL / Saturo
Cardoso Morais, Michele Velasco Oliveira da Silva. - 2024.
74 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Saúde e Produção Animal na
AMAZÔNIA (PPGSPAA), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia,
Belém, 2024.

Orientador: Profa. Dra. Michele Velasco

Coorientador: Profa. Dra. Marcela Nunes Videira.

1. Peixe. 2. Parasitos. 3. Myxozoa. 4. Caracídeos. 5. Tetra mexicano. I. Velasco, Michele. *orient.* II.
Título

CDD 636.089696

SATURO CARDOSO MORAIS

CARACTERIZAÇÃO MORFOMOLECULAR DE MYXOZOÁRIOS EM *Astyanax mexicanus* DE FILLIPI, 1853 (CHARACIFORMES:CHARACIDAE) DO RIO FLEXAL, AMAPÁ - BRASIL

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Produção Animal na Amazônia da Universidade Federal Rural da Amazônia como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Saúde e Produção Animal.

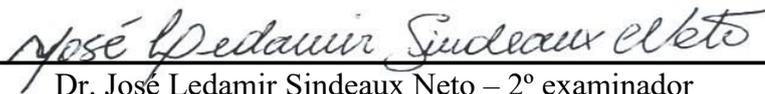
Data da aprovação: 29/07/2024

Documento assinado digitalmente
 MICHELE VELASCO OLIVEIRA DA SILVA
Data: 16/08/2024 11:11:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Michele Velasco Oliveira da Silva - Orientadora
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Documento assinado digitalmente
 LUANA SILVA BITTENCOURT
Data: 12/08/2024 15:18:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Luana Silva Bittencourt – 1ª Examinadora
Universidade do Estado do Amapá – UEAP



Dr. José Ledamir Sindeaux Neto – 2º examinador
Universidade Federal Rural da Amazônia –
UFRA



Dr. Marcelo Francisco da Silva – 3º examinador
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL

Dedico este trabalho a Deus por todas as graças alcançadas até aqui; A minha família pelo apoio; Minha esposa que foi fundamental nesta jornada; Ao valoroso suporte do grupo de pesquisa de Sanidade de Organismos Aquáticos da Amazônia. Minha eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

As instituições de ensino Universidade Federal Rural da Amazônia e Universidade do Estado do Amapá pela oportunidade de tornar este trabalho possível.

A minha orientadora Dra. Michele Velasco e Coorientadora Dra. Marcela Videira, mulheres inspiradoras, atuantes e que protagonizam a pesquisa no Brasil.

Aos membros do grupo de pesquisa Sanidade de Organismos Aquáticos da Amazônia (SOAA) que me auxiliaram desde as expedições de campo.

Em especial a pesquisadora e Engenheira de Pesca Abthyllane Amaral De Carvalho pelas muitas horas dedicadas, desde as coletas de campo até a finalização deste trabalho escrito, sem você não alcançaria êxito e excelência.

A nossa bióloga Lilia, que desenvolve um trabalho impecável dentro da biologia molecular de microparasitos, fundamental para nossos resultados.

A professora Rafaela Araújo, extremamente solícita, dedicada e perfeita em tudo que entrega.

Aos amigos, Roger por dedicar seu tempo, mesmo à distância, para elucidar minhas dúvidas. Luize pela parceria em todas as atividades executadas: sol ou chuva você esteve lá. Ao Igor pelo suporte, parceria e momentos de descontração.

Aos parceiros da UFRA: professora Dra. Elane Giese, que disponibilizou o Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura ISPA/UFRA. Aos membros Grupo de Pesquisa de Sanidade de Organismos Aquáticos (GPSOA) professor Dr. José Sindeaux -Neto e Jhonata Eduard pelas valiosas contribuições e ensinamentos.

As queridas amigas que esta pós-graduação me deu: Nayana e Angélica.

Meus familiares, em especial minha mãe, Maria de Lourdes Cardoso, meu exemplo de força e superação; E minha irmã, Maria Denise Cardoso, fonte de incentivo e sabedoria em minha vida.

A família Ribeiro Rabelo pelo espaço cedido na comunidade de Tessalônica, basal para instalações do laboratório de campo.

A querida e amada esposa, Jéssica Rabelo que conduziu e cuidou de tudo durante estes últimos dois anos. Participou desta jornada até nas atividades de campo. Por muitas vezes me reergueu e não me deixando desanimar. Você é luz! Que sorte a minha.

Deus é bom e inexplicável!

RESUMO

A Amazônia destaca-se pelo elevado índice de biodiversidade, compreendendo uma área superior a sete milhões de quilômetros quadrados e presente em nove países. Neste bioma ocorre o maior rio do planeta, o Rio Amazonas, que resulta de uma vasta rede de rios e abriga milhares de espécies de peixes distribuídos desde basais até espécies endêmicas. O estado do Amapá está localizado na Amazônia oriental e faz parte desta rede hidrográfica, com localização privilegiada, sua costa está dividida entre ambientes oceânico e estuário elevando naturalmente sua vocação pela pesca extrativista. O habitat aquático possui características físicas adequadas para o desenvolvimento de parasitos de diversos grupos e os peixes são os hospedeiros vertebrados com a maior taxa de prevalência de infecções parasitárias, inclusive de Myxozoários, que são endoparasitos microscópicos Cnidários, organizados em esporos multicelulares, com ou sem prolongamento caudal e cápsulas polares filamentosas, potencialmente capazes de causar graves surtos e prejuízos econômicos. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi descrever sob aspectos morfológicos e filogenéticos a ocorrência de Myxozoários em *Astyanax mexicanus*, provenientes do rio Flexal, próximo a comunidade de Tesselônica, Macapá, Amapá, na Amazônia brasileira. Foram capturados 62 exemplares entre Dezembro de 2022 e Fevereiro de 2024, que foram transportados vivos até o Laboratório de Morfofisiologia e Sanidade Animal na Universidade do Estado do Amapá, onde foram anestesiados e dessensibilizados para análises de todos os órgãos. Durante as análises morfológicas foram observadas a presença de três taxa da classe Myxozoa: *Myxobolus*, *Henneguya* e *Ceratomyxa*. Os dados morfológicos conjuntamente com as análises moleculares e filogenéticas deram suporte para descrição de uma nova espécie de *Ceratomyxa* de água doce, presente no sobrenadante da vesícula biliar do *Astyanax mexicanus*.

Palavras chave: peixe; Myxozoa; parasitos.

ABSTRACT

The Amazon stands out for its high biodiversity index, covering an area of over seven million square kilometers and present in nine countries. This biome is home to the largest river on the planet, the Amazon River, which is the result of a vast network of rivers and is home to thousands of species of fish ranging from basal to endemic species. The state of Amapá is located in the eastern Amazon and is part of this hydrographic network, with a privileged location; its coast is divided between oceanic and estuarine environments, naturally increasing its vocation for extractive fishing. The aquatic habitat has physical characteristics suitable for the development of parasites from various groups, and fish are the vertebrate hosts with the highest prevalence rate of parasitic infections, including Myxozoa, which are microscopic Cnidarian endoparasites, organized in multicellular spores, with or without caudal extension and filamentous polar capsules, potentially capable of causing serious outbreaks and economic losses. In this context, the objective of this work was to describe, under morphological and phylogenetic aspects, the occurrence of Myxozoa in *Astyanax mexicanus*, from the Flexal River, near the community of Tessalônica, Macapá, Amapá, in the Brazilian Amazon. A total of 62 specimens were captured between December 2022 and February 2024 and transported alive to the Laboratory of Morphophysiology and Animal Health at the State University of Amapá, where they were anesthetized and desensitized for analysis of all organs. During the morphological analyses, the presence of three taxa of the class Myxozoa was observed: *Myxobolus*, *Henneguya* and *Ceratomyxa*. The morphological data together with the molecular and phylogenetic analyses supported the description of a new species of freshwater *Ceratomyxa*, present in the gallbladder supernatant of *Astyanax mexicanus*.

Key words: fish; Myxozoa; parasites.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Exemplar de <i>Astyanax mexicanus</i> proveniente do rio Flexal, comunidade de Tessalônica, Amapá, Amazônia, Brasil. Barra de 5cm	14
Figura 2 - Anatomia dos Cnidários: Medusa e Pólipo.....	14
Figura 3 - Diagrama do ciclo de vida dos mixosporídeos, alternado entre hospedeiros, intermediário e definitivo	15
Figura 4 - Diversidade dos Mixosporídeos. Em destaque aos morfotipos mais comuns: a- <i>Myxobolus</i> , b- <i>Henneguya</i> , c- <i>Ceratomyxa</i> , d- <i>Myxidium</i> , e- <i>Thelohanellus</i> , f- <i>Kudoa</i> (quatro valvas), g- <i>Kudoa</i> (seis valvas), h- <i>Chloromyxum</i> , i- <i>Sphaerospora</i> , j- <i>Sphaeromyxa</i> , k- <i>Zschokkella</i>	16
Figura 5 - Desenho esquemático em vista valvular de <i>Myxobolus marajoensis</i>	17
Figura 6 - Desenho esquemático em vista valvular de <i>Henneguya paraensis</i>	18
Figura 7 - Desenho esquemático em vista valvular de <i>Ceratomyxa mylei</i>	19

SUMÁRIO

1 CONTEXTUALIZAÇÃO	11
1.2 Objetivo Geral.....	12
1.3 Objetivos Específicos.....	12
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	13
2.1 Família Characidae	13
2.2 Gênero <i>Astyanax</i> Baird & Girard, 1854	13
2.3 Diversidade Parasitológica de peixes	14
2.3.1 Filo Cnidária – Classe Myxozoa Grassé, 1970.....	14
2.3.2 Gênero <i>Myxobolus</i> Bütschli, 1882.....	16
2.3.3 Gênero <i>Henneguya</i> Thélohan, 1892	17
2.3.4 Gênero <i>Ceratomyxa</i> Thélohan, 1892.....	18
3. PARASITIC FAUNA OF MYXOZOANS IN <i>Astyanax mexicanus</i> DE FILLIPI, 1853 (CHARACIFORMES: CHARACIDAE) FROM THE FLEXAL RIVER, TESSALÔNICA, AMAPÁ, AMAZON, BRAZIL	19
Abstract	19
Resumo	20
3.1 Introduction	20
3.2 Material and Methods	21
3.2.1 Study Area and Fish Collection.....	21
3.2.1 Procedures and Parasites Collection.....	22
4 Results and Discussion	22
5 Conclusion	23
References.....	25
6 MORPHOLOGICAL AND PHYLOGENETIC ANALYSES OF <i>Ceratomyxa tessaloniensis</i> n. sp. IN <i>Astyanax mexicanus</i> DE FILLIPI, 1853 (CHARACIFORMES : CHARACIDAE) FROM THE FLEXAL RIVER, TESSALÔNICA COMMUNITY, AMAPÁ, AMAZON, BRAZIL.....	31
Abstract	31

Resumo	31
6.1 Introdução	32
6.2 Material e Métodos	32
6.2.1 Coleta de Peixes.....	32
6.2.2 Dessensibilização e Coleta de Parasitos	33
6.2.3 Morfometria e Microscopia de Luz	33
6.2.4 Microscopia Eletrônica de Varredura.....	33
6.2.5 Biologia Molecular: Análise Filogenética.....	34
7 Resultados.....	35
7.1 Descrição morfológica dos esporos	35
7.2 Sumário Taxonômico	36
7.3 Análises Filogenéticas e Moleculares	36
8 Discussão.....	37
9 Conclusão	38
Referências	39
10 CONCLUSÕES GERAIS	50
REFERÊNCIAS (GERAL).....	51
ANEXO A – Artigo submetido a Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária	55
ANEXO B – Normas da Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária.....	56
ANEXO C – Autorização do Comitê de Ética e Uso Animal (CEUA)	67
ANEXO D – Autorização do Sistema de Autorização e Informação de Biodiversidade (SISbio).....	68
ANEXO E – Cadastro no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético (SISgen)	73

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O litoral amazônico, situado entre o Amapá e Pará possui vocação natural para pesca extrativista, sendo uma das atividades econômicas mais tradicionais do Brasil, garantindo renda e subsistência para grande parte da população amazônica. O estado do Amapá, localizado no extremo norte do Brasil, faz divisa com a Guiana Francesa ao norte, Suriname ao noroeste e com estado do Pará ao sul, possui cerca de 30 bacias hidrográficas, 698 quilômetros de costa, dividida entre ambiente oceânico (norte) e estuarino (sul), sendo Oceano Atlântico e foz do Rio Amazonas respectivamente. (Silva & Tavares-Dias, 2010; Zacardi *et al.*, 2016; Sousa *et al.*, 2023). Além disso, o Amapá dispõe de privilegiada localização quanto ao comércio de pescado pela proximidade geográfica aos principais mercados consumidores da Europa e demais continentes. (De Farias Pantoja *et al.*, 2021)

O manejo dos recursos pesqueiros do Amapá é de natureza substancialmente extrativista (91,8%), desenvolvida por habitantes locais que desempenham importante papel socioeconômico e cultural. Segundo último levantamento do SISRGP (2016) há cerca de 16 mil pescadores registrados, que exercem a atividade pesqueira com uso de apetrechos diversos de pesca e embarcações de pequeno e médio porte com propulsão à motor (PROZEE, 2006; Silva & Tavares-Dias, 2010; Zacardi *et al.*, 2016; SISRGP, 2016).

Os caracídeos são peixes de pequeno porte mais especiosos de ambientes de água doce, estão amplamente distribuídos pela região neotropical incluindo a bacia amazônica. Estão geralmente relacionados a lagos e rios de fluxo lentos. O peixe *Astyanax mexicanus* ou “tetra mexicano” é um pequeno caracídeo de corpo alongado que habita fundos rochosos, poças e rios lentos, é onívoro, migra durante o inverno e põe ovos em fendas (Gurgel, 2004; Froese, 2024)

Os peixes são os hospedeiros vertebrados com maior prevalência de infecções parasitárias, influenciadas diretamente pelo habitat aquático, que possui características adequadas e necessárias para o desenvolvimento e conclusão do ciclo de vida de parasitos de diversos grupos taxonômicos. O parasitismo por sua vez, pode afetar o desempenho, fisiologia, estrutura corpórea, fertilidade e a subsistência do hospedeiro. (Eiras, 1994; Lagrue *et al.* 2011).

Dessa forma, o parasitismo desempenha papel crucial na biologia dos hospedeiros, regulam populações, pois podem influenciar diretamente na reprodução, hábitos e por vezes no padrão migratório dos peixes (MARCOGLIESE, 2004).

Os Myxozoa (Filo: Cnidária) são endoparasitos de ampla distribuição mundial, especializados em hospedeiros aquáticos, caracterizados por esporos multicelulares, com ou sem prolongamento caudal e cápsulas polares filamentosas e ciclo de vida dividido entre dois hospedeiros, um definitivo invertebrado, geralmente um anelídeo, e um vertebrado, frequentemente um peixe, considerado hospedeiro intermediário, que desenvolvem nesta fase esporos denominados mixosporos. (Feist & Longshaw, 2006; Eiras *et al.*, 2016)

Os mixosporídeos ainda podem ser histozoicos (localização nos tecidos do hospedeiro, inter ou extracelularmente, ou no lúmen dos vasos) ou coelozoicos (na cavidade dos órgãos, flutuando ou ligados à superfície epitelial interna dos mesmos). Estão associados a patologias e altas taxas de mortalidade de peixes, tanto os de cultivo quanto de ambientes naturais. Algumas espécies causam surtos graves em salmonídeos como *Myxobolus cerebralis* Hofer, 1903 e *Ceratomyxa shasta*, Noble, 1950, ou quando infectam o tecido cutâneo e as brânquias de peixes pelo gênero *Henneguya* (De Sant'ana *et al.* 2012; Eiras *et al.*, 2016).

1.2 Objetivo Geral

Descrever microparasitos Myxozoários encontrados em *Astyanax mexicanus* proveniente do Rio Flexal, comunidade de Tessalônica, Amapá, Amazônia, Brasil.

1.3 Objetivos Específicos

- Caracterizar a fauna de Myxozoários;
- Descrever a prevalência dos parasitos encontrados;
- Analisar a relação parasito-hospedeiro;
- Descrever morfologia dos Myxozoários;
- Fazer análise molecular e filogenética dos parasitos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Família Characidae

A região Neotropical, estendida entre o México e a América do Sul, abriga um terço de todos os peixes de água doce do mundo, são cerca de 5.160 espécies, distribuídos em 739 gêneros, 69 famílias e 20 ordens. A família Characidae é a mais numerosa desta biodiversidade, com aproximadamente 1.211 espécies descritas (Soares, 2023).

Os caracídeos são encontrados em lagos e rios de água doce de fluxos lentos, e caracterizam-se pelo pequeno porte, possuem uma pequena barbatana adiposa no pedúnculo caudal, são em maioria inofensivos e poucas espécies predatórias. Devido às marcas coloridas, são populares e apreciados entre os criadores de peixes ornamentais (Sun *et al.* 2021).

2.2 Gênero *Astyanax* Baird & Girard, 1854

Os peixes do gênero *Astyanax* são caracterizados pelo porte de até 200 mm, conhecidos popularmente como "piabas" ou "lambaris". Este é um dos gêneros mais numerosos da América do Sul, com cerca de 150 espécies válidas, sendo 90 registradas em bacias hidrográficas do Brasil. (Garutti, 1999; Costa, 2023).

O *Astyanax mexicanus*, De Fillipi, 1853 (Figura 1), conhecido como “tetra mexicano”, é um pequeno peixe forrageiro que tem sido objeto de estudos que investigam suas características biológicas e genéticas (Penteado *et al.* 2012; Froese, 2024). Estudos acerca da fauna parasitária desse peixe ainda não foram realizados.

Classificação taxonômica do peixe *Astyanax mexicanus*:

Reino: Metazoa Linnaeus, 1758

Filo Chordata Haeckel, 1874

Classe Actinopterygii Klein, 1885

Ordem Characiformes Goodrich, 1909

Família Characidae Berg, L.S. 1958

Gênero *Astyanax* Baird & Girard, 1854

Astyanax mexicanus De Fillipi, 1853

Figura 1 - Exemplar de *Astyanax mexicanus* proveniente do rio Flexal, comunidade de Tessalônica, Amapá, Amazônia, Brasil. Barra de 5 cm



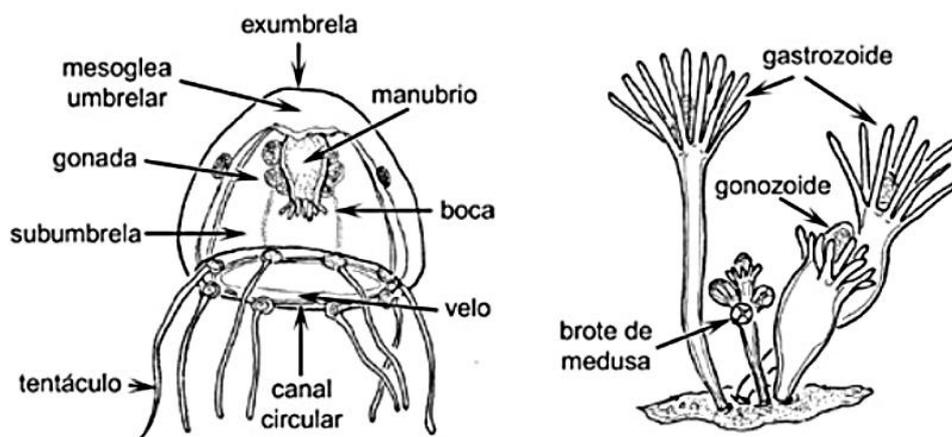
Fonte: o autor, (2024).

2.3 Diversidade Parasitológica de peixes

2.3.1 Filo Cnidária – Classe Myxozoa Grassé, 1970

Os Cnidários são um filo de animais aquáticos que podem ser fixos ou planctônicos (figura 2), incluem os corais, anêmonas-do-mar, gorgônias, águas vivas, entre outros. Estes seres vivos têm como características uma cavidade gastrovascular em forma de saco, com única abertura que serve como boca e ânus, não possuem órgãos verdadeiros e poucos tipos de células, no entanto altamente especializadas, como os cnidócitos que expõem um complexo e elaborado arranjo, o cnidocisto, com propriedades penetrantes, adesivas ou urticantes (Lavrado & Ignacio, 2006).

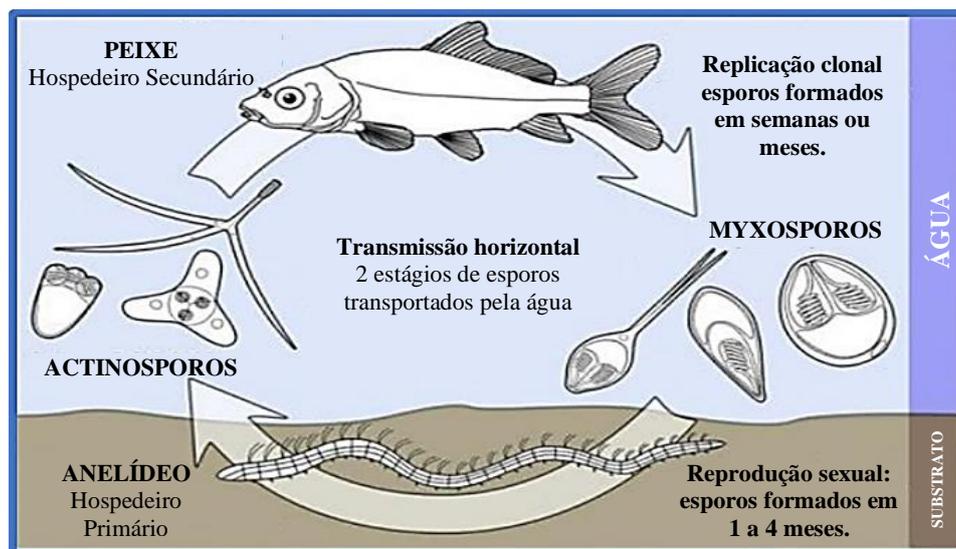
Figura 2 - Anatomia dos Cnidários: Medusa e Pólip



Fonte: Adaptado de Gasca & Loman-Ramos (2014).

A classe Myxozoa Grassé 1970, é constituída por endoparasitos obrigatórios de natureza multicelular, eucariontes e de complexo ciclo de vida (figura 3), envolvendo actinósporos de até 300 μm , presentes no hospedeiro definitivo e os mixosporos de 10 a 50 μm , descritos no hospedeiro intermediário, frequentemente peixes e em alguns casos em trematódeos, raias cefalópodes, anfíbios, répteis, mamíferos e aves. (Overstreet, 1976; Arthur & Lom, 1985; Friedrich *et al.*, 2000; Yokoyama *et al.*, 2001; Lowenstine *et al.*, 2002; Eiras, 2005; Lom & Dyková, 2006; Cantatore & Rossin, 2022)

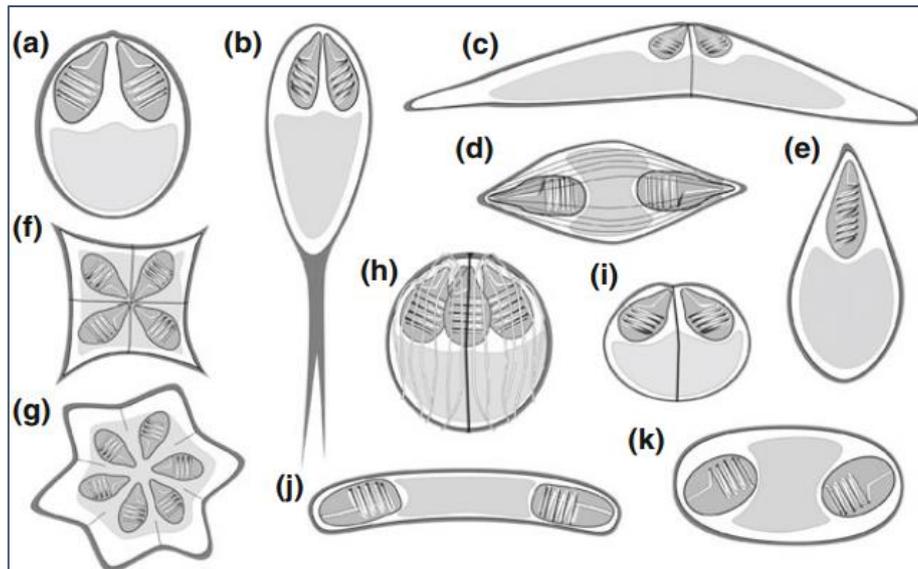
Figura 3 - Diagrama do ciclo de vida dos mixosporídeos, alternado entre hospedeiros, intermediário e definitivo



Fonte: Adaptado de Atkinson, (2018).

Os myxozoários estão distribuídos em cerca de 2.600 espécies descritas pelo mundo, sua fase esporal a ideal para caracterizá-los, porque se organizam em arranjos combinados de diversas células morfologicamente diferentes (figura 4). Os mixosporos são compostos de células valvulares de natureza externa, podendo ter de duas a sete valvas. Em seu interior há células infectantes ou esporoplasmas que podem ser um ou mais, e de células capsulogênicas, arranjadas de uma a sete cápsulas polares (equivalente aos nematocistos nos cnidários), estas cápsulas englobam os filamentos polares, responsáveis pela ancoragem no hospedeiro. (Eiras, 1994; Matos *et al.* 2001; Okamura *et al.* 2018; Cantatore & Rossin, 2022)

Figura 4 - Diversidade dos Mixosporídeos. Em destaque aos morfotipos mais comuns: a-*Myxobolus*, b-*Henneguya*, c-*Ceratomyxa*, d-*Myxidium*, e-*Thelohanellus*, f-*Kudoa* (quatro valvas), g-*Kudoa* (seis valvas), h-*Chloromyxum*, i-*Sphaerospora*, j-*Sphaeromyxa*, k-*Zschokkella*



Fonte: Adaptado de Fiala *et al.*, (2015).

2.3.2 Gênero *Myxobolus* Bütschli, 1882

Entre os myxozoários, os endoparasitos do gênero *Myxobolus*, (Bivalvulida: Myxobolidae) são os mais especiosos, com cerca de 979 espécies válidas, exibindo tropismo por quase todos os órgãos de seu hospedeiro (Eiras *et al.* 2021; Zhang *et al.* 2023). De acordo com László *et al.* (2002), algumas das espécies são patogênicas e causam disfunções típicas, como na doença do rodopio em salmonídeos, causada pelo *Myxobolus cerebralis* Hofer, (1903), a mixobolose do tabaqui, causada pelo *Myxobolus colossomatis*, Molnár e Békési (1992) e a mixobolose faríngea ocorrida em carpas que tem como agente etiológico o *Myxobolus honghuensis* Zhao *et al.* (2019).

De acordo com Lom & Dyková (2006), os esporos do *Myxobolus* sp. em vista valvular são elipsoidais, ovoides ou arredondados, biconvexos em vista sutural com válvulas em concha, geralmente lisas. Duas cápsulas polares, frequentemente piriformes, por vezes desiguais, excepcionalmente parecendo faltar uma. A crista sutural pode se estender posteriormente em uma borda de maneira crescente (Figura 5).

Classificação taxonômica do gênero *Myxobolus*:

Reino Metazoa Linnaeus, 1758

Filo Cnidaria Hatscheck, 1888

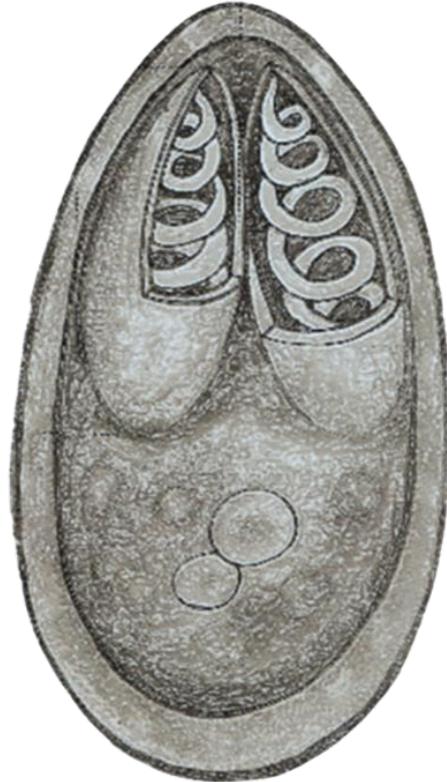
Classe Myxozoa Grassé, 1970

Ordem Bivalvulida Shulman, 1959

Família Myxobolidae Thélohan, 1892

Gênero: *Myxobolus* Butschli, 1882

Figura 5 - Desenho esquemático em vista valvar de *Myxobolus marajoensis*



Fonte: Adaptado de Abrunhosa (2017).

2.3.3 Gênero *Henneguya* Thélohan, 1892

O gênero *Henneguya* Thélohan, 1892 (Myxozoa, Myxobolidae), com cerca de 254 espécies válidas, das quais 72 ocorrem no Brasil. Parasitam peixes de ambientes marinhos e de água doce, exibem tropismo pelo tecido branquial embora também possam ocorrer em diversos sítios de infecção, causando altas taxas de mortalidade de peixes e prejuízos econômicos, como na doença proliferativa das guelras (PGD) descrita por Pote *et al.* (2000), que tem como agente etiológico o *Henneguya ictaluri*, que acometeu bagres com taxas de mortalidade superiores a 50% (Eiras *et al.* 2012; Velasco *et al.* 2016; Rangel *et al.* 2023)

Os mixosporos de *Henneguya* (Figura 6) podem ser arredondados, elípticos ou fusiformes. Em vista sutural são biconvexos com projeção caudal, duas cápsulas polares e esporoplasma com dois núcleos (Lom & Dyková, 1992).

Classificação taxonômica do gênero *Henneguya*:

Reino: Metazoa Linnaeus, 1758

Filo: Cnidaria Hatscheck, 1888

Classe: Myxozoa Grassé, 1970

Ordem: Bivalvulida Shulman, 1959

Família: Myxobolidae Thélohan, 1892

Gênero: *Henneguya* Thélohan, 1892

Figura 6 - Desenho esquemático em vista valvular de *Henneguya paraensis*



Fonte: Adaptado de Velasco *et al.* (2016).

2.3.4 Gênero *Ceratomyxa* Thélohan, 1892

De acordo com Eiras *et al.* (2018), o gênero *Ceratomyxa* (Myxozoa, Ceratomyxidae) é composto por microparasitos comumente descritos em peixes marinhos, ocorrendo com menor frequência em espécies de água doce e predominantemente associado à vesícula biliar. A distribuição mundial deste gênero está em torno de 270 espécies, sendo 11 descritas na Amazônia (Figueredo *et al.* 2023; Zatti *et al.* 2023).

Os esporos de *Ceratomyxa* (Figura 7) são alongados, com aspecto de meia-lua ou arqueados, com válvulas flexíveis, duas cápsulas polares subsféricas posicionadas ao topo e linha de sutura centralizada (Lom & Dyková, 2006).

Classificação taxonômica do gênero *Ceratomyxa*:

Reino Metazoa Linnaeus, 1758

Filo Cnidaria Hatscheck, 1888

Classe Myxozoa Grassé, 1970

Subclasse Myxosporea Bütschli, 1881

Ordem Bivalvulida Shulman, 1959

Família Ceratomyxidae Doflein, 1899

Gênero *Ceratomyxa* Thélohan, 1892

Figura 7 - Desenho esquemático em vista valvular de *Ceratomyxa mylei*



Fonte: Adaptado de Azevedo *et al.* (2011).

PARASITIC FAUNA OF MYXOZOANS IN *Astyanax mexicanus* DE FILLIPI, 1853 (CHARACIFORMES: CHARACIDAE) FROM THE FLEXAL RIVER, TESSALÔNICA, AMAPÁ, AMAZON, BRAZIL

FAUNA PARASITÁRIA DE MYXOZOÁRIOS DE *Astyanax mexicanus* DE FILLIPI, 1853 (CHARACIFORMES: CHARACIDAE) PROVENIENTES DO RIO FLEXAL, TESSALÔNICA, AMAPÁ, AMAZÔNIA, BRASIL

Abstract: The Amazon basin is home to around 3,000 species of fish possibly parasitized by one or more species of microparasites of different taxa. Ichthyoparasitological studies in aquatic environments are expanding, because the physical characteristics of these environments are convenient for the development and completion of the life cycle of parasites, such as Cnidarians of the Myxozoa class, which are the most abundant endoparasites distributed throughout the world, with sporulation in several organs and capable of producing serious pathologies in their hosts with a history of considerable economic losses. *Astyanax mexicanus* is a small characid known as the Mexican tetra and

widely explored in genetic studies, appreciated as a food source for carnivorous fish and artisanal fishermen. Sixty-two specimens of *A. mexicanus* were collected between December 2022 and February 2024, from the Flexal River, close to the community of Tessalônica, in the municipality of Macapá, Amapá, Eastern Amazon, Brazil. The fauna of *A. mexicanus* was composed of three genera of Myxozoa: *Myxobolus* sp., *Ceratomyxa* sp., and *Henneguya* sp., which infected the tegument, muscle, gills, liver, caudal kidney, gallbladder, urinary bladder and fins. For the first time, the presence of *Ceratomyxa* sp. was recorded. infecting the gallbladder of *A. mexicanus*.

Keywords: Amazon, Fish, Myxozoa, Parasites

Resumo: A bacia amazônica abriga cerca de 3.000 espécies de peixes possivelmente parasitados por uma ou mais espécies de microparasitos de diversos taxa. Estudos ictioparasitológicos em ambientes aquáticos estão em expansão, pois as características físicas destes ambientes são convenientes para o desenvolvimento e conclusão de ciclo de vida de parasitos, como dos Cnidários da classe Myxozoa, que são os mais abundantes endoparasitos distribuídos pelo mundo, com esporulação em diversos órgãos e capazes de produzir sérias patologias em seus hospedeiros com histórico de prejuízos econômicos consideráveis. *Astyanax mexicanus* é um caracídeo de pequeno porte conhecido como tetra mexicano e bastante explorado em estudos genéticos, apreciado como fonte de alimento de peixes carnívoros e de pescadores artesanais. Foram coletados entre dezembro de 2022 a fevereiro de 2024, 62 exemplares de *A. mexicanus*, proveniente do Rio Flexal, próximo da comunidade de Tessalônica, no município de Macapá, Amapá, Amazônia Oriental, Brasil. A fauna de *A. mexicanus* foi composta por três gêneros de Myxozoários: *Myxobolus* sp., *Ceratomyxa* sp., e *Henneguya* sp., que infectaram tegumento, músculo, brânquias, fígado, rim caudal, vesícula biliar, bexiga urinária e nadadeiras. Pela primeira vez foi registro a presença de *Ceratomyxa* sp. infectando a vesícula biliar do *A. mexicanus*.

Palavras chaves: Amazônia, Peixes, Myxozoa, Parasitos

Introduction

The Amazon basin has a high level of biodiversity, and its abundant fish fauna is estimated at around 3,000 species. This vast diversity contrasts with a small number of microparasitological studies, especially in the state of Amapá, which may indicate that these fish host a diverse number of parasites (Val, 2019; Bittencourt, 2021).

The knowledge of ichthyoparasitology is expanding, both in fish from original environments and in cultivation systems, given that the aquatic habitat has physical characteristics that are suitable for parasites to disperse, reproduce and complete their life cycle (Aquino, 2019; Da Silva-Negrão *et al.*, 2019; Malta, 1984).

Myxozoans are obligate endoparasite cnidarians, belonging to the class Myxozoa Grassé 1970 (Kyger *et al.*, 2021) and capable of infecting various organs of their hosts. They produce high mortality rates and economic losses when they compromise the survival of several fish species (Santos, 2023; Aziziet *al.*, 2020).

Characids of the genus *Astyanax* are typically small fish (up to 200 mm) that are common in Neotropical river basins (Garutti, 1999). They occur throughout Central America and down to Argentina and are known by different names in various regions of Brazil, such as "piabas" in the Northeast, "lambaris" in the South and "matupiris" in the Amazon. As basal fish, they play a crucial role in aquatic ecosystems by providing an important food source for carnivorous fish species and food for artisanal fishers. (Gurgel, 2004). *Astyanax mexicanus*, De Fillipi, 1853, is a small characid, known as the Mexican tetra and its biological and genetic characteristics are often emphasized in depth studies (Froese, 2024; Penteado *et al.*, 2012).

This work aims to describe the parasitic fauna and to determine the prevalence and infection sites of myxozoans in *Astyanax mexicanus* from the Flexal river, community of Tessalônica, Amapá, eastern Amazon.

Material and Methods

Study Area and Fish Collection

Between December 2022 and February 2024, 62 specimens of *A. mexicanus* were collected from the Flexal river close to the community of Tessalônica, located on the border of the municipalities of Porto Grande and Macapá-AP, approximately 45 km from the capital (Figure 2). The specimens were captured by the Amazon Aquatic Organism Health team (SOAA) using fishing tackle, 20 mm gill nets between knots, line and hooks. The fish were transported alive in buckets with water from their environment and artificial aeration using battery-powered pumps, to the Morphophysiology and Animal Health laboratory (LABMORSA) at the State University of Amapá (UEAP).

The Animal Use Committee (CEUA) authorized collections under number 21157.001846/2018-91, as well as registration in the Biodiversity Authorization and

Information System (SISBIO), license number 90220-1 and in the National Genetic Heritage Management System (SISGEN), license no. AC2FD5B.

Procedures and Parasites Collection

The fish were anesthetized with a Eugenol/Alcohol solution and desensitized by neural myelotomy with the aid of pointed forceps, then biometric data were measured as weight (g) and length(cm). Immediately after biometry, the entire body surface was analyzed with the aid of a binocular stereomicroscope in search of lesions, cysts or lining suppression. Next, an incision was made in the ventral region to expose the viscera, allowing analysis of each organ.

Small fragments of each fish organ were removed with the aid of scissors and tweezers, and then compressed between slides and coverslips. These samples were analyzed by light microscopy (ML) to confirm the findings. To calculate prevalence, we followed the methodology suggested by Bushet *et al.*, (1997). Using data on body weight (g) and total length (cm) following the methodology of LeCren (1951), a relative condition factor (Kn) was determined for the host, calculating the expected weight and observed weight, which under normal conditions the value is equal to one (Kn=1).

Results and Discussion

The sixty-two specimens of *A. mexicanus* captured during the six collections in the Flexal river had an average weight of 26 ± 5.89 g, average total length of 12.8 ± 1.47 cm, average and standard length of 10.7 ± 1.24 cm. Forty-five fish (72.5%) were parasitized in one or several organs by one or more myxozoan species. Three taxa were found, these being *Myxobolus* sp., *Ceratomyxa* sp., and *Henneguya* sp. (Figure 3) with a general prevalence of 38.7%, 17.7% and 16.1%, respectively (Table 1).

Myxospores equivalent to *Myxobolus* sp. infected 38.7% of the host specimens analyzed in this study, a prevalence higher than that reported by Silva *et al.* (2019), in which 20% of *Astyanax bimaculatus*, from the Dantas river, state of Maranhão, were parasitized by *Myxobolus* sp. Mature spores of *Myxobolus* sp. were present in 25.8% of the caudal kidneys of the fish examined, with bladder, gills and tegument accounting for 9.67%; liver with 8.06%, and fins and muscle with 1.61% prevalence each. As in other studies, this indicates that this myxozoan presents non-specificity in terms of infection sites, given that it occurs in the gills, blood vessels, caudal kidney, liver, spleen, and other organs. (Façanha *et al.*, 2024; Campos *et al.*, 2008).

The species *Henneguya* sp. infected 16.1% of the fish analyzed, which was similar to the recorded prevalence of 16.6% in *Astyanax lacustris*, where *Henneguya*

lambariensis was present in the gills of the host, collected at a fish farm in the municipality of Buritizal, São Paulo, Brazil (Margarido, 2021). *Henneguya* sp. of the present study were found in cysts in the tegument with a prevalence of 9.67% for this tissue, in the gills with 3.22%, urinary bladder with 3.22%, caudal kidney with 1.61% and in polysporic cysts in the fin with 1.61%. This agrees with Vieira et al. (2020), who stated that species of this genus are generally histozoic, infect various organs and cause considerable pathological changes, such as cardiac henneguyosis and respiratory failure when present in the host's gills, which was not observed in this study

Mature spores of *Ceratomyxa* sp. were present in 17.74% of the gallbladders of *A. mexicanus* collected. To date, there is no record in the literature of this microparasite in the host described here, nor in the genus *Astyanax*. However, the genus *Ceratomyxa* has already been described in 11 other fish in the Amazon: *Myleus rubripinnis* with *Ceratomyxa mylei* Azevedo et al., 2011; *Hemiodus microlepis* with *Ceratomyxa microlepis* Azevedo et al., 2013; *Symphysodon discus* with *Ceratomyxa amazonensis* Mathews et al., 2016; *Colossoma macropomum* with *Ceratomyxa vermiformis* Adriano & Okamura, 2017; *Cichla monoculus* with *Ceratomyxa brasiliensis* Zatti et al., 2017; *Brachyplatystoma rousseauxii* with *Ceratomyxa gracilima* Zatti et al., 2018; *Hemiodus unimaculatus* with *Ceratomyxa fonsecai* Da Silva et al. (2020); *Mesonauta festivus* with *Ceratomyxa macapaensis* Bittencourt et al. (2021), described in the same municipality as *Ceratomyxa* sp. found in this study; *Pimelodina flavipinnis* with *Ceratomyxa mandii* Araújo et al. (2022); *Rhaphiodon vulpinus* with *Ceratomyxa barbata* Franzolin et al. (2022); and *Plagioscion squamosissimus* with *Ceratomyxa ranunculiformis* Zatti et al. (2023).

The index that indicates the state of animal health was $K_n=0.99$. This demonstrates that parasitism did not affect the physical conditions of the host, despite the parasitic load, this value being close to the standard ($K_n=1.0$), which indicates a condition of well-being (LeCren, 1951).

Conclusion

The myxozoan fauna of *Astyanax mexicanus* was composed of three genera of the class Myxozoa, occurring in different organs. *Myxobolus* sp. had the highest prevalence and distribution; it was present in eight organs. The genus *Henneguya* sp. despite the lower prevalence, was present in five organs, while the genus *Ceratomyxa* sp., was restricted to the gallbladder and was recorded for the first time in a characid fish of the

genus *Astyanax*. The index that calculates animal health showed that despite the high parasitic load, parasitism did not affect the hosts' well-being. Therefore, this study contributed to the expansion of knowledge about the ichthyofauna of the state of Amapá, reinforcing the multivariate behavior of myxozoans, such as non-specificity by hosts and infection sites. Finally, molecular and phylogenetic analyses are underway to identify the species of myxozoans collected and analyzed here in this study.

References

- Adriano EA, Okamura B. Motility, morphology and phylogeny of the plasmodial worm, *Ceratomyxa vermiformis* n. sp. (Cnidaria: Myxozoa: Myxosporea). *Parasitol.*, 2017; 144(2): 158-168. <https://doi.org/10.1017/S0031182016001852>
- Aquino CM, Castro RN, Silva BA, Runtzel CL, Silva NC, Scussel VM. Diferentes parasitas em produtos de pesca: Uma revisão. *RBHSA*. 2019; 13(2): 266-288.
- Araújo BL, Adriano EA, Franzolin GN, Zatti SA, Naldoni J. A novel *Ceratomyxa* species (Myxozoa: Cnidaria) infecting an Amazonian catfish. *Parasitol. Int.*, 2022; 89: 102582. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2022.102582>
- Azevedo C, Ribeiro M, Clemente SC, Casal G, Lopes L, Matos P. Light and ultrastructural description of *Meglitschia mylei* n. sp. (Myxozoa) from *Myleus rubripinnis* (Teleostei: Serrasalminidae) in the Amazon River system. *J. Eukaryot. Microbiol.*, 2011; 58(6): 525-528, 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.2011.00583.x>
- Azevedo C, Rocha S, Casal G, Clemente SCS, Matos P, Al-Quraishy S, et al. Ultrastructural description of *Ceratomyxa microlepis* sp. nov. (Phylum Myxozoa): a parasite infecting the gall bladder of *Hemiodus microlepis*, a freshwater teleost from the Amazon River. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 2013; 108: 150-154. <https://doi.org/10.1590/0074-0276108022013004>
- Azizi R, Yemmen C, Rangel LF, Santos MJ, Bahri S. Morphology, seasonality and molecular characterization of *Ceratomyxa draconis* n. sp. parasite of *Trachinus draco* (L.) from the Bay of Bizerte, Tunisia. *Parasitol. Res.*, 2020; 119: 2431-2438. <https://doi.org/10.1007/s00436-020-06664-w>
- Bittencourt LS, Da Silva DT, Hamoy I, De Carvalho AA, Da Silva MF, Videira M. et al. Morphological and Phylogenetic Features of *Ceratomyxa macapaensis* n. sp. (Myxozoa: Ceratomyxidae) in *Mesonauta festivus* Heckel, 1840 (Cichliformes: Cichlidae) from the eastern Amazon region. *Acta Parasitol.*, 2021; 67(1):322-329. <https://doi.org/10.1007/s11686-021-00460-x>
- Bush AO, Lafferty KD, Lotz JM, Shostak W. Parasitology meets ecology on its own terms. Margolis et al. *J. Parasitol.*, 1997; 83. <https://doi.org/10.2307/3284227>
- Campos CM, De Moraes JRE, De Moraes FR. Histopathology of liver, kidney and spleen of *Piaractus mesopotamicus*, *Prochilodus lineatus* and *Pseudoplatystoma fasciatum* infected by myxosporean parasite, caught in Aquidauana River, Mato Grosso do Sul,

Brazil. *Rev. Bras. Parasitol.*, 2008; 17: 200-205. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612008000400006>

Da Silva MF, De Carvalho AEFB, Hamoy I, Matos ER. Coelozoic parasite of the family Ceratomyxidae (Myxozoa, Bivalvulida) described from motile vermiform plasmodia found in *Hemiodus unimaculatus* Bloch, 1794. *Parasitol. res.*, 2020; 119(3): 871-878. <https://doi.org/10.1007/s00436-019-06505-5>

Da Silva-Negrão MC, Da Silva MRL, Videira MN, Viana LA. Prevalence and molecular characterisation of *Calyptospora* parasites Overstreet, Hawkins and Fournié, 1984 (Apicomplexa: Calyptosporidae) in fishes from the Eastern Amazon, Brazil. *Parasitol int.*, 2019; 73: 101975. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2019.101975>

Façanha NPB, Araújo RFD, Feiden A, Silva GLMD, Hoshino MDFG, Yoshioka ETO, et al. Occurrence of *Myxobolus* spp. (Myxozoa) in the blood of *Metynnis lippincottianus* (Osteichthyes: Serrasalminidae) from eastern Amazon, Brazil. *Rev. Bras. Parasitol.*, 2024; 33(2): e016123. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612024022>

Franzolin GN, Araújo BL, Zatti SA, Naldoni J, Adriano EA. Occurrence of the host-parasite system *Rhaphiodon vulpinus* and *Ceratomyxa barbata* n. sp. in the two largest watersheds in South America. *Parasitol. Int.*, 2022; 91: 102651. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2022.102651>

Froese, R. FishBase. world wide web electronic publication. 2024. [cited 2024 Jun 05]. Available from: <http://www.fishbase.org>

Garutti, V. Description of a new species of the genus *Astyanax* Baird & Girard from Araguaia River basin, Brazil. *Rev Bras de Biol*, 1999; 59(4): 585–591. <https://doi.org/10.1590/S0034-71081999000400008>

Gurgel HDCB. Populational structure and breeding season of *Astyanax fasciatus* Cuvier (Characidae, Tetragonopterinae) from Ceará Mirim River, Poço Branco, Rio Grande do Norte, Brazil. *Rev. Bras. de Zool.*, 2004; 21(1): 131–135. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752004000100022>

Le Cren ED. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecol.*, 1951; 20: 201-219. <https://doi.org/10.2307/1540>

Malta JCO. Os peixes de um lago de várzea da Amazônia Central (Lago Janauacá, Rio Solimões) e suas relações com os crustáceos ectoparasitas (Branchiura: Argulidae). *Acta Amaz.*, 1984; 14(3-4): 355-372. <https://doi.org/10.1590/1809-43921984143372>

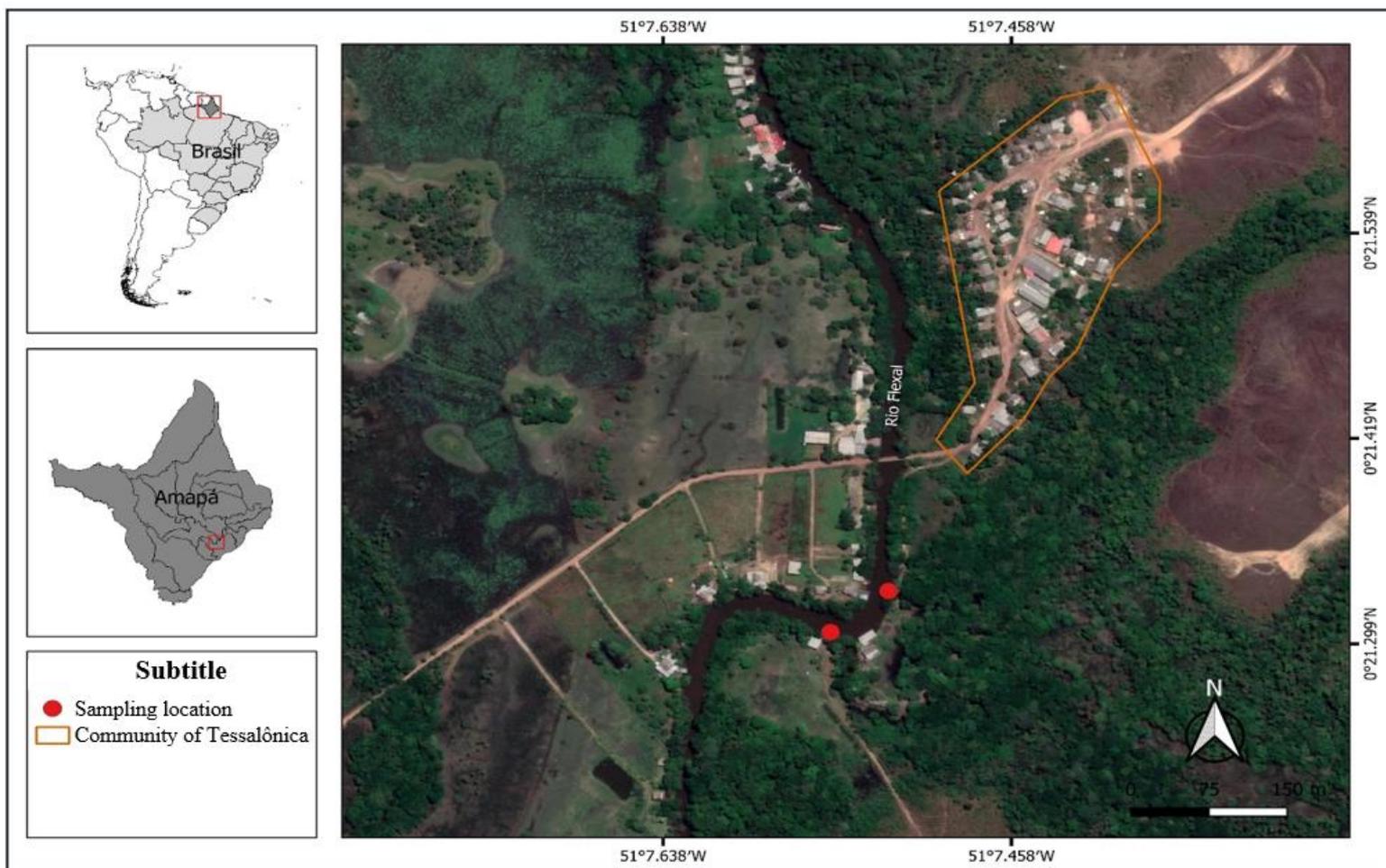
- Margarido YM, Adriano EA, Valladão GM, Naldoni J, Pilarski, F. Morphological, molecular, and histopathological characterization of a new species of *Henneguya* infecting farmed *Astyanax lacustris* in Brazil. *MicrobPathog.*, 2021; 158: 104991. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2021.104991>
- Mathews PD, Naldoni J, Maia AA, Adriano EA. Morphology and small subunit rDNA-based phylogeny of *Ceratomyxa amazonensis* n. sp. parasite of *Symphysodon discus*, an ornamental freshwater fish from Amazon. *Parasitol. Res.*, 2016; 115:4021-4025. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-5173-4>
- Penteado PR, Kavalco KF, Pazza R. Cross-amplification of six microsatellite loci isolated from *Astyanax mexicanus* to species of Genus with south american distribution. *EECBio.*, 2012; 2(1): 11-15. <https://doi.org/10.7902/2issecbvol1.2011n19>
- Santos ML. Cnidários da Amazônia. *Thoreauvia*, 2023; 2(2): 26.
- Silva MFD, Sousa-Henrique DDD, Messias-Luz N, Borralho LDS, Oliveira JDD, Sindeaux-Neto JL, et al. *Myxobolus* sp. (Myxozoa; Myxosporidia) causing asymptomatic parasitic gill disease in *Astyanax* aff. *bimaculatus* (Characiformes; Characidae) in the Tocantins river basin, amazon region, Brazil. *Res. Bras. Parasitol. Vet.*, 2019; 28: 739-743. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612019041>
- Val AL, Fishes of the Amazon: diversity and beyond. *An. Acad. Bras.*, 2019; 91: e20190260, 2019. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201920190260>
- Vieira, DHMD, Rangel, LF, Tagliavini, VP Abdallah, V. D., Santos, M. J., & De Azevedo RK. A new species, *Henneguya lacustris* n. sp. (Cnidaria: Myxosporidia), infecting the gills of *Astyanax lacustris* from Brazil. *Parasitol. Res.*, 2020; **119**: 4259–4265. <https://doi.org/10.1007/s00436-020-06871-5>
- Zatti SA, Araújo BL, Adriano EA, Maia AA. A new freshwater *Ceratomyxa* species (Myxozoa: Ceratomyxidae) parasitizing a sciaenid fish from the Amazon Basin, Brazil. *Parasitol. Int.*, 2023; 97: 102796. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2023.102796>
- Zatti SA, Atkinson SD, Bartholomew JL, Maia AA, Adriano EA. Amazonian waters harbour an ancient freshwater *Ceratomyxa* lineage (Cnidaria: Myxosporidia). *Acta. trópica.*, 2017; 169: 100-106. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.02.006>
- Zatti SA, Atkinson SD, Maia AA, Bartholomew JL, Adriano EA. *Ceratomyxa gracillima* n. sp. (Cnidaria: Myxosporidia) provides evidence of panmixia and ceratomyxid radiation in the Amazon basin. *Parasitol.*, 2018; 145(9): 1137-1146. <https://doi.org/10.1017/S0031182017002323>

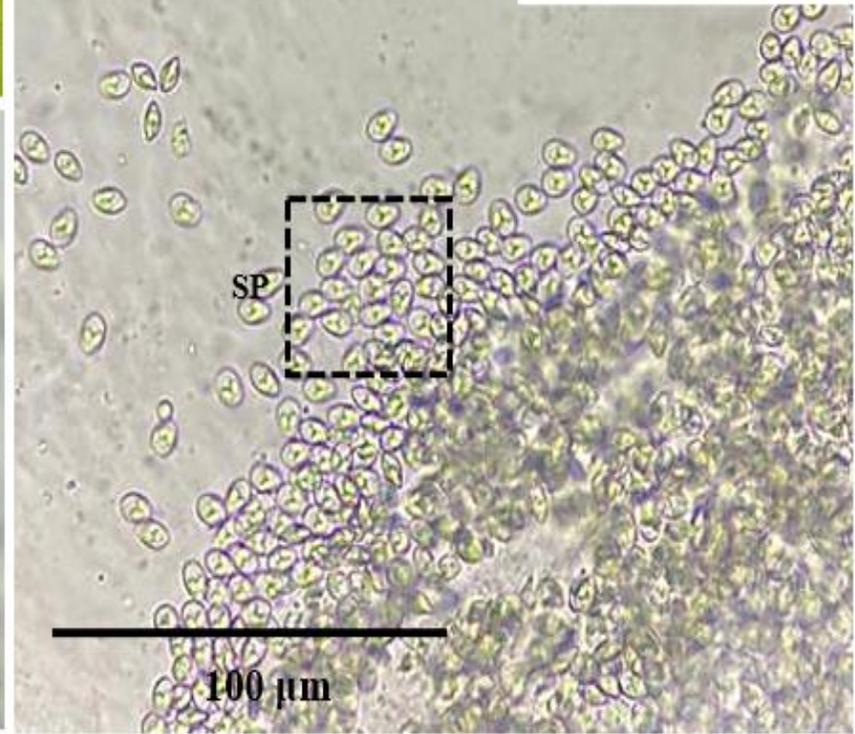
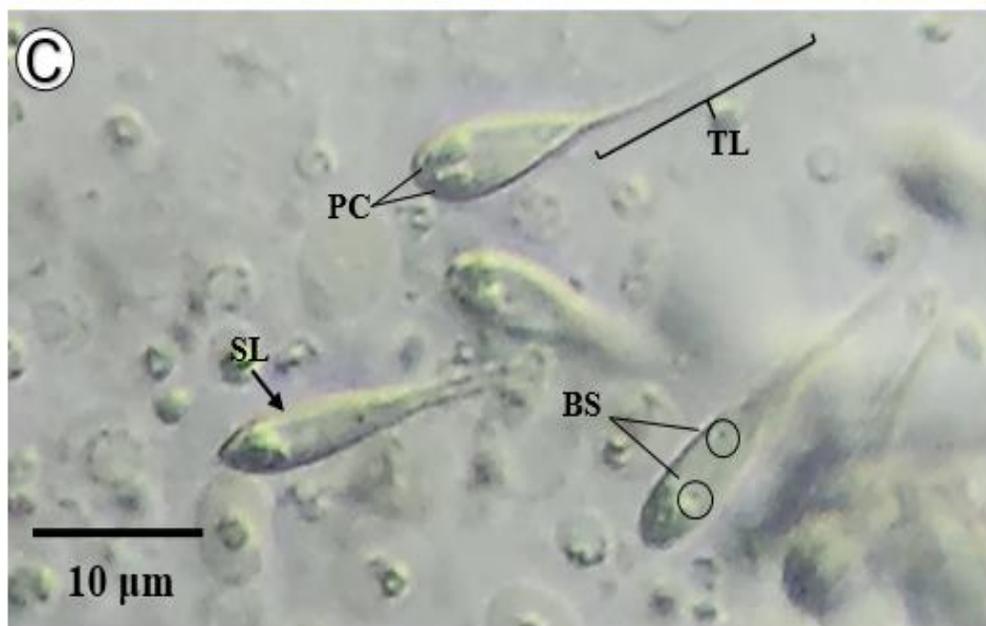
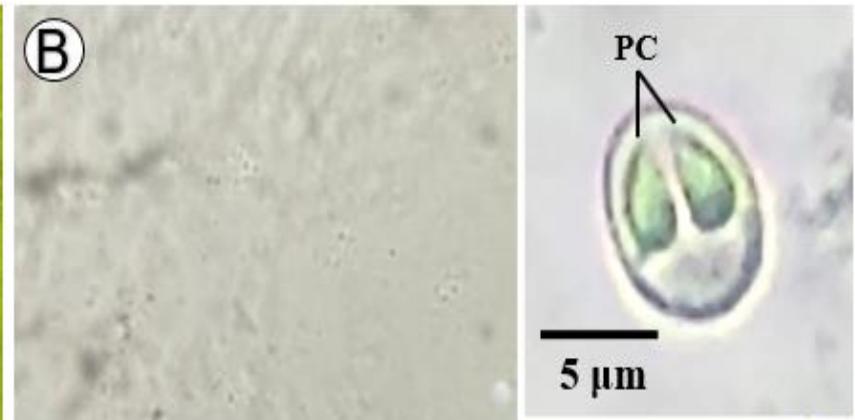
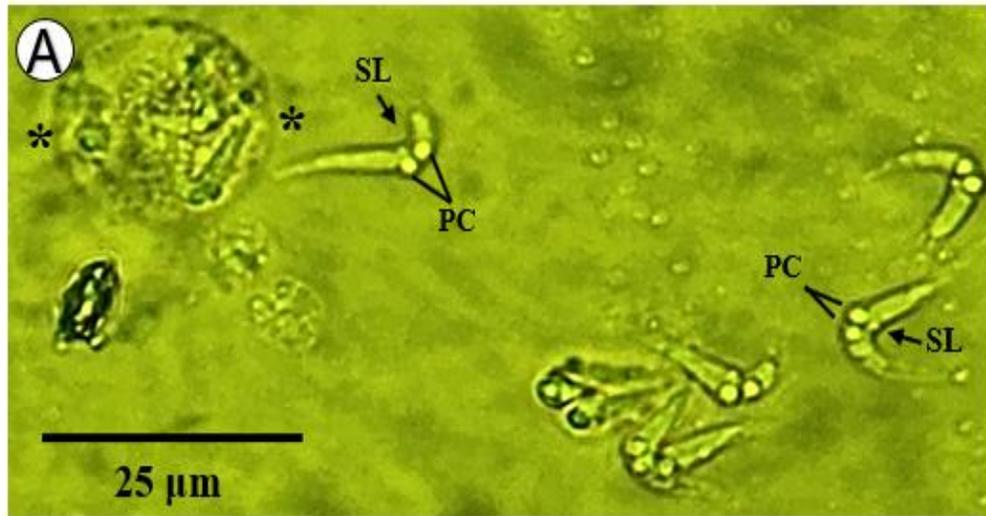
Table 1. Prevalence of myxozoans by organs in *Astyanax mexicanus*, Flexal river, Tessalônica, Amapá, Eastern Amazon. Fish examined (FE); Site of Infection (SI) and Prevalence (P%).

Figure 1. Brazil Map with highlighting the State of Amapá, location of the Flexal river and the community of Tessalônica, highlighting the collection points for specimens of *Astyanax mexicanus*.

Figure 2. Myxozoans found in *Astyanax mexicanus* from the Flexal river. A) Light microscopy of plasmodia containing *Ceratomyxa* sp. delimited by asterisks. Spores with arrowhead indicating suture line (SL) and polar capsules (PC). 25µm scale bar. B) sectioned spores (SP) of *Myxobolus* sp, scale bar 100 µm. Highlighting the single spore with two polar capsules. 5 µm bar. C) Spores of *Henneguya* sp. with arrow indicating the suture line, and highlighting polar capsules, binucleated sporoplasm (BS), Caudal Prolongation (TL). 10 µm scale bar.

Parasite	Site of Infection	FE	SI	P (%)
<i>Myxobolus</i> sp.	Caudal Kidney	62	16	25.8%
	Urinary bladder	62	6	9.67%
	Gills	62	6	9.67%
	Tegument	62	6	9.67%
	Liver	62	5	8.06%
	Gallbladder	62	2	3.22%
	Fin	62	1	1.61%
	Muscle	62	1	1.61%
<i>Henneguya</i> sp.	Tegument	62	6	9.67%
	Gills	62	2	3.22%
	Urinary bladder	62	2	3.22%
	Fin	62	1	1.61%
	Caudal Kidney	62	1	1.61%
<i>Ceratomyxa</i> sp.	Glallbladder	62	11	17.74%





**MORPHOLOGICAL AND PHYLOGENETIC ANALYSES OF *Ceratomyxa*
tessaloniensis n. sp. IN *Astyanax mexicanus* DE FILLIPI, 1853
(CHARACIFORMES: CHARACIDAE) FROM THE FLEXAL RIVER,
TESSALÔNICA COMMUNITY, AMAPÁ, AMAZON, BRAZIL**

**ANÁLISES MORFOLÓGICAS E FILOGENÉTICAS DE *Ceratomyxa*
tessaloniensis n. sp. EM *Astyanax mexicanus* DE FILLIPI, 1853
(CHARACIFORMES: CHARACIDAE) ORIUNDOS DO RIO FLEXAL,
COMUNIDADE DE TESSALÔNICA, AMAPÁ AMAZÔNIA, BRASIL**

Abstract: Ceratomyxids are cellozoan endoparasites often found in the gall bladder of marine life hosts and in a few species of freshwater fish. The spores are elongated, crescent-shaped or arched with two polar capsules positioned at the top near the suture line. Based on morphological and phylogenetic analyses, this paper describes a new species of *Ceratomyxa* found in the gall bladder of the snail *Astyanax mexicanus* in the state of Amapá. The strongly arched spores measured $3.13 \pm 0.5 \mu\text{m}$ long by $12.18 \pm 1.9 \mu\text{m}$ thick with a posterior angle of $74^\circ \pm 10.6^\circ$ and two polar capsules $1.74 \pm 0.1 \mu\text{m}$ long and $1.5 \pm 0.16 \mu\text{m}$ wide. The plasmodia were spherical and without motility.

Keywords: *Ceratomyxa*, Parasite, Coelozoic, Amazon, Fish

Resumo: Os ceratomixídeos são endoparasitos celozóicos frequentemente encontrados na vesícula biliar de hospedeiros de vida marinha e em poucas espécies de peixes de água doce. Os esporos são alongados, em forma de meia-lua ou arqueados com duas cápsulas polares posicionadas ao topo próximas a linha de sutura. Este trabalho descreve com base em análises morfológicas e filogenéticas uma nova espécie de *Ceratomyxa* presente na vesícula biliar do caracídeo *Astyanax mexicanus* no estado do Amapá. Os esporos fortemente arqueados mediam $3,13 \pm 0,5 \mu\text{m}$ de comprimentos por $12,18 \pm 1,9 \mu\text{m}$ de espessura com ângulo posterior de $74^\circ \pm 10,6^\circ$ e duas cápsulas polares com $1,74 \pm 0,1 \mu\text{m}$ de comprimento e $1,5 \pm 0,16 \mu\text{m}$ de largura. Os plasmódios eram esféricos e sem motilidade.

Palavras chave: Parasito, Celozóico, Peixe

Introdução

Myxozoários (Cnidária: Classe Myxozoa Grassé, 1970), são um abundante grupo de endoparasitos, com cerca de 2600 espécies descritas, destacando-se espécies patogênicas. São caracterizados pelo ciclo de vida complexo, envolvendo dois hospedeiros, um vertebrado intermediário e outro invertebrado definitivo. São inicialmente reconhecidos pela morfologia dos esporos e posteriormente identificados de acordo com análises filogenéticas e moleculares. Frequentemente são encontrados em hospedeiros aquáticos, e em alguns casos em anfíbios, répteis, aves e mamíferos (László et al., 2002; Fiala et al., 2015 Okamura et al., 2015; Eiras et al., 2023).

Os microparasitos do gênero *Ceratomyxa* Thélohan, 1892 estão distribuídos mundialmente com cerca de 270 espécies, caracterizam-se por esporos alongados arqueados ou meia-lua, com válvulas regularmente cônicas, duas cápsulas polares arredondadas posicionadas no topo e linha de sutura alinhada ao centro. Exibem tropismo pela vesícula biliar de peixes, e menor ocorrência em peixes de água doce (Lom & Dyková, 2006; Eiras et al., 2018; Figueredo et al., 2023).

Entre os peixes da família Characidae, o gênero *Astyanax* Baird & Girard, 1854 é um dos mais especiosos e de ampla distribuição geográfica, ocorrendo por toda região neotropical. *Astyanax mexicanus* De Fillipi 1853, conhecido popularmente como “tetra mexicano” é um peixe de pequeno porte, habita fundos rochosos e arenosos de poças e remansos de riachos e rios, alimenta-se de insetos, crustáceos e vermes. É migratório durante o inverno, buscando áreas mais quentes onde se reproduz e esconde os ovos em fendas (Gurgel, 2004; Froese, 2024).

Sob aspectos filogenéticos, moleculares, morfológicos e ultraestruturais, este estudo descreve uma nova espécie de *Ceratomyxa* coletado em *Astyanax mexicanus* proveniente do rio Flexal, comunidade de Tessalônica, Macapá, Amazônia Oriental, Brasil.

Material e Métodos

Coleta de Peixes

Foram capturados 62 exemplares de *Astyanax mexicanus*, provenientes do rio Flexal (0°21'17.9" N; 051°07'32.4 W), próximo a comunidade de Tessalônica, zona rural de Macapá-AP, entre dezembro de 2022 a fevereiro de 2024. Os espécimes foram coletados pelo grupo de Sanidade de Organismos Aquáticos da Amazônia, com auxílio de redes de emalhar de 20 mm, linha, anzol e puçá. Os peixes foram transportados vivos

até o laboratório de Morfofisiologia e Sanidade Animal (LABMORSA) da Universidade do Estado do Amapá (UEAP) em recipientes com água do ambiente, aerada artificialmente por meio de bombas a pilha. As coletas foram autorizadas e registradas, pelo comitê de uso animal (CEUA) nº 21157.001846/2018-91, Sistema de Autorização e Informação de Biodiversidade (SISbio) nº 90220-1 e pelo Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético (SISgen) nº AC2FD5B (vide Anexos).

Dessensibilização e Coleta de Parasitos

Os peixes foram anestesiados através de uma solução Eugenol/Álcool em seguida dessensibilizados por secção neural com auxílio de uma pinça pontiaguda para tomada de informações biométricas: peso (g), comprimento total (ct) e comprimento padrão (cp). Em seguida, toda superfície externa foi verificada com auxílio de um estereomicroscópio binocular à procura de lesões, cistos ou descamação cutânea. Após incisão ventral, cada órgão foi analisado extraindo-se pequenos fragmentos que foram levados ao microscópio de luz (ML) entre lâmina e lamínula em busca de cistos e esporos.

Morfometria e Microscopia de Luz

Informações morfométricas (média e desvio padrão) foram coletadas de esporos maduros em micrômetros (μm). Variáveis como Comprimento dos esporos (LS), espessura dos esporos (TS), comprimento da cápsula polar (PCL), largura da cápsula polar (PCW) e ângulo posterior (PA) foram tomadas e tabuladas segundo recomendações de Lom & Arthur (1989). Os resultados obtidos foram comparados com espécies de *Ceratomyxa* de outros estudos através da Análise de Componente Principais (PCA), com a utilização do software PAST 3.0 (Hammer et al, 2001).

Os órgãos parasitados foram fixados em solução de Davidson (álcool 95%, formaldeído, ácido acético e água destilada) por até vinte e quatro horas, e após sequência crescente em etanol e xilol as amostras foram impregnadas em parafina e então cortadas em micrótomo (Leica RM2125 RTS). Por fim, as lâminas foram coradas em Ziehl-Neelsen (ZN) e então fotografadas pela câmera modelo Moticam 2300 acoplada ao microscópio Lumen LM3100 no Laboratório de Morfofisiologia e Sanidade Animal da Universidade do Estado do Amapá.

Microscopia Eletrônica de Varredura

Órgãos parasitados foram fixados em glutaraldeído 5% e condicionados sob refrigeração até o momento de se proceder as técnicas de microscopia eletrônica de varredura (MEV), em seguida as amostras foram tamponadas com cacodilato de sódio 0,2 M a pH 7.2 por três horas a 4°C e lavadas no tampão por até quatro horas a 4°C, e

então pós-fixadas em Tetróxido de Ósmio a 2% e submetidas ao mesmo tampão e na mesma temperatura por duas horas. Em seguida, a amostra foi desidratada em sequência crescente de etanol e secada até o ponto crítico para finalmente proceder com a metalização em ouro ou platina. As fotos foram obtidas no microscópio eletrônico de varredura do Laboratório de Histologia e Embriologia Animal no Instituto da Saúde e Produção Animal (ISPA) na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).

Biologia Molecular: Análise Filogenética

A partir de amostras fixadas em álcool 80%, o DNA foi extraído utilizando o kit ReliaPrep gDNA Tissue Miniprep System (Promega, EUA), seguindo o protocolo do fabricante. As análises moleculares foram realizadas com base nas sequências de rDNA 18S, amplificadas por meio da técnica de nested PCR utilizando o termociclador MyGene, modelo MG96G (LongGene, China). O primeiro ciclo de amplificação foi realizado usando os primers 18E (5'-CTGGTTGATCCTGCCAGT-3'), seguindo recomendações de Hillis & Dixon, (1991) e 18R (5'-CTACGGAAACCTTGTTACG-3') de acordo com Whipps et al, (2003) com desnaturação inicial a 95 °C por 15 min, seguido por 35 ciclos de 95 °C por 1 min, 48 °C por 1,5 min e 72 °C por 2 min mais extensão final a 72 °C por 10 min. Em seguida foi realizado um segundo ciclo de amplificação usando os pares de primers 18E - MC3 (5'-GATTAGCCTGACAGATCACTCCACGA-3') e MC5 (5'-CCTGAGAAACGGCTACCACATCCA-3'), como preconiza Molnár et al, (2002) - 18R com desnaturação inicial a 95 °C por 15 min, seguido por 35 ciclos de 95 °C por 30 s, 56 °C por 30 s e 72 °C por 1 min mais extensão final a 72 °C por 10 min. A reação em cadeia da polimerase (PCR) foi realizada em um volume total de 25 µL contendo 2,5 µL de tampão, 1,5 mM de MgCl₂, 0,2 mM de dNTP (Sinapse Inc., Brasil), 0,3 µM de cada primer, 1U de HOT FIREPol DNA Polimerase (Solis BioDyne, Estônia), 3,0/2,0 µL do DNA molde e água para PCR até completar o volume final. Os produtos da PCR foram visualizados em gel de agarose a 1,5% em tampão Tris-borato-EDTA corado com UniSafe Dye (UniScience, Brasil). As amostras positivas foram enviadas para sequenciamento na empresa ACTGene (Alvorada, RS, Brasil).

As sequências obtidas foram editadas e alinhadas no programa BioEdit (Hall, 2007), montadas no software Codon Code Aligner (CodonCode Corporation, Dedham, Massachusetts) e a sequência resultante foi contraposta com sequências depositadas no GenBank através da Basic Local Alignment Search Tool (BLASTn) do National Center for Biotechnology Information (NCBI).

Foram realizadas análises Bayesiana (BI) e de Máxima Parcimônia para obtenção dos relacionamentos filogenéticos, com auxílio dos respectivos softwares: MrBayes 3.1.2 (Ronquist e Huelsenbeck, 2003), em que foi usado um algoritmo de Markov da Cadeia de Monte Carlo (MCMC), e PAUP 4.0 (Swofford e Sullivan, 2003) com algoritmo de busca heurística, em que se deu igual peso para transições e transversões, ao passo que inserções e deleções (indels) foram tratados como dados perdidos. A confiança nos nós da árvore mais parcimoniosa foi avaliada por 1.000 replicações de bootstrap (Felsenstein, 2004). A árvore gerada dos produtos da BI foi composta por sequências obtidas do GenBank de trinta Myxozoários sendo um inserido como grupo externo. O software Figtree® foi usado para ajustes e formatação da árvore.

Resultados

Descrição morfológica dos esporos

Foram encontrados no sobrenadante da vesícula biliar de 11 exemplares de *A. mexicanus* plasmódios polispóricos esféricos assim como esporos maduros de *Ceratomyxa tessaloniensis* n. sp. (Figura 1-A). Cada esporo continha duas cápsulas polares subesféricas alinhadas ao ápice, próximas à linha de sutura (Figura 2).

Vesículas biliares contendo esporos foram processadas em técnicas histológicas e submetidas à coloração de Ziehl-Neelsen, que marcaram esporos maduros e indicaram ausência de danos histopatológicos.

Através da MEV, foi possível observar esporos em vista sutural (Figura 1 B e C), alongados e em formato de pinça, com linha de sutura bem definida e centralizada (Figura 1 D e E setas).

Os dados morfométricos extraídos, indicaram que os esporos de *Ceratomyxa tessaloniensis* n. sp. mediam $3.13 \pm 0.5 \mu\text{m}$ de comprimento por $12.18 \pm 1.9 \mu\text{m}$ de espessura e ângulo posterior médio de $74^\circ \pm 10.6^\circ$. As cápsulas polares mediam $1.74 \pm 0.1 \mu\text{m}$ de comprimento por $1.5 \pm 0.16 \mu\text{m}$ de largura. Os dados morfométricos obtidos estão demonstrados e em uma tabela comparativa (Tabela 1).

A análise de componentes principais (PCA), indicou 99% de divergência atribuída aos dois primeiros eixos principais. O eixo do componente 1 foi o que mais divergiu, com 97%, enquanto o segundo eixo registrou 2% de divergência. A variável mais importante foi a de ângulo posterior (PA), seguida da espessura do esporo (ST). *Ceratomyxa tessaloniensis* n. sp. aproximou-se de *Ceratomyxa microlepis* correlacionando-se negativamente no eixo 1, assim como as espécies *Ceratomyxa mylei*, *Ceratomyxa*

vermiformis e *Meglitschia* sp. também correlacionadas pelo ângulo posterior, influenciadas pela morfologia arqueada dos esporos (figura 3).

Sumário Taxonômico

Kingdom Metazoa Linnaeus, 1758

Phylum Cnidaria Hatscheck, 1888

Class Myxozoa Grassé, 1970 (Kyger, 2021)

Subclass Myxosporea Bütschli, 1881

Order Bivalvulida Shulman, 1959

Family Ceratomyxidae Doflein, 1899

Genus *Ceratomyxa* Thélohan, 1892

Species *Ceratomyxa tessaloniensis* n. sp.

Host: *Astyanax mexicanus* De Fillipi, 1853

Prevalence: 17,74% (eleven specimens)

Site of infection: gallbladder

Collection site: Flexal River, Community of Tesselônica, Macapá City, Amapá State, Brazil (0°21'17.9" N; 051°07'32.4 W).

Species deposit: Glass slide with Ziehl-Neelsen stained spores was deposited in the collection of the Amazon Research Institute (INPA), Manaus, Amazonas state, Brazil (accession number: INPA - CND000102)

GenBank accession number: PP963504

Etymology: O epíteto específico da espécie se refere ao nome da comunidade onde o peixe foi coletado.

Análises Filogenéticas e Moleculares

O sequenciamento parcial de SSU rDNA 18S de esporos de *Ceratomyxa tessaloniensis* n. sp., gerou uma sequência de 932 pares de bases, depositada no Genbank sob o número de acesso PP963504. As análises filogenéticas geraram uma árvore com dois clados, A e B (figura 4). *Ceratomyxa tessaloniensis* n. sp. apresentou forte suporte nodal e agrupou no subclado A1 formado por membros da família Ceratomyxidae, isolados na vesícula biliar de peixes de água doce amazônicos: como *Ceratomyxa fonsecai* (MK796248) Da Silva et al., 2020; *Ceratomyxa gracillima* (KY934184) Zatti et al., 2018; *Ceratomyxa mandii* (MZ504285) Araújo et al., 2022; *Ceratomyxa vermiformis* (KX278420) Adriano & Okamura, 2016; *Ceratomyxa amazonensis* (KX236169)

Mathews et al., 2016; *Ceratomyxa ranunculiformis* (OQ701120) Zatti et al., 2023; *Ceratomyxa brasiliensis* (KU978813) Zatti et al., 2017; e *Ceratomyxa macapaensis* (MT939250) Bittencourt et al., 2021, sendo este também descrito na cidade de Macapá, estado do Amapá.

Um subclado A2 divergente, ramificou do clado A com espécies marinhas, *Ceratomyxa tunisiensis* (KT013098) Thabet et al., 2016 e *Ceratomyxa ghannouchensis* (KT932821) Thabet et al. 2019. Outras espécies de ambientes salinos agruparam no clado B. A sequência de *Kudoa amazonica* (MK129261) Velasco et al., (2019) foi utilizada como grupo externo.

A menor distância (*p*) genética registrada entre *Ceratomyxa tessaloniensis* n. sp. e outra espécie foi de 5% com *Ceratomyxa macapaensis*. Com as demais espécies as distâncias foram superiores a 6% (Tabela 2).

Discussão

Os microparasitos do gênero *Ceratomyxa* são um grupo de parasitos celozóicos com tropismo pela vesícula biliar, com alguns registros em hospedeiros de água doce (Lom & Dyková 2006). Fato este corroborado, uma vez que os plasmódios e esporos de *Ceratomyxa tessaloniensis* n. sp., apresentaram tropismo pela vesícula biliar do *A. mexicanus*, assim como em todos os demais ceratomixídeos descritos e que fazem parte de um minoritário grupo de espécies de peixes de água doce, em especial amazônicos.

Este é o terceiro registro de *Ceratomyxa* em peixes da família Characidae na Amazônia. O primeiro foi descrito no *Colossoma macropomum* com *C. vermiformes*, Adriano e Okamura, (2016). Da Silva et al, descreveu no *Hemiodus unimaculatus* a presença do *C. fonsecai*. e agora *Ceratomyxa tessaloniensis* n. sp., descrito no *A. mexicanus*. Na literatura não foi encontrado registros de *Ceratmyxa* em peixe do gênero *Astyanax*, sendo este o primeiro descrito neste gênero.

A cerca da morfologia, os esporos fortemente arqueados de *Ceratomyxa tessaloniens* n. sp. assemelham-se aos de *C. mylei* descritos por Azevedo et al, (2011), *C. vermiformis* descrito por Adriano e Okamura, (2016) e *C. gracillima* descrito por Zatti et al, (2018).

Quanto ao comprimento do esporo, *Ceratomyxa tessaloniensis* n. sp., apresentou a menor medida entre as espécies morfologicamente semelhantes, com $3.13 \pm 0.5 \mu\text{m}$, seguido do *C. gracillima* com $4.4 \pm 0.4 \mu\text{m}$, *C. vermiformis* $4.5 \pm 0.2 \mu\text{m}$ e *C. mylei* $5.1 \mu\text{m}$. Em relação a espessura dos esporos, *Ceratomyxa tessaloniensis* n. sp. demonstrou

ser o mais espesso entre as outras espécies, com $12.18 \pm 1.9 \mu\text{m}$ enquanto *C. mylei* $9.1 \mu\text{m}$, *C. vermiformis* $8.4 \pm 0.4 \mu\text{m}$ e *C. gracillima* com $7.0 \pm 0.5 \mu\text{m}$.

As cápsulas polares do *Ceratomyxa tessaloniensis* n. sp., tinham $1.74 \pm 0.1 \mu\text{m}$ de comprimento e $1.5 \pm 0.16 \mu\text{m}$ de largura, sendo menor tanto em comprimento quanto largura quando comparadas com as demais espécies descritas, que apresentavam a mesma medida em ambos os planos: *C. gracillima* $1.9 \pm 0.3 \mu\text{m}$, *C. mylei* $2.1 \pm 0.3 \mu\text{m}$ e *C. vermiformis* $2.7 \pm 0.1 \mu\text{m}$.

De acordo com Adriano et al. (2022) todos os plasmódios das espécies de *Ceratomyxa* descritos na América Latina e naturais de água doce são móveis e vermiformes. Porém os plasmódios de *Ceratomyxa tessaloniensis* n. sp, descritos aqui eram esféricos, polispóricos e sem motilidade. Com isso, sendo a primeira descrição de plasmódios não vermiformes da América Latina (Azevedo et al. 2011; Azevedo et al., 2013; Mathews et al., 2016; Adriano e Okamura, 2016; Zatti et al., 2017; Zatti et al., 2018; Da Silva et al., 2020; Bittencourt et al., 2021; Franzolin et al, 2022; Araújo et al, 2022; Zatti et al., 2023).

Os clados formados foram determinados pelo ambiente aquático do hospedeiro, sendo um clado B de espécies marinhas e o clado A, que gerou dois subclados: A1 com espécies de água doce e A2 com duas espécies marinhas. *Ceratomyxa tessaloniensis* n. sp., posicionou-se com forte suporte nodal ao subclado A1, agrupado exclusivamente com espécies amazônicas, consolidando a monofilia do gênero.

De acordo com Fiala et al. (2015) o clado dos ceratomixídeos é basal para todas as outras espécies de myxoporídeos marinhos existentes. Interações aquáticas de hospedeiros de comportamento anfídromo, ou seja, que alternam entre águas salobras e dulcícolas podem ter originado subclados divergentes de espécies de *Ceratomyxa* marinhos ligados a ambientes de água doce (Adriano & Okamura 2016; Mathews et al., 2016). De fato, a análise filogenética gerou um subclado divergente A2 ligado ao subclado A1 de água doce, de espécies marinhas, composto por *Ceratomyxa tunisiensis* Thabet et al. (2016) e *Ceratomyxa ghannouchensis* Thabet et al. (2019), considerado como clado basal da família Ceratomyxidae.

Conclusão

Esta pesquisa foi a primeira de ictiofauna realizada no Rio Flexal (comunidade de Tessalônica), através de análises filogenéticas, moleculares e morfológicas feitas, pode-se afirmar que *Ceratomyxa tessaloniensis* n. sp. é uma nova espécie de *Ceratomyxa*

quando comparada com as demais espécies descritas, sendo uma nova espécie descrita no estado do Amapá, a primeira descrita no peixe *A. mexicanus* assim e a primeira espécie de *Ceratomyxa* com a presença de plasmódios não vermiformes da América do Sul. Portanto esse estudo contribui com a expansão acerca do conhecimento da ictiofauna mixozoária amazônica, expandindo o entendimento sobre a morfologia e distribuição destes parasitos.

Referências

- Adriano EA, Okamura B. Motility, morphology and phylogeny of the plasmodial worm, *Ceratomyxa vermiformis* n. sp. (Cnidaria: Myxozoa: Myxosporea). *Parasitol.*, 2016; 144(2): 158-168. <https://doi.org/10.1017/S0031182016001852>
- Adriano EA, Zatti SA, e Okamura B. How to build single-celled cnidarians with worm-like motility: Lessons from Myxozoa. *J. Anat.*, 2022; 240(3): 475-488. <https://doi.org/10.1111/joa.13566>
- Araújo BL, Adriano EA, Franzolin GN, Zatti SA, Naldoni J. A novel *Ceratomyxa* species (Myxozoa: Cnidaria) infecting an Amazonian catfish. *Parasitol. Int.*, 2022; 89: 102582. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2022.102582>
- Azevedo C, Ribeiro M, Clemente SC, Casal G, Lopes L, Matos P. Light and ultrastructural description of *Meglitschia mylei* n. sp. (Myxozoa) from *Myleus rubripinnis* (Teleostei: Serrasalminidae) in the Amazon River system. *J. Eukaryot. Microbiol.*, 2011; 58(6): 525-528, 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.2011.00583.x>
- Azevedo C, Rocha S, Casal G, Clemente SCS, Matos P, Al-Quraishy S, et al. Ultrastructural description of *Ceratomyxa microlepis* sp. nov. (Phylum Myxozoa): a parasite infecting the gall bladder of *Hemiodus microlepis*, a freshwater teleost from the Amazon River. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 2013; 108: 150-154. <https://doi.org/10.1590/0074-0276108022013004>
- Bittencourt LS, Da Silva DT, Hamoy I, De Carvalho AA, Da Silva MF, Videira M. et al. Morphological and Phylogenetic Features of *Ceratomyxa macapaensis* n. sp. (Myxozoa: Ceratomyxidae) in *Mesonauta festivus* Heckel, 1840 (Cichliformes: Cichlidae) from the eastern Amazon region. *Acta. Parasitol.*, 2021; 67(1): 322-329. <https://doi.org/10.1007/s11686-021-00460-x>
- Da Silva MF, De Carvalho AEFB, Hamoy I, Matos ER. Coelozoic parasite of the family Ceratomyxidae (Myxozoa, Bivalvulida) described from motile vermiform

- plasmodia found in *Hemiodus unimaculatus* Bloch, 1794. *Parasitol. Res.*, 2020; 119(3) 871-878. <https://doi.org/10.1007/s00436-019-06505-5>
- Eiras JC, Barman GD, Chanda S, Panigrahi AK. An update of the species of Myxosporea (Cnidaria, Myxozoa) described from Indian fish. *J. Parasit. Dis.*, 2023; 47(1)12-36. <https://doi.org/10.1007/s12639-022-01558-3>
- Eiras JC, Cruz C, Saraiva A. Synopsis of the species of *Ceratomyxa* Thélohan, 1892 (Cnidaria, Myxosporea, Ceratomyxidae) described between 2007 and 2017. *Syst Parasitol.* 2018; 95, 427–446. <https://doi.org/10.1007/s11230-018-9791-3>
- Felsenstein, J. Inferring Phylogenies. Sinauer Associates, Sunderland, Mass. 2004
- Fiala I, Bartošová-Sojková P, Whipps CM. Classification and phylogenetics of Myxozoa. Myxozoan evolution, ecology and development. *Springer.* 2015; 85-110. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14753-6_5
- Figueredo RT, Müller MI, Long PF, Adriano EA. Myxozoan Ceratomyxids Infecting the Gallbladder of Amazonian Ornamental Cichlid Fish: Description of *Ellipsomyxa santarenensis* n. sp. and Report of *Ceratomyxa amazonensis* in a New Host. *Diversity.* 2023; 15(7): 830. <https://doi.org/10.3390/d15070830>
- Franzolin GN, Araújo BL, Zatti SA, Naldoni J, Adriano EA. Occurrence of the host-parasite system *Rhaphiodon vulpinus* and *Ceratomyxa barbata* n. sp. in the two largest watersheds in South America. *Parasitol. Int.*, 2022; 91: 102651. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2022.102651>
- Froese, R. FishBase. world wide web electronic publication. 2024. [cited 2024 Jun 06]. Available from: <http://www.fishbase.org>
- Gurgel HDCB. Populational structure and breeding season of *Astyanax fasciatus* Cuvier (Characidae, Tetragonopterinae) from Ceará Mirim River, Poço Branco, Rio Grande do Norte, Brazil. *Rev. Bras. de Zool.*, 2004; 21(1):131–135. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752004000100022>
- Hall TA. **Bioedit v7.0.9**: Biological sequence alignment editor analysis program for Windows 95/98/Nt/2K/XP. Available from: <www.mbio.ncsu.edu/BioEdit/bioedit.html> Access in: 13 june. 2024.
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. PAST: Pacote de software de estatísticas paleontológicas para educação e análise de dados. *Palaeontol. Eléctron.*, 2001; 4(1): 1-9
- Hillis DM, Dixon MT. Ribosomal DNA: molecular evolution and phylogenetic inference. *Q Rev Biol.* 1991; 66(4): 411-53. <https://doi.org/10.1086/417338>

- László B, Csaba S, Kálmán M. Atuais conhecimentos sobre Myxosporea (Myxozoa), parasitas de peixes: um estágio alternativo dos parasitas no Brasil. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, 2002; 39: 271-276. <https://doi.org/10.1590/S1413-95962002000500010>
- Lom J, Arthur JR. A guideline for the preparation of species descriptions in Myxosporea. *J. Fish Dis.*, 1989; 12: 151-156. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.1989.tb00287.x>
- Lom J, e Dyková I. Myxozoan genera: definition and notes on taxonomy, life-cycle terminology and pathogenic species. *Folia Parasitol.*, 2006; 53(1): 1–36 <https://doi.org/10.14411/fp.2006.001>
- Mathews PD, Naldoni J, Maia AA, Adriano EA. Morphology and small subunit rDNA-based phylogeny of *Ceratomyxa amazonensis* n. sp. parasite of *Symphysodon discus*, an ornamental freshwater fish from Amazon. *Parasitol. Res.*, 2016; 115: 4021-4025. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-5173-4>
- Molnár, K., Eszterbauer, E., Székely, C., Dán, Á. and Harrach, B. (2002), Morphological and molecular biological studies on intramuscular *Myxobolus* spp. of cyprinid fish. *J. Fish Dis.*, 2002; 25: 643-652. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2761.2002.00409.x>
- Okamura B, Gruhl A, Bartholomew JL. An Introduction to Myxozoan Evolution, Ecology and Development. In: Okamura B, Gruhl A, Bartholomew J. (eds) Myxozoan Evolution, Ecology and Development. *Springer*. 2015; 1-20. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14753-6_1
- Okamura B, Hartigan A, Naldoni J. Extensive uncharted biodiversity: the parasite dimension. *Integr. Comp. Biol.*, 2018; 58(6) 1132-1145. <https://doi.org/10.1093/icb/icy039>
- Ronquist F, Huelsenbeck JP. MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinform.* 2003; 19(12): 1572-1574. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btg180>
- Swofford LL, Sullivan J. Phylogeny inference based on parsimony and other methods using PAUP*. *The Phylogenetic Handbook: A Practical Approach to DNA and Protein Phylogeny* 2003; 7: 160-206.
- Thabet A, Abdel-Baki AAS, Harrath AH, & Mansour L. (). Morphological and molecular aspects of *Ceratomyxa ghannouchensis* n. sp. and *C. pallida* Thélohan 1894 infecting the bogue, Boops boops. *J. Nat. Hist.*, 2019; 53(9-10): 541-556. <https://doi.org/10.1080/00222933.2019.1597202>

Thabet A, Mansour L, Al Omar SY, & Tlig-Zouari S. *Ceratomyxa tunisiensis* n. sp (Myxosporea: Bivalvulida) from the gallbladders of two carangid fish caught off the coast of Tunisia. *J. Eukaryot. Microbiol.*, 2016; 63(1): 86-92.

<https://doi.org/10.1111/jeu.12251>

Velasco M, Neto JLS, Videira M, Do Nascimento LDCS, Gonçalves EC, & Matos E. (). *Kudoa amazonica* n. sp. (Myxozoa; Multivalvulida), a parasite of the esophageal musculature of the freshwater catfish, *Hypophthalmus marginatus* (Siluriformes: Pimelodidae), from a river of the Amazon region. *Microb. pathog.*, 2019; 130: 247-252.

<https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.03.017>

Whipps, CM, Adlard, RD, Bryant, MS, Lester, RJG, Findlav, V. e Kent, ML (), Primeiro relato de três espécies de *Kudoa* do leste da Austrália: *Kudoa thyrsites* de Mahi mahi (*Coryphaena hippurus*), *Kudoa amamiensis* e *Kudoa minithyrsites* n. sp. de Sweeper (*Pempheris ypsilychnus*). *J. Eukaryot. Microbiol.*, 2003 50: 215-

219. <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.2003.tb00120.x>

Zatti SA, Araújo BL, Adriano EA, Maia AA. A new freshwater *Ceratomyxa* species (Myxozoa: Ceratomyxidae) parasitizing a sciaenid fish from the Amazon Basin, Brazil. *Parasitol. Int.*, 2023; 97: 102796. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2023.102796>

Zatti SA, Atkinson SD, Bartholomew JL, Maia AA, Adriano EA. Amazonian waters harbour an ancient freshwater *Ceratomyxa* lineage (Cnidaria: Myxosporea). *Acta. trópica.*, 2017; 169: 100-106. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.02.006>

Zatti SA, Atkinson SD, Maia AA, Bartholomew JL, Adriano EA. *Ceratomyxa gracillima* n. sp. (Cnidaria: Myxosporea) provides evidence of panmixia and ceratomyxid radiation in the Amazon basin. *Parasitol.*, 2018; 145(9): 1137-1146.

<https://doi.org/10.1017/S0031182017002323>

Tabela 1. Tabela morfométrica comparativa de medidas (μm) com desvio padrão de *Ceratomyxa tessaloniensis* n. sp. com outras espécies de *Ceratomyxa* spp descritas: SP: Comprimento do esporo; ST: Espessura do esporo; TL Ratio: Média do comprimento do esporo; PCL: Comprimento da cápsula polar; PCW: Largura da cápsula polar; PA: Ângulo posterior e Coils: Número de voltas do filamento polar.

Tabela 2. Tabela de distância genética (p) entre espécies amazônicas de *Ceratomyxa* spp. descritas.

Figura 1. A) Microscopia de luz de plasmódio (asterisco) de *Ceratomyxa tessaloniensis* n. sp., plasmódios polispóricos (pontas de setas). Barra de escala de 25 μm . Esporo em destaque com linha de sutura (SL) e duas cápsulas polares (PC), barra de escala de 10 μm ; B) Microscopia eletrônica de varredura de esporos de *Ceratomyxa tessaloniensis* n. sp. (pontas de setas), barra de escala de 90 μm ; C) Microscopia eletrônica de varredura de esporo em vista sutural de *Ceratomyxa tessaloniensis* n. sp., barra de escala de 5 μm ; D) Microscopia eletrônica de varredura de seccionado de esporos, barra de escala de 90 μm ; E) Microscopia eletrônica de varredura de esporos de *Ceratomyxa tessaloniensis* n. sp., em volta de uma célula, setas indicando linhas de sutura. Barra de escala de 5 μm .

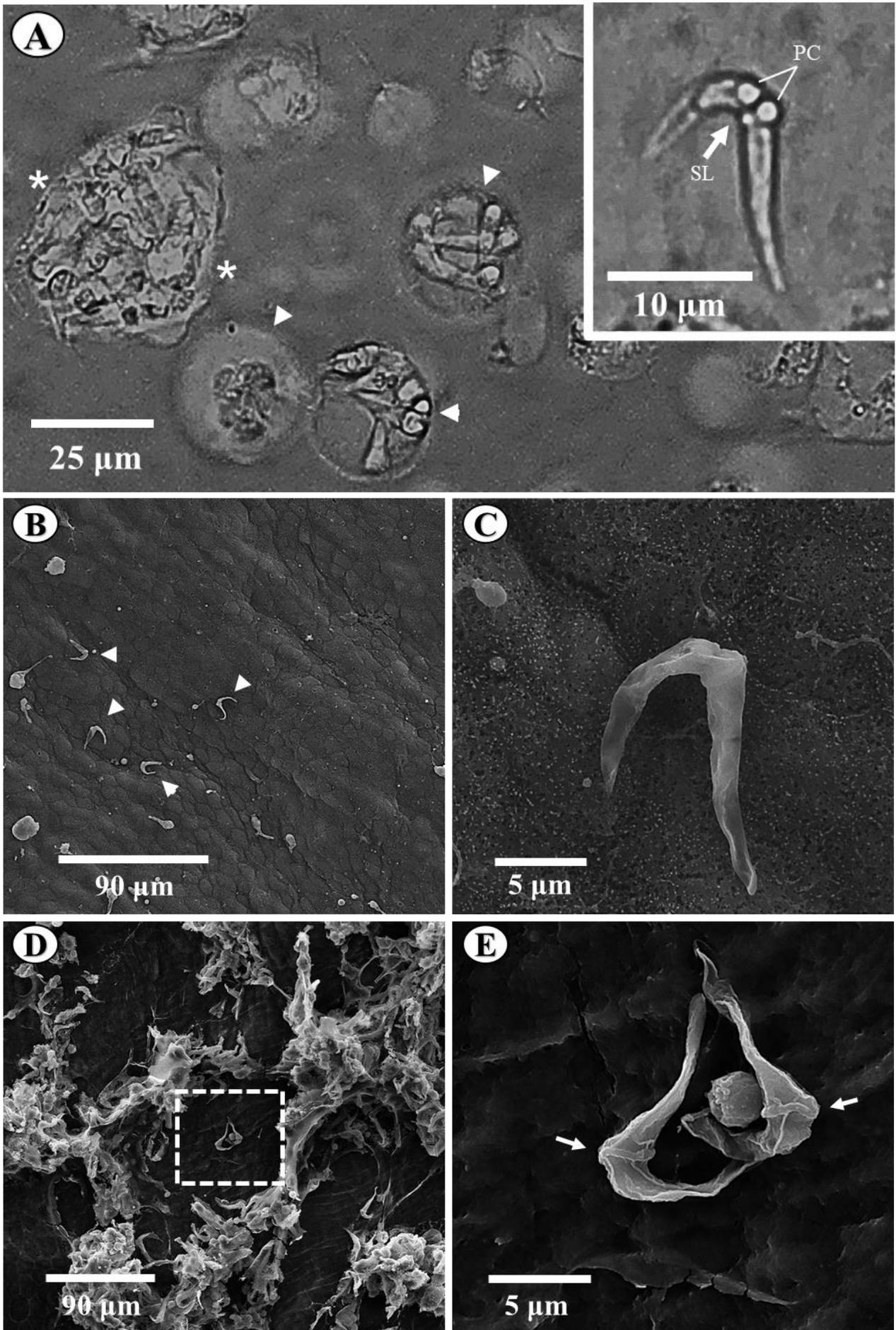
Figura 2. Desenho esquemático de *Ceratomyxa tessaloniensis* n. sp.

Figura 3. Análise de Componentes Principais (PCA). Correlação dos parâmetros morfométricos das espécies de *Ceratomyxa* spp. descritas. ST: Espessura do esporo; TLR: Comprimento médio do esporo; SL: Comprimento do esporo; PCL: Comprimento da Cápsula Polar; PCW: Largura da Cápsula Polar e Ângulo Posterior (PA).

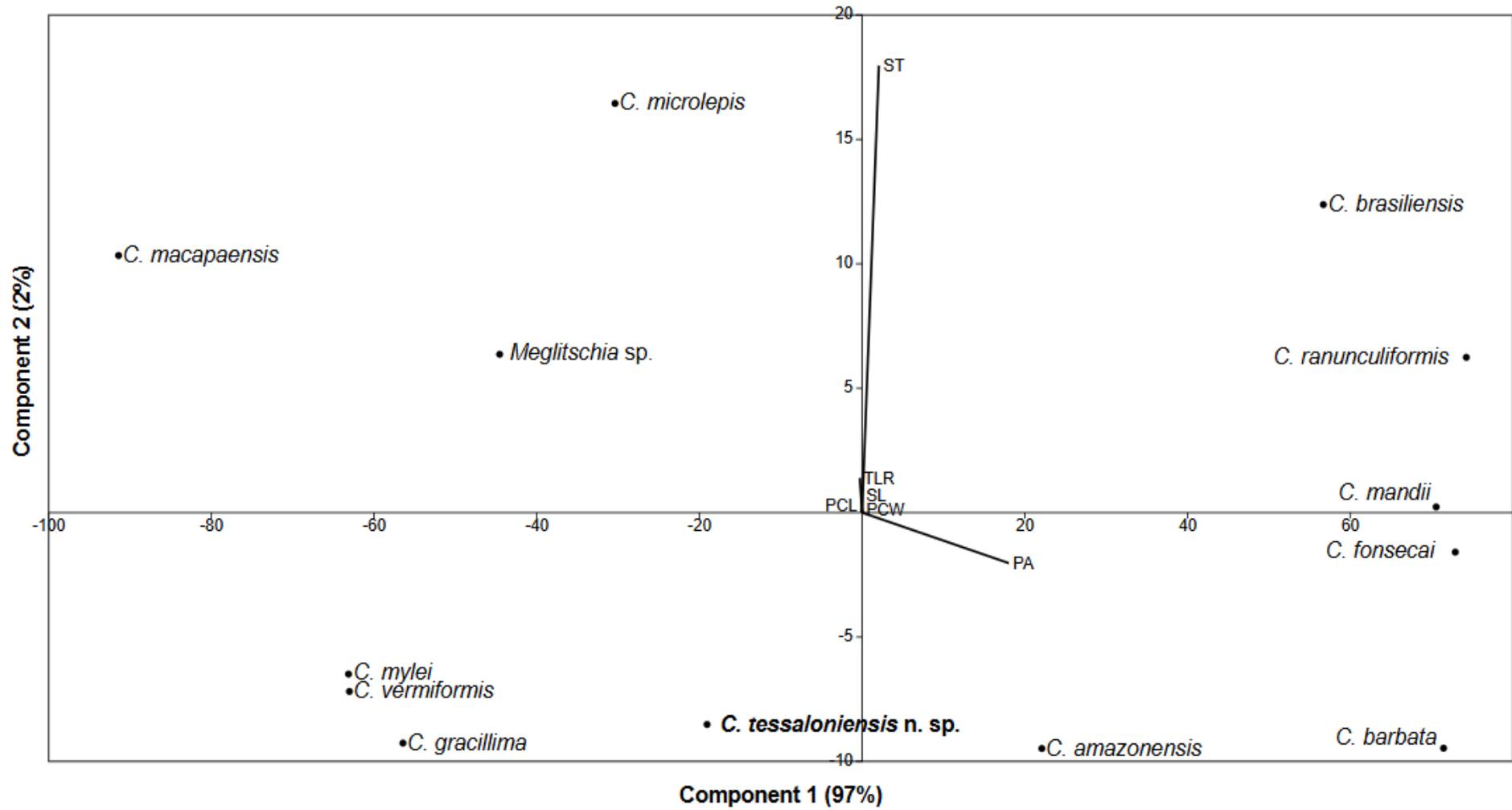
Figura 4. Filograma de *Ceratomyxa tessaloniensis* n. sp. gerado a partir de análise bayesiana a partir de dados de sequência parcial de SSU rDNA 18S. Os números de cada ramo indicam o suporte nodal. Os nomes das espécies são seguidos do número de depósito do Genbank.

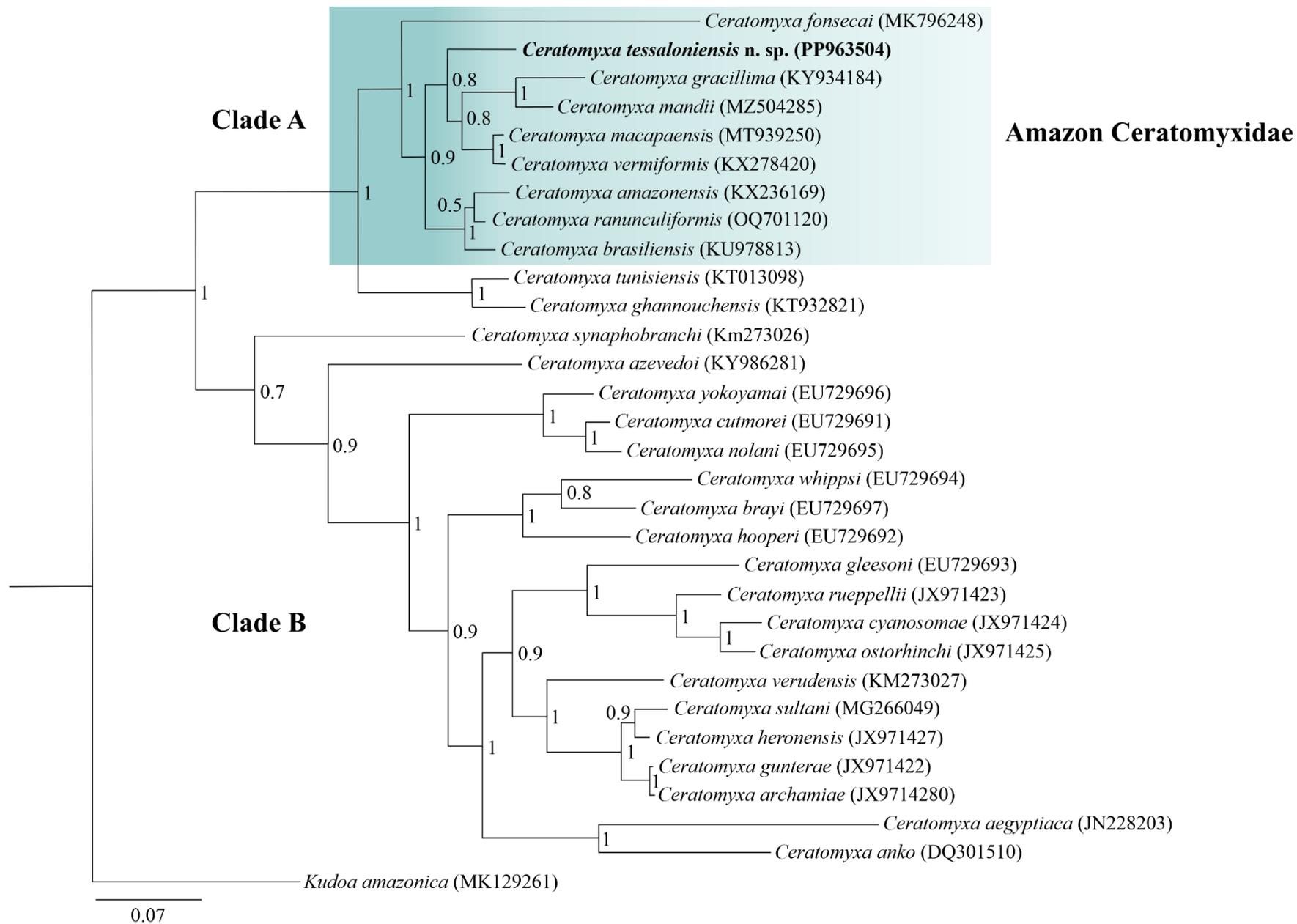
Species	Spore			Polar Capsule				Geographic Region	Host	References
	Lentgh ± SD	Thickness ± SD	TL Ratio	Lentgh ± SD	Width ± SD	Posterior Angle (θ)	Coils			
<i>Ceratomyxa tessaloniensis</i> n. sp.	3.13 ± 0.5	12.18 ± 1.9	3.89	1.74 ± 0.1	1.5 ± 0.16	74.0° ± 10.6	-	Flexal River, Macapá-AP	<i>Astyanax mexicanus</i>	Present Study
<i>Ceratomyxa ranunculiformis</i>	4.9 ± 0.9	37.6 ± 5.2	-	2.0 ± 0.6	1.9 ± 0.5	165.0° ± 11	2-3	Lago Grande do Curuai, Pará State	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Zatti et al, (2023)
<i>Ceratomyxa mandii</i>	4.6 ± 1.2	31.2 ± 5	-	1.8 ± 0.8	1.9 ± 0.7	162.0° ± 19	3-4	Solimões River, Manaus State	<i>Pimelodina flavipinnis</i>	Araújo et al, (2022)
<i>Ceratomyxa barbata</i>	2.9 ± 0.5	21.7 ± 3.5	-	1.6 ± 0.3	1.4 ± 0.16	164.0° ± 10.8	3	Tapajós River, Pará State	<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	Franzolin et al, (2022)
<i>Ceratomyxa macapaensis</i>	4.2 ± 0.5	22.7 ± 0.3	5.41	1.8 ± 0.3	1.6 ± 0.1	-	3-4	Piririm River, Macapá-AP	<i>Mesonauta festivus</i>	Bittencourt et al, (2021)
<i>Ceratomyxa fonsecai</i>	2.6 ± 0.1	28.9 ± 2.7	11.12	1.9 ± 0.3	1.7 ± 0.2	164.8° ± 8.6	3-4	Tocantins River, Maranhão State	<i>Hemiodus unimaculatus</i>	Da Silva et al, (2020)
<i>Ceratomyxa gracillima</i>	4.4 ± 0.4	7.0 ± 0.5	6.36	1.9 ± 0.3	1.9 ± 0.3	37.0° ± 2.9	2-3	Tapajós, Amazon and Solimões Rivers, Pará State	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Zatti et al, (2018)
<i>Ceratomyxa brasiliensis</i>	6.3 ± 0.6	41.2 ± 2.9	6.54	2.6 ± 0.3	2.5 ± 0.3	147.0°	3-4	Tapajós River, Pará State	<i>Cichla monoculus</i>	Zatti et al, (2017)
<i>Ceratomyxa vermiformis</i>	4.5 ± 0.2	8.4 ± 0.4	5.24	2.7 ± 0.1	2.7 ± 0.1	30.2° ± 6.6	3-4	Amazon and Solimões Rivers, Pará State	<i>Colossoma macropomum</i>	Adriano & Okamura, (2016)
<i>Ceratomyxa amazonensis</i>	7.0 ± 0.3	15.8 ± 0.4	2.24	3.2 ± 0.3	2.6 ± 0.2	105.0° - 115.0°	3-4	Rio Negro River, Manaus State	<i>Symphysodon discus</i>	Mathews et al, (2016)
<i>Ceratomyxa microlepis</i>	5.2 ± 0.4	35.5 ± 0.9	6.83	2.2 ± 0.3	2.2 ± 0.3	58.°-60.0°	5-6	Trombetas River, Pará State	<i>Hemiodus microlepis</i>	Azevedo et al, (2013)
<i>Ceratomyxa mylei</i>	5.1	9.1	4.82	2.1 ± 0.3	2.1 ± 0.3	30.0°	5-6	Sapurua lake, Pará State	<i>Myleus rubripinnis</i>	Azevedo et al. (2011)
<i>Meglitschia</i> sp.	5	24	4.80	3.3	2.5	47.0°	-	Maceió, Alagoas State	<i>Eugerres Brasilianus</i>	Silva et al, (2017)

Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9
(1) <i>Ceratomyxa tessaloniensis n. sp.</i>									
(2) <i>Ceratomyxa gracillima</i>	0,08								
(3) <i>Ceratomyxa mandii</i>	0,08	0,07							
(4) <i>Ceratomyxa macapaensis</i>	0,05*	0,09	0,07						
(5) <i>Ceratomyxa vermiformis</i>	0,06	0,07	0,06	0,01					
(6) <i>Ceratomyxa amazonensis</i>	0,07	0,09	0,09	0,06	0,06				
(7) <i>Ceratomyxa brasiliensis</i>	0,07	0,09	0,09	0,06	0,06	0,04			
(8) <i>Ceratomyxa ranunculiformis</i>	0,06	0,08	0,08	0,05	0,05	0,03	0,02		
(9) <i>Ceratomyxa synaphobranchi</i>	0,24	0,22	0,23	0,24	0,22	0,24	0,24	0,23	
(10) <i>Kudoa amazonica</i>	0,22	0,20	0,21	0,23	0,21	0,21	0,21	0,20	0,19









CONCLUSÕES GERAIS

O peixe *Astyanax mexicanus* tem o primeiro registro de fauna microparasitária abrangendo três gêneros da classe Mixozoa, sendo eles, *Myxobolus*, *Henneguya* e *Ceratomyxa*. Entre os três myxozoários encontrados, *Myxobolus* foi o que registrou a maior prevalência e a maior distribuição por órgãos infectados, confirmando a inespecificidade por sítios de infecção que é característico deste gênero. *Henneguya* foi o menos prevalente contudo o segundo em distribuição por sítios de infecção. *Ceratomyxa* foi o segundo mais prevalente e ficou restrito a vesícula biliar do hospedeiro e foi registrado pela primeira vez em um peixe caracídeo do gênero *Astyanax*.

O índice que calculou a sanidade animal, através da relação peso total por peso estimado do hospedeiro apontou que apesar da carga parasitária, o parasitismo não afetou o bem-estar do *A. mexicanus*, sugerindo então que o ambiente, o parasito e o hospedeiro estavam em condições harmônicas e em equilíbrio.

Com base em análises filogenéticas, moleculares e morfológicas, foi possível descrever uma nova espécie de *Ceratomyxa* quando comparada com outras espécies registradas, consistindo em uma nova espécie registrada no estado do Amapá, sendo a primeira descrita no peixe *Astyanax mexicanus* assim como a primeira espécie de *Ceratomyxa* com presença de plasmódios não vermiformis da América do Sul.

Este foi o primeiro trabalho de ectioparasitologia realizado no Rio Flexal (comunidade de Tesselônica), os achados contribuem com o conhecimento da biodiversidade microparasitária de peixes da região amazônica em especial no estado do Amapá, que ainda possui poucos registros acerca dos Myxozoários. Portanto esse estudo contribui com a expansão acerca do conhecimento da ictiofauna mixozoária amazônica, expandindo o entendimento sobre a morfologia e distribuição destes parasitos.

REFERÊNCIAS (GERAL)

- ABRUNHOSA, J. *et al.* *Myxobolus marajoensis* sp. n. (Myxosporea: Myxobolidae), parasite of the freshwater catfish *Rhamdia quelen* from the Brazilian Amazon region. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 26, p. 465-471, 2017.
- ARTHUR, J. R. & LOM, J. *Sphaerospora araii* n. sp. (Myxosporea: Sphaerosporidae) from the kidney of a longnose skate (*Raja rhina* Jordan and Gilbert) from the Pacific Ocean off Canada. **Canadian journal of zoology**, v. 63, n. 12, p. 2902-2906, 1985.
- ATKINSON, Stephen D.; BARTHOLOMEW, Jerri L.; LOTAN, Tamar. Myxozoans: ancient metazoan parasites find a home in phylum Cnidaria. **Zoology**, v. 129, p. 66-68, 2018.
- AZEVEDO, C. *et al.* Light and ultrastructural description of *Meglitschia mylei* n. sp. (Myxozoa) from *Myleus rubripinnis* (Teleostei: Serrasalminidae) in the Amazon River system. **Journal of Eukaryotic Microbiology**, v. 58, n. 6, p. 525-528, 2011.
- BARTHEM, R. B.; Food and Agriculture Organization of The United Nations. Situação do manejo das pescarias dos grandes bagres amazônicos do Brasil. **Informe del Taller Regional sobre Manejo de las Pesquerías de Bagres Migratorios del Amazonas**, p. 33-56, 2000.
- CANTATORE, D. M. P.; ROSSIN, M. A. Clase Myxozoa. Myxozoanosis. **Parasitología Comparada Modelos Parasitarios**. Parte I, c.28, p.348 2022.
- COSTA, J. F. DA. Padrões citogenéticos em representantes de dois complexos de espécies de peixes com ocorrência em ecossistemas semiáridos neotropicais: *Astyanax bimaculatus* (Characidae) e *Gymnotus carapo* (Gymnotidae). **Dissertação de Mestrado – UFRN**. 2023.
- DE FARIAS PANTOJA, Wanderson Michel *et al.* Percepção de impactos sobre a pesca artesanal: caminhos para o manejo dos recursos pesqueiros do Amapá, Brasil. **Ethnoscintia-Brazilian Journal of Ethnobiology and Ethnoecology**, v. 6, n. 1, p. 135-162, 2021.
- DE SANT'ANA, F. J. F. *et al.* Surtos de infecção por *Piscinoodinium pillulare* e *Henneguya* spp. Em pacus (*Piaractus mesopotamicus*) criados intensivamente no Sudoeste de Goiás. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, p. 121-125, 2012.
- EIRAS, J. C.; VELLOSO, A. L.; PEREIRA, Jr. Parasitos de peixes marinhos da América do Sul. **Rio Grande, Editora da FURG**, 2016.
- EIRAS, J. C. Elementos de ictioparasitologia. **Porto: Fundação Eng. Antônio de Almeida**, p. 339, 1994.
- EIRAS, J. C. Uma visão geral sobre os parasitas mixosporídeos em anfíbios e répteis. **Acta Parasitol**, v. 4, pág. 267-275, 2005.
- EIRAS, J. C.; CRUZ, C.; SARAIVA, A. Synopsis of the species of *Ceratomyxa* Thélohan, 1892 (Cnidaria, Myxosporea, Ceratomyxidae) described between 2007 and 2017. **Systematic parasitology**, v. 95, p. 427-446, 2018.
- EIRAS, J.C; ADRIANO, E. A. Uma lista de verificação de novas espécies de *Henneguya* Thélohan, 1892 (Myxozoa: Myxosporea, Myxobolidae) descritas entre 2002 e 2012. **Systematic Parasitology**, v. 95-104, 2012.

- EIRAS, Jorge C. *et al.* Synopsis of the species of *Myxobolus* (Cnidaria, Myxozoa, Myxosporea) described between 2014 and 2020. **Folia Parasitologica**, 2021.
- FEIST, S. W. & LONGSHAW, M. Phylum myxozoa. In: WOO, P.T.K. (ed). 2 ed. **Fish diseases and disorders**, [s. l]: CABI, v. 1, p. 230-296, 2006.
- FIALA, IVAN *et al.* Adaptive radiation and evolution within the Myxozoa. **Myxozoan evolution, ecology and development**, p. 69-84, 2015.
- FIGUEREDO, R. T. A. *et al.* Myxozoan Ceratomyxids Infecting the Gallbladder of Amazonian Ornamental Cichlid Fish: Description of *Ellipsomyxa santarenensis* n. sp. and Report of *Ceratomyxa amazonensis* in a New Host. **Diversity**, v. 15, n. 7, p. 830, 2023.
- FRIEDRICH, C. *et al.* A myxozoan like parasite causing xenomas in the brain of the mole, *Talpa europaea* L., 1758 (Vertebrata, Mammalia). **Parasitology**, v. 121, n. 5, p. 483-492, 2000.
- FROESE, R. FishBase. world wide web electronic publication. <http://www.fishbase.org>, 2024.
- GARUTTI, V. Descrição de *Astyanax argyrimarginatus* sp. n. (Characiformes, Characidae) procedente da bacia do Rio Araguaia, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 4, p. 585–591, nov. 1999.
- GASCA, Rebeca; LOMAN-RAMOS, Lucio. Biodiversidad de Medusozoa (Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa) en México. **Revista mexicana de biodiversidad**, v. 85, p. S154-S163, 2014.
- HOFER, B. About the rotational disease of rainbow trout. **Ueber die Drehkrankheit der Regenbogenforelle.) Allgemeine Fischerei Zeitung**, v. 28, p. 7-8, 1903.
- LAGRUE, C. *et al.* Factors influencing infection patterns of trophically transmitted parasites among a fish community: host diet, host–parasite compatibility or both? **Journal of Fish Biology**, v. 79, n. 2, p. 466-485, 2011.
- LÁSZLÓ, B. CSABA, S. KÁLMÁN, M. Atuais conhecimentos sobre Myxosporea (Myxozoa), parasitas de peixes: um estágio alternativo dos parasitas no Brasil. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 39, p. 271-276, 2002.
- LAVRADO, H. & IGNACIO, B. Biodiversidade Bentônica da Região Central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira. **Série Livros, Museu Nacional** – Rio de Janeiro, c.4 p. 149, 2006.
- LOM, J & DYKOVÁ, I. Myxozoan genera: definition and notes on taxonomy, life-cycle terminology and pathogenic species. 2006.
- LOM, J. & DYKOVÁ, I. Protozoan Parasites of Fishes. **Amsterdam, ed. Elsevier**, 1992.
- LOWENSTINE, L. J. *et al.* Myxozoanosis in waterfowl: a new host record. In: **Proc. Am. Assoc. Zoo Vet.** p. 86-87, 2002.
- MARCOGLIESE, D. J. Parasites: Small players with crucial roles in the ecological theater. **EcoHealth** v. 1, n. 2, p. 151–164, 2004.

MATOS, E.; CORRAL, L.; MATOS, P.; CASAL, G.; AZEVEDO, C. Incidência de parasitas do Phylum Myxozoa (Sub-reino Protozoa) em peixes da região amazônica, com especial destaque para o gênero *Henneguya*. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v.36, p.83- 99, 2001.

MENIN, M. Amazônia: diversidade biológica e história geológica. **Reptilia**, v. 708, p. 273, 2007.

MOLNÁR, K. & BÉKÉSI, L. Description of a new *Myxobolus* species, *M. colossomatis* n. sp. from the teleost *Colossoma macropomum* of the Amazon River basin. **J. Appl. Ichthyol.** 9. 57-63. 1992.

OKAMURA, B., GRUHL, A., & BARTHOLOMEW, J. L. An introduction to myxozoan evolution, ecology and development. In *Myxozoan Evolution, Ecology and Development*. **Springer, Cham** p. 1-20, 2015.

OKAMURA, B., HARTIGAN, A., NALDONI, J. Extensive uncharted biodiversity: the parasite dimension. **Integrative and Comparative Biology**, v. 58, n. 6, p. 1132-1145, 2018.

OVERSTREET, R. M. *Fabespora vermicola* n. sp., The first myxosporidan from a platyhelminth. **The Journal of Parasitology**, p. 680-684, 1976.

PENTEADO, P R.; KAVALCO, K. F.; PAZZA, R. Amplificação cruzada de seis loci microssatélites isolados de *Astyanax mexicanus* para espécies do gênero com distribuição sul-americana. **Evolução e Conservação da Biodiversidade**, v. 2, n. 1, p. 11-15, 2012.

POTE, L. M.; HANSON, L. A.; SHIVAJI, R. Small subunit ribosomal RNA sequences link the cause of proliferative gill disease in channel catfish to *Henneguya* n. sp. (Myxozoa: Myxosporaea). **Journal of Aquatic Animal Health**, v. 12, n. 3, p. 230-240, 2000.

PROZEE (Fundação de Amparo à Pesquisa de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva), Relatório final do projeto de monitoramento da atividade pesqueira no litoral do Brasil – **Projeto Estatpesca**, PROZEE, Brasília, 2006.

RANGEL, L. F.; SANTOS, M. J.; ROCHA, S. Synopsis of the species of *Henneguya* Thelohan, 1892 (Cnidaria: Myxosporaea: Myxobolidae) described since 2012. **Systematic Parasitology**, v. 100, n. 3, p. 291-305, 2023.

REZENDE, T. V. F. A conquista e ocupação da Amazônia brasileira no período colonial: a definição das fronteiras. **Tese apresentada à faculdade de Filosofia, Letras e Ciências humanas da Universidade de São Paulo**. 2006.

SILVA, L. M. A. & TAVARES-DIAS, M. A pesca artesanal no estado do amapá: estado atual e desafios. **Bol. Téc. Cient. Cepnor**, v. 10, n. 1, p. 43-53, 2010.

SISRGP – Sistema Informatizado do Registro Geral da Atividade Pesqueira / MAPA – **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2016. Disponível em: <http://sistemas.agricultura.gov.br/sisrgp/>

SOARES, L. B. Estudos citogenéticos em cultura de células da família Characidae. **Monografia** - UNESP 2023.

SOUSA, P. E. S. *et al.* **A pesca artesanal do Amapá na foz do rio Amazonas, Amazônia, Brasil.** Tese de Doutorado. Ufra-Campus Belém. 2023.

SUN, C.H. *et al.* Estruturas do genoma mitocondrial e análises filogenéticas de dois peixes characidae tropicais. **Fronteiras na genética**, v. 12, p. 627402, 2021.

VAL, A. L. Peixes da Amazônia: diversidade e além. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 91, p. 1, 2019.

VELASCO, M. *et al.* *Henneguya paraensis* n. sp. (Myxozoa; Myxosporea), a new gill parasite of the Amazonian fish *Cichla temensis* (Teleostei: Cichlidae): morphological and molecular aspects. **Parasitology Research**, v. 115, p. 1779-1787, 2016.

YOKOYAMA, H. *et al.* *Kudoa* sp. (Myxozoa) causing a post-mortem myoliquefaction of North-Pacific giant octopus *Paroctopus dofleini* (Cephalopoda: Octopodidae). **Bulletin European Association of Fish Pathologists**, v. 21, n. 6, p. 266-268, 2001.

ZACARDI, D. M. *et al.* Estudo dos aspectos sociais e técnicos da atividade pesqueira no município de Calçoene, Amapá, extremo norte do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 9, n. 2, p. 52-68, 2016.

ZATTI, S. A. *et al.* A new freshwater *Ceratomyxa* species (Myxozoa: Ceratomyxidae) parasitizing a sciaenid fish from the Amazon Basin, Brazil. **Parasitology International**, v. 97, p. 102796, 2023.

ZHANG, Bo; TU, Xiao; GU, Zemao. Histopathological evaluation of the infection elicited by three species of *Myxobolus* (Cnidaria: Myxosporea), with identification of *M. xiaoganensis* n. sp. isolated from the silver carp *Hypophthalmichthys molitrix*. **Microbial Pathogenesis**, p. 106306, 2023.

ZHAO, Y. *et al.* RNA-seq analysis of local tissue of *Carassius auratus gibelio* with pharyngeal myxobolosis: Insights into the pharyngeal mucosal immune response in a fish-parasite dialogue. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 94, p. 99-112, 2019.

 **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**

 [Home](#)

 [Author](#)

 [Review](#)

Submission Confirmation

[Print](#)

Thank you for your submission

Submitted to

Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária

Manuscript ID

RBPV-2024-0135

Title

PARASITIC FAUNA OF MYXOZOANS IN *Astyanax mexicanus* DE FILLIPI, 1853 (CHARACIFORMES: CHARACIDAE) FROM THE FLEXAL RIVER, TESSALÔNICA, AMAPÁ, AMAZON, BRAZIL

Authors

Cardoso, Saturo

Carvalho, Abthyllane

Ferreira, Roger Leomar

Reis, Luize Cristine

Souza, Igor William

Sindeaux-Neto, Jose Ledamir

Videira, Marcela

da Silva, Michele Velasco

Date Submitted

05-Jul-2024

[Author Dashboard](#)



POLÍTICAS EDITORIAIS

Política da seção

Os artigos submetidos à Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária deverão caracterizar-se como científicos e originais, essencialmente sobre parasitas de animais em geral, não devendo ser publicados anteriormente nem estar sob consideração para publicação em outro periódico. A RBPV atribui a seus artigos as categorias de:

Artigo Original: deve relatar dados de pesquisa original, não tendo sido publicado em nenhum outro periódico.

Deve ser organizado obedecendo à seguinte sequência: Título Original (inglês), Título Traduzido (português), Título resumido (inglês), Autor(es)/Filiação Institucional, Abstract (inglês), Keywords, Resumo (português), Palavras-chave (português), Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusões (ou combinação destes três últimos), Agradecimentos, Declaração de Ética, Declaração de Conflito de Interesse e Referências Bibliográficas. As tabelas e ilustrações deverão ser apresentadas separadas do texto e anexadas ao final do trabalho, sem legendas. As respectivas legendas deverão vir no texto logo após as referências bibliográficas.

Comunicação Científica: para essa categoria, o artigo submetido só será aceito desde que possua alto grau de ineditismo e originalidade, trazendo resultados novos de importância evidente, atribuindo ao Editor-chefe a continuidade da submissão ou não. Pode ser organizado seguindo a mesma sequência de um Artigo Original, porém sem a necessidade de se destacar os tópicos, sendo escritas em texto corrido, conciso e limitado a 4.000 palavras, podendo incluir até 3 figuras ou tabelas, combinadas. Não mais que 25 referências devem ser citadas.

Artigo de Revisão: condicionado a submissão e a solicitação por convite do editor-chefe. Revisões não solicitadas serão avaliadas pelo editor-chefe ou editores científicos assistentes, desde que sejam escritas por pesquisadores especialistas no tópico escolhido. O texto principal dos artigos de revisão deve ter no mínimo 4.000 palavras.

Submissão de trabalhos

A submissão de trabalhos na RBPV é online pelo sistema [ScholarOne](https://scholarone.com). O autor correspondente deve fornecer um ID ORCID (Open Researcher and Contributor ID, <http://orcid.org/>) no momento da submissão inserindo-o no perfil do usuário no sistema de submissão. Recomendamos que seja feito o mesmo para os coautores.

O(s) autor(res) deverá(ão) anexar uma carta, responsabilizando-se por todo o processo de tramitação e originalidade do artigo, salvo resumo(s) apresentado(s) em eventos científicos, não submetidos à publicação em outros periódicos.

Taxa de processamento de artigos

A RBPV não cobra taxa de submissão de artigos. Porém, após o aceite do artigo, será cobrada a seguinte taxa de publicação:

R\$ 500,00 (associados do CBPV em dia com as anuidades);
 R\$ 1.000,00 (não-associados do CBPV).
 US\$ 300,00 (autores estrangeiros)

Dados bancários para depósito:

Nome: Colégio Brasileiro de Parasitologia Veterinária/Revista
 Banco do Brasil (001)
 Agência: 0269-0
 Conta Corrente: 28848-9

Para autores estrangeiros:

IBAN: BR4600000000002690000288489C1
 SWIFT BRASBR RJ SBO

Endereço: Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, Zona Rural. CEP: 14884-900.
 Jaboticabal – SP, Brasil.

Linguagem

Os trabalhos devem ser submetidos em inglês. Junto ao trabalho submetido anexar o certificado de revisão de inglês, emitido por um dos revisores credenciados pela revista:

ELSEVIER	AUTHOR	WEBSHOP: https://webshop.elsevier.com/
WILEY	EDITING	SERVICES: https://wileyeditingservices.com/en/
PUBLICASE		INTERNATIONAL: https://www.publicase.com.br/
DAVID	GEORGE	ELLIFF: david.elliff@bsnet.com.br
BEATRICE		ALLAIN: beatrice.tradutora@gmail.com
AMERICAN	JOURNAL	EXPERTS: https://www.aje.com/c/RBPV10
EDITAGE	PUBLISH &	FLOURISH: https://www.editage.com/
BIOEDIT	SCIENTIFIC	EDITING: https://www.bioedit.com/
JOURNAL	PREP	SERVICES: https://www.journalprep.com/
PRECISE		EDITING: https://www.teamprecise.us/
CAMBRIDGE	PROOFREADING: https://www.cambridgeproofreading.online/about-us.php	
ACADEMIC ENGLISH SPECIALISTS: https://academicenglish.com		

Os pesquisadores deverão assumir os custos da revisão. Caso um dos coautores seja estrangeiro nativo da língua inglesa, este deverá revisar o inglês do trabalho. O autor correspondente deverá enviar correspondência para revista confirmando que essa revisão foi feita por um dos autores nativos da língua inglesa.

Autoria

Trabalhos com número excessivo de autores deverão ser avaliados pelos editores científicos assistentes, em relação ao protocolo experimental.

É necessária a colaboração substancial de todos os autores no planejamento do estudo, obtenção, análise e interpretação de resultados, confecção do artigo e aprovação da versão final submetida e aceita.

Alterações de autoria, como exclusão ou inclusão de autores, devem ser feitas mediante um ofício ao Editor-chefe, com a justificativa, a qual será analisada dentro das políticas e submissão e aprovação. O autor excluído ou incluído, também deverá concordar, enviando um comunicado ao Editor-chefe.

Processo de avaliação pelos pares

O processo de avaliação do trabalho dependerá da observância das Normas Editoriais, dos Pareceres do Corpo Editorial e/ou do Relator *ad-hoc*. Nesse processo, o editor-chefe e os editores científicos assistentes poderão sugerir ou solicitar as modificações necessárias, apesar de ser de responsabilidade dos autores os conceitos emitidos. Os artigos submetidos serão avaliados por, no mínimo, 2 revisores anônimos, selecionados pelo editor-chefe. Em caso de um parecer conflitante, o artigo será enviado a um terceiro revisor.

O relator deverá preencher o formulário de avaliação da RBPV, disponível no sistema on-line de submissão (<http://mc04.manuscriptcentral.com/rbpv-scielo>). Tendo recebido a avaliação de pelo menos 2 dos revisores selecionados, o(s) autor(es) receberá (ão) o formulário de avaliação e possíveis correções feitas diretamente no texto. Cabe aos autores responderem o questionamento ou correções sugeridos pelos revisores, individualmente por meio de uma carta-resposta. Os autores também deverão destacar as correções no texto, utilizando de cores diferentes para cada revisor. O avaliador poderá corrigir novamente o artigo, se necessário. Após o aceite pelos revisores *ad-hocs*, porém antes do aceite final, o artigo passará pela análise de um dos Editores Científicos Assistentes. Lembrando que, o Editor Científico Assistente possui autonomia para sugerir correções e/ou rejeitar a publicação do artigo, mesmo com a aprovação dos relatores. Ainda nesta etapa, caso necessário, o manuscrito é encaminhado a um dos revisores de métodos estatísticos da RBPV.

Políticas de acesso aberto, direitos autorais e autoarquivamento

Acesso aberto

A revista publica artigos de acesso aberto de acordo com a Licença Creative Commons Attribution - CC BY, a qual permite uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.

Direitos autorais

Todos os direitos são reservados aos autores, de maneira irrestrita reservando ao periódico o direito a primeira publicação.

Acessibilidade

Os trabalhos publicados na Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária estarão sempre disponíveis online desde sua publicação.

Arquivamento

A RBPV incentiva os autores a arquivarem a versão final de seus manuscritos publicada no periódico, imediatamente após sua publicação no site da revista. Postar a versão em PDF publicada em blogs pessoais, repositórios institucionais e mídias sociais científicas como ResearchGate, Academia.edu entre outras, também é recomendado. Para isso, é necessário incluir a citação do artigo com o nome da RBPV e o DOI.

Conflitos de interesse

A RBPV exige o envio e publica a declaração de conflito de interesse junto ao artigo. O autor correspondente deve enviar uma declaração divulgando quaisquer potenciais conflitos de

interesse, podendo ser eles de natureza pessoal, comercial, política ou acadêmica, envolvendo ou não compensação financeira, ou mesmo quando não houver qualquer conflito, para todos os autores. Essa informação deve ser fornecida conforme descrito nas normas de apresentação do manuscrito.

Suporte financeiro

A RBPV exige que todo o apoio financeiro recebido seja divulgado por todos os autores, incluindo o nome da agência financiadora e o (s) número (s) de identificação da concessão. Essa informação deve ser fornecida conforme descrito nas normas de apresentação do manuscrito.

Ética

Direitos animais

Experimentos que utilizam animais deverão ser conduzidos obedecendo às normas aprovadas pela Comissão de Ética e Bem-Estar Animal da instituição na qual o estudo foi desenvolvido, devendo os autores apresentarem o número de protocolo de submissão e aprovação dos trabalhos. Para autores estrangeiros, experimentos com animal também são previstos no "International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals" emitido pelo "Council for the International Organizations of Medical Sciences" (https://grants.nih.gov/grants/olaw/guiding_principles_2012.pdf), devendo os autores apresentarem o número de protocolo de submissão e aprovação dos trabalhos.

Essa informação deve ser fornecida conforme descrito nas normas de apresentação do manuscrito.

Sobre as alegações de má conduta de pesquisa

A RBPV segue as diretrizes éticas propostas pelo Committee on Publication Ethics ([COPE – https://publicationethics.org](https://publicationethics.org)) e o Código de Boas Práticas elaborado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP): https://fapesp.br/boaspraticas/2014/FAPESP-Codigo_de_Boas_Praticas_Cientificas.pdf

Suspeitas de má conduta

A RBPV privilegia imparcialidade, integridade e confidencialidade na sua avaliação. O editor-chefe entrará em contato com os revisores e editores assistentes, em caso de dúvida ou questionamento. Dúvidas relacionadas à autoria, deve-se estabelecer primeiro contato com o autor correspondente e, caso necessário, com todos os autores. Não tendo sido resolvido, as instituições de afiliação dos autores ou agências de fomento envolvidas no desenvolvimento da pesquisa, deverão ser contatadas.

Em caso de qualquer suspeita de ética em pesquisa ou problemas de má prática de publicação, autores, revisores, editores e leitores são incentivados a relatar por meio de e-mail ao editor-chefe.

Quando necessário, a RBPV publicará erratas, correções ou retratações.

Plágio

A RBPV faz a triagem de todos os manuscritos submetidos usando o sistema Similarity check (<https://www.crossref.org/services/similarity-check/>) distribuído pela iThenticate.

Pós-aceite

O trabalho diagramado em formato pdf., será enviado por e-mail ao autor correspondente. Alterações no artigo, quando aceitos para publicação, devem ser realizadas nesse estágio, com permissão do editor-chefe. Portanto, o trabalho deve ser cuidadosamente corrigido antes de responder ao editor, pois inclusões de correções subsequentes (indicação de novo autor, mudança de parágrafos inteiros ou tabelas) não podem ser garantidas.

Após diagramação e editoração, o editor-chefe faz as correções finais.

APRESENTAÇÃO DO MANUSCRITO

Formato do arquivo a ser submetido:

Os trabalhos devem ser submetidos em inglês, de forma concisa, com linguagem impessoal e com os sinais de chamadas de rodapé em números arábicos, lançados ao pé da página em que estiver o respectivo número e em ordem crescente. Os trabalhos deverão ser apresentados em formato Word, fonte “Times New Roman”, tamanho 12, com margem superior e inferior de 2,5 cm, esquerda e direita com 3 cm e espaçamento entre linhas de 1,5 cm com as páginas numeradas.

O arquivo principal não deve conter os nomes dos autores, filiações, agradecimentos, declaração de ética, declaração de conflito de interesse, etc., para facilitar a revisão às cegas pelos pares. Inserir estas informações em uma Página de Título, em arquivo separado.

Características dos elementos de um trabalho científico

Título Original/Título Traduzido

O título “cheio” e o subtítulo (se houver) não devem exceder 25 palavras. Não deverá aparecer nenhuma abreviatura, e os nomes de espécies ou palavras em latim deverão vir em itálico. Evitar (por exemplo) títulos que iniciem com: Estudos preliminares; Observações sobre. Não usar o nome do autor e data de citação em nomes científicos.

Título resumido

Enviar um título resumido para o cabeçalho das páginas.

Autor(es)/Filiação Institucional

Na identificação, deve constar: nome completo e por extenso de todos os autores (sem abreviação), separados por ponto e vírgula. A Filiação Institucional deve informar os nomes próprios de todas as instituições e não suas traduções: Laboratório, Departamento, Faculdade ou Escola, Instituto, Universidade, Cidade, Estado e País, exatamente nessa ordem. No rodapé, deve constar as informações do autor para correspondência: e-mail atualizado e ORCID.

Abstract/ Resumo

Devem conter no máximo 200 palavras, em um só parágrafo sem deslocamento. Não devem conter citações bibliográficas. Siglas e abreviações de instituições, ao aparecerem pela primeira vez no trabalho, serão colocadas entre parênteses e precedidas do nome por extenso, por exemplo, Indirect Fluorescence Assay (IFA). Devem ser informativos, apresentando o objetivo do trabalho, metodologia sucinta, os resultados mais relevantes e a conclusão. O abstract redigido em língua inglesa e o resumo em língua portuguesa, ambos seguidos por keywords e palavras-chave, respectivamente.

Keywords/ Palavras-chave

As palavras-chave devem expressar com precisão o conteúdo do trabalho. São limitadas em no máximo 6 (seis), e separadas por vírgula.

Introdução

Explicação clara e objetiva do estudo, da qual devem constar a relevância e objetivos do trabalho, restringindo as citações ao necessário.

Material e Métodos

Descrição concisa, sem omitir o essencial para a compreensão e reprodução do trabalho. Métodos e técnicas já estabelecidos devem ser apenas citados e referenciados. Métodos estatísticos devem ser explicados ao final dessa seção.

Resultados

O conteúdo deve ser informativo e não interpretativo: sempre que necessário devem ser acompanhados de tabelas, figuras ou outras ilustrações autoexplicativas.

Discussão

Deve ser limitada aos resultados obtidos no trabalho e o conteúdo deve ser interpretativo. Poderá ser apresentada como um elemento do texto ou juntamente aos resultados e conclusão. Enfatizar a importância de novos achados e novas hipóteses identificadas claramente com os resultados.

Conclusões

As conclusões podem estar inseridas na discussão ou em resultados e discussão, conforme a escolha dos autores. Nesse caso, esse item não será necessário.

Agradecimentos

Colaboradores que não atendam aos critérios de autoria, poderão ser listados nesta seção. Poderá haver agradecimento a pessoa ou instituição que forneceu auxílio técnico, sugestões, correção ou sugestão na escrita ou que de alguma forma colaborou para a elaboração do trabalho. Todo o suporte financeiro recebido deverá ser apresentado nesta seção.

Declaração de Ética

Os autores devem apresentar o número de protocolo de submissão e aprovação dos trabalhos em uma seção própria no final do artigo, antes das referências.

Declaração de Conflito de Interesse

O autor correspondente deve enviar uma declaração divulgando quaisquer potenciais conflitos de interesse, podendo ser eles de natureza pessoal, comercial, política ou acadêmica, envolvendo ou não compensação financeira, ou mesmo quando não houver qualquer conflito, para todos os autores.

Referências

Citações

As citações devem seguir o sistema autor-data:

Um autor: nome do autor e ano de publicação
Levine (1985) ou (Levine, 1985)

Dois autores: os nomes dos autores e ano da publicação
Paim & Souza (2011) ou (Paim & Souza, 2011)

Três ou mais autores: nome do primeiro autor seguido de "et al." e o ano de publicação
Araújo et al. (2002) ou (Araújo et al., 2002)

Só serão admitidas referências de fácil acesso aos leitores. Referências de difícil acesso poderão ser solicitadas aos autores, e em caso de não disponibilidade, deverão ser retiradas do texto. Não serão aceitas citações de trabalhos publicados em anais de congressos, e as teses devem estar disponíveis para consulta em sites oficiais, por exemplo, Banco de Teses da Capes: <http://www.capes.gov.br/servicos/banco-de-teses>. Todas as citações no texto devem ser cuidadosamente checadas em relação aos nomes dos autores e datas, exatamente como aparecem nas referências. Apresentar a lista de referências em ordem alfabética e, se necessário, em ordem cronológica. Mais de uma referência do(s) mesmo(s) autor(es) no mesmo ano deve ser identificada pelas letras "a", "b", "c", etc., inseridas após o ano de publicação. Títulos de periódicos devem ser abreviados conforme Index Medicus - <http://www2.bg.am.poznan.pl/czasopisma/medicus.php?lang=eng>.

Para referências com 6 ou mais autores, apresentar os seis primeiros nomes seguidos da expressão et al.:

Livros

Levine JD. *Veterinary protozoology*. Ames: ISU Press; 1985.

Capítulo de livro

Menzies PI. Abortion in sheep: diagnosis and control. In: Youngquist RS, Threlfall WR. *Current therapy in large animal theriogenology*. 2nd ed. Philadelphia: Saunders; 2007. p. 667-680.

Artigo de periódico

Munhoz AD, Simões IGPC, Calazans APF, Macedo LS, Cruz RDS, Lacerda LC, et al. Hemotropic mycoplasmas in naturally infected cats in Northeastern Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet* 2018; 27(4): 446-454. <http://dx.doi.org/10.1590/s1984-296120180074>

Tese e Dissertação

Araujo MM. *Aspectos ecológicos dos helmintos gastrintestinais de caprinos do município de patos, Paraíba - Brasil* [Dissertação]. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2002.

Documento eletrônico

Centers for Disease Control and Prevention. *Epi Info* [online]. 2002 [cited 2003 Jan 10]. Available from: <http://www.cdc.gov/epiinfo/ei2002.htm>.

Tabelas

Elaboradas apenas com linhas horizontais de separação no cabeçalho e no final. A legenda (título) é precedida da palavra Tabela, seguida pelo número de ordem em algarismos arábicos, devendo ser descritivas, concisas e inseridas acima das mesmas. As tabelas devem estar limitadas a um número mínimo necessário.

Figuras

Figuras e elementos gráficos, utilizados ou elaborados pelos autores, devem seguir todas as orientações das seções abaixo.

Citações no texto

Gráficos, fotografias, esquemas, ilustrações etc. devem ser citados como figuras (Figura 1, Figura 2, Figuras 1, 2, 5-7, etc.) em ordem crescente à suas citações.

Resumo dos requisitos

A tabela abaixo resume os principais requisitos técnicos para arquivos de figuras.

Formato	TIFF ou JGP
Dimensões	Largura máxima: 2250 pixels (em 300 dpi). Altura máxima: 2625 pixels (em 300 dpi).
Resolução	300 – 600 dpi
Tamanho	<10 MB
Fontes	Arial, Helvetica, Times New Roman, Cambria Math ou Symbol em tamanho de 7,5 a 10 pt.
Nome	Fig1.tif, Fig2.tif, etc. Deve seguir a identificação das legendas.
Legenda	Deve estar inserida no texto do manuscrito e não dentro das figuras.

Uso de Cores

Embora a utilização de cores seja permitida, é importante que os autores se esforcem para garantir que o uso de cor não irá prejudicar o entendimento para leitores com algum distúrbio de visão. Recomendamos que os seguintes recursos sejam consultados antes de preparar figuras ou tabelas utilizando cores:

- [How to make scientific figures accessible to readers with color-blindness](#) (2019, Science News, The American Society for Cell Biology)
- Wong, B. Points of view: Color blindness. Nat Methods 8, 441 (2011). <https://doi.org/10.1038/nmeth.1618>

Edição e manipulação

Ao preparar suas imagens tome cuidado ao utilizar filtros ou outro tipo de edição para incluir destaques etc. As imagens não devem ser manipuladas ou ajustadas em excesso, de forma que possam causar a má interpretação das informações. Recomendamos que os autores observem as dicas e exemplos a seguir:

- "[What's in a picture? The temptation of image manipulation](#)" (Mike Rossner, Kenneth M. Yamada. J Cell Biol 5 July 2004; 166 (1): 11–15. doi: <https://doi.org/10.1083/jcb.200406019>).
- [Digital Images and Misconduct](#). (Council of Science Editors, White Paper on Publication Ethics)
- [Preparing a Manuscript for Submission to a Medical Journal > Illustrations \(Figures\)](#). (International Committee of Medical Journal Editors)

Dimensões, resolução e formatos

Gráficos, fotografias, esquemas, ilustrações etc. devem ser enviados nos formatos TIFF ou JPG, com alta resolução (300 ou 600 dpi) de acordo com o tipo e tamanho em que ela será utilizada na página, conforme requisitos abaixo:

- **Largura máxima:** 17,5 cm ⇒ 2100 pixels (em 300 dpi), 4500 pixels (em 600 dpi) ou 9000 pixels (em 1200 dpi).
- **Altura máxima:** 24,0 cm ⇒ 2850 pixels (em 300 dpi), 5650 pixels (em 600 dpi) ou 11300 pixels (em 1200 dpi).
- **Resolução de 1200 dpi (1 bit/canal):** adequada para desenhos, gráficos ou diagramas de linha monocromáticos (apenas em preto e branco).
- **Resolução de 300 dpi (RGB 8 bits/canal ou escala de cinza):** utilize para imagens coloridas ou em escala de cinza em que predominam meios tons ou gradientes, como em fotos, micrografias etc. e que não incluem muito texto.
- **Resolução de 600 dpi (RGB 8 bits/canal ou escala de cinza):** mesma indicação anterior, mas para os casos de imagens que incluem mais texto ou para painéis ou combinações de imagens de meios tons combinados com desenhos, gráficos ou diagramas de linha.
- **Compressão:** Para imagens JPG use a menor compressão possível para preservar a qualidade e para imagens em formato TIFF, se o seu programa de edição de imagens permitir, utilize a compactação de arquivos LZW para reduzir o tamanho do arquivo.

Texto dentro das figuras

Ao elaborar suas figuras, procure utilizar tipos e tamanhos de modo consistente entre todas as imagens, além de seguir as recomendações abaixo:

- **Fonte:** as fontes relacionadas abaixo são indicadas pois apresentam melhor legibilidade em diferentes meios e se enquadram ao estilo adotado pela revista:
 - **Arial ou Helvetica:** para textos e eixos, exceto fórmulas matemáticas.
 - **Times New Roman:** textos, eixos e fórmulas matemáticas.

- **Cambria Math e Symbol:** símbolos.
- **Tamanho:** ao incluir textos nas figuras mantenha consistência entre todas e use tamanhos entre 7,5 pt e 10 pt e tenha certeza de que mesmo o menor texto permite a perfeita leitura de todos os textos e símbolos utilizados
- **Separadores decimais e de milhar:** em artigos em inglês, se houver uso de marcador de casa decimal, este deve ser indicado por ponto e, havendo marcador de casa de milhar, este deve ser indicado por vírgula.
- **Destaques como setas, símbolos, abreviações não convencionais etc.:** certifique-se de identificar seu uso claramente na legenda.
- **Não inclua legendas, citações ou indicação de fonte:** essas informações devem ser incluídas da legenda da figura, enviadas com o manuscrito.

Legendas

As legendas devem ser explicativas, iniciando pela identificação em negrito, seguida por um ponto e texto descritivo. Caso necessário, incluir após a descrição uma explicação para eventuais destaques como setas, símbolos (*, †, ‡, §, etc.), letras, números etc. que tenham sido utilizados, incluindo a indicação da fonte e citações, quando pertinente.

Quando necessário, os autores são responsáveis por obter a correta autorização para uso das imagens, fotos, ilustrações etc. de outras fontes, diretamente com o proprietário do copyright, e incluir a citação correspondente.

Exemplo:

Figura 1.

Comparação entre uma figura original de outra fonte e a versão elaborada pelos autores após obter a correta autorização. (A) Figura original tal como publicada no artigo original de Silva et al. 2015. (B) Figura adaptada pelos autores após obtenção de autorização do detentor do copyright. Fonte: Silva et al. 2015.

Espaço em branco

Elimine espaços em branco em excesso no entorno do conteúdo de suas imagens, mas mantenha uma pequena margem de segurança de ~5 pixels.

Figuras múltiplas ou painéis

Painéis, pranchas ou imagens com múltiplas partes (a, b, c, etc.) devem sempre ser combinadas em um único arquivo.

Usando softwares especializados

Para imagens geradas ou preparadas com softwares ou ferramentas especializadas como Matlab, Prism, Stata, ChemDraw, PyMol, SPSS, GeneSpring ou Minitab, aconselhamos os autores a seguir a orientação da PLOS ONE disponível em <https://journals.plos.org/plosone/s/figures#loc-creating-source-images-with-specialized-software>.

Políticas

Representação de humanos ou animais

Imagens contendo fotos de pessoas devem garantir que elas não possam ser identificadas, exceto nos casos em que a sua utilização tenha sido autorizada especificamente para publicação no artigo.

Adicionalmente, os autores devem se certificar de que as imagens estão de acordo com nossas políticas sobre proteção dos direitos humanos e dos animais.

Licenças e copyright

Sempre que os autores utilizarem imagens de terceiros, seja na íntegra, redesenhada em nova versão, ou apenas como inspiração é necessário que seja obtida a devida autorização por escrito do detentor do copyright e incluída a respectiva citação e indicação da fonte. Veja mais em nossas políticas de Licenças e copyright.

ÚLTIMA ATUALIZAÇÃO: SETEMBRO DE 2022

ANEXO C – Autorização do Comitê de Ética e Uso Animal (CEUA)

**Comissão de Ética para o Uso de Animais (CEUA-CPAFAP)****Resultado de Solicitação de protocolo**

Número do protocolo: 012-CEUA/CPAFAP

Processo SEI: 21157.001846/2018-91

Data da entrada: 16/08/2018

Período do Projeto: Setembro de 2018 a Outubro de 2022.

Titulo do Projeto: Fauna parasitaria de peixes de interesse comercial em três municípios do estado do Amapá, Amazônia oriental

Prezado (a) pesquisador (a),

Em relação ao protocolo de pesquisa sob sua responsabilidade a CEUA deliberou o seguinte:

*- **APROVADO**, para o período solicitado e de acordo com a proposição do uso de animais na metodologia apresentada no projeto.*

*- Por ocasião do término desse protocolo, **DEVERÁ SER APRESENTADO RELATÓRIO** detalhado relacionado ao uso de animais no projeto desenvolvido.*

Macapá, 27/09/2018

Atenciosamente,

Dr. Marcos Tavares Dias
Presidente da CEUA

ANEXO D – Autorização do Sistema de Autorização e Informação de Biodiversidade (SISbio)



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 90220-2	Data da Emissão: 12/07/2024 17:01:47	Validade*: 18/09/2024
De acordo com o art. 31 da Portaria ICMBio nº 748/2022, esta autorização possui vigência equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto e validade de um ano, devendo ser revalidada anualmente, através da apresentação do relatório anual de atividades, no prazo de até 30 dias após o aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Saturo Cardoso Morais	CPF: 996.444.952-68
Título do Projeto: FAUNA PARASITÁRIA E CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E FILOGENÉTICA DE MIXOZOÁRIOS EM <i>Astyanax mexicanus</i> DE FILLIPI, 1853 (CICHLIFORMES: CHARACIDAE) PROVENIENTE DA REGIÃO DA TESSALÔNICA, ESTADO DO AMAPÁ, AMAZÔNIA, BRASIL	
Nome da Instituição: Universidade do Estado do Amapá	CNPJ: 08.186.277/0001-62

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Submissão dos artigos	08/2024	08/2025
2	Escrita dos artigos	06/2024	07/2024
3	Defesa Final	07/2024	07/2024
4	Submissão da autorização ao SISBIO pós alterações	06/2024	06/2024

Equipe

#	Nome	Função	CPF	Nacionalidade
1	MICHELE VELASCO OLIVEIRA DA SILVA	Pesquisador - Orientadora	831.906.782-00	Brasileira
2	José Ledamir Sindeaux Neto	Pesquisador	006.345.162-05	Brasileira
3	ABTHYLLANE AMARAL DE CARVALHO	Pesquisadora	025.026.802-71	Brasileira
4	Jhonata Eduard Farias de Oliveira	Pesquisador	019.091.432-78	Brasileira

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0902200220240712

Página 1/5



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 90220-2	Data da Emissão: 12/07/2024 17:01:47	Validade*: 18/09/2024
De acordo com o art. 31 da Portaria ICMBio nº 748/2022, esta autorização possui vigência equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto e validade de um ano, devendo ser revalidada anualmente, através da apresentação do relatório anual de atividades, no prazo de até 30 dias após o aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Saturo Cardoso Morais	CPF: 996.444.952-68
Título do Projeto: FAUNA PARASITÁRIA E CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E FILOGENÉTICA DE MIXOZOÁRIOS EM <i>Astyanax mexicanus</i> DE FILLIPI, 1853 (CICHLIFORMES: CHARACIDAE) PROVENIENTE DA REGIÃO DA TESSALÔNICA, ESTADO DO AMAPÁ, AMAZÔNIA, BRASIL	
Nome da Instituição: Universidade do Estado do Amapá	CNPJ: 08.186.277/0001-62

Observações e ressalvas

1	A autorização não exclui o pesquisador da necessidade de obter outras anuências, como: I) do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador quando as atividades forem realizadas em área de domínio privado ou dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso; II) da comunidade indígena envolvida, ouvido o órgão indigenista oficial, quando as atividades de pesquisa forem executadas em terra indígena; III) do Conselho de Defesa Nacional, quando as atividades de pesquisa forem executadas em área indispensável à segurança nacional; IV) da autoridade marítima, quando as atividades de pesquisa forem executadas em águas jurisdicionais brasileiras; V) do Departamento Nacional de Produção Mineral, quando a pesquisa visar a exploração de depósitos fossilíferos ou a extração de espécimes fósseis; VI) do órgão gestor da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, dentre outras.
2	Todos os membros da equipe de pesquisa devem estar cientes das recomendações e boas práticas a serem seguidas neste momento de emergência zoonozótica no Brasil devido à gripe aviária. Informe-se na página do CEMAVE na Internet: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cemave/destaques/gripe-aviaria/gripe-aviaria-1 .
3	Esta autorização NÃO exclui o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
4	Esta autorização NÃO exclui o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
5	Este documento não dispensa o cumprimento da Lei nº 13.123/2015, que dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade.
6	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes de cultura nativa e cultura popular, presente e passado, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia (Decreto nº 98.830, de 15/01/90).
7	Esta autorização NÃO exclui o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena, da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
8	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Portaria N°748/2022, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
9	O titular de licença ou autorização e os membros de sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos, e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição <i>in situ</i> .
10	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação do disposto nesta portaria ou em legislação vigente, ou quando de inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiarem a expedição do ato, pode, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou cassada pelo Instituto Chico Mendes, por meio da Coordenação Gestora do Sisbio, e está sujeito às sanções previstas na legislação vigente.
11	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infraestrutura de unidade.
12	Caso seja identificada a ocorrência de espécie exótica dentro ou no entorno de UNIDADE DE CONSERVAÇÃO FEDERAL, além de descrever no relatório de atividades, o pesquisador deve informar à equipe gestora com maior brevidade possível.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0902200220240712

Página 2/5



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 90220-2	Data da Emissão: 12/07/2024 17:01:47	Validade*: 18/09/2024
De acordo com o art. 31 da Portaria ICMBio nº 748/2022, esta autorização possui vigência equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto e validade de um ano, devendo ser revalidada anualmente, através da apresentação do relatório anual de atividades, no prazo de até 30 dias após o aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Saturo Cardoso Morais	CPF: 996.444.952-68
Título do Projeto: FAUNA PARASITÁRIA E CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E FILOGENÉTICA DE MIXOZOÁRIOS EM <i>Astyanax mexicanus</i> DE FILLIPI, 1853 (CICHLIFORMES: CHARACIDAE) PROVENIENTE DA REGIÃO DA TESSALÔNICA, ESTADO DO AMAPÁ, AMAZÔNIA, BRASIL	
Nome da Instituição: Universidade do Estado do Amapá	CNPJ: 08.186.277/0001-62

Outras ressalvas

1		CEPAM Manaus-AM
2	A autorização do Sisbio não dispensa a obtenção de autorização do órgão gestor das unidades de conservação estaduais para acesso e realização das atividades com finalidade científica nestas áreas.	CGPEQ

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Descrição do local	Município-UF	Bioma	Caverna?	Tipo
1	Tessalônica	Macapá-AP	Amazônia	Não	Dentro de UC Estadual

Atividades

#	Atividade	Grupo de Atividade
1	Manutenção temporária (até 24 meses) de vertebrados silvestres em cativeiro	Atividades ex-situ (fora da natureza)
2	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Fora de UC Federal
3	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Fora de UC Federal

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxon	Qtde.
1	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	<i>Astyanax mexicanus</i>	62
2	Manutenção temporária (até 24 meses) de vertebrados silvestres em cativeiro	<i>Astyanax mexicanus</i>	-
3	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	<i>Astyanax mexicanus</i>	-
4	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Myxozoa	44
5	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Myxozoa	-
6	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Apicomplexa	-

A quantidade prevista só é obrigatória para atividades do tipo "Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ". Essa quantidade abrange uma porção territorial mínima, que pode ser uma Unidade de Conservação Federal ou um Município.

A quantidade significa: por espécie X localidade X ano.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0902200220240712

Página 3/5



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 90220-2	Data da Emissão: 12/07/2024 17:01:47	Validade*: 18/09/2024
De acordo com o art. 31 da Portaria ICMBio nº 748/2022, esta autorização possui vigência equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto e validade de um ano, devendo ser revalidada anualmente, através da apresentação do relatório anual de atividades, no prazo de até 30 dias após o aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Saturo Cardoso Morais	CPF: 996.444.952-68
Título do Projeto: FAUNA PARASITÁRIA E CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E FILOGENÉTICA DE MIXOZOÁRIOS EM <i>Astyanax mexicanus</i> DE FILLIPI, 1853 (CICHLIFORMES: CHARACIDAE) PROVENIENTE DA REGIÃO DA TESSALÔNICA, ESTADO DO AMAPÁ, AMAZÔNIA, BRASIL	
Nome da Instituição: Universidade do Estado do Amapá	CNPJ: 08.186.277/0001-62

Materiais e Métodos

#	Tipo de Método (Grupo taxonômico)	Materiais
1	Amostras biológicas (Invertebrados Aquáticos)	Ectoparasita
2	Amostras biológicas (Microorganismos)	Outras amostras biológicas(cistos para myxozoa e vacúolos parasitoforos para Calyptospora)
3	Amostras biológicas (Peixes)	Fragmento de tecido/órgão, Animal encontrado morto ou partes (carcaça/osso/pele, Ectoparasita)
4	Método de captura/coleta (Invertebrados Aquáticos)	Captura manual, Coleta manual
5	Método de captura/coleta (Peixes)	Anzol e linha (op.manual):linha de mão,de corso,carretinha,molinete,corrico,vara e isca viva, Puçã, Rede de emalhar (emalhe de deriva, de fundo, malhadelras, caceio, felticeiras,tresmalhos e caçoelra), Captura manual

Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo destino
1	Universidade do Estado do Amapá	Laboratório
2	Universidade Federal Rural da Amazônia	Laboratório

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0902200220240712

Página 4/5

ANEXO E – Cadastro no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético (SISgen)



Ministério do Meio Ambiente
CONSELHO DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO

SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL ASSOCIADO

Comprovante de Cadastro de Acesso

Cadastro nº AC2FD5B

A atividade de acesso ao Patrimônio Genético, nos termos abaixo resumida, foi cadastrada no SisGen, em atendimento ao previsto na Lei nº 13.123/2015 e seus regulamentos.

Número do cadastro: **AC2FD5B**
 Usuário: **UFRA**
 CPF/CNPJ: **05.200.001/0001-01**
 Objeto do Acesso: **Patrimônio Genético**
 Finalidade do Acesso: **Pesquisa**

Espécie

Satanoperca jurupari
Metynnis guaporensis
Astyanax mexicanus

Título da Atividade: **FAUNA PARASITÁRIA E CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E HISTOPATOLÓGICA DE MIXOZOÁRIOS EM *Astyanax mexicanus* DE FILLIPI, 1853 (CICHLIFORMES: CHARACIDAE) PROVENIENTE DA REGIÃO DA TESSALÔNICA, ESTADO DO AMAPÁ, AMAZÔNIA, BRASIL**

Equipe

Michele Velasco da Silva	UFRA
José Ledamir Sindaux Neto	UFRA
Marcela Nunes Videira	UEAP
Jhonata Eduard Farias de Oliveira	UFRA
Abthyllane Amaral de Carvalho	UEAP
Igor Willian Couto de Souza	UEAP
Saturo Cardoso Moraes	UEAP

Parceiras Nacionais

08.186.277/0001-62 / Universidade Estadual do Amapá

Data do Cadastro: **22/05/2024 12:30:46**
 Situação do Cadastro: **Concluído**

Conselho de Gestão do Patrimônio Genético
 Situação cadastral conforme consulta ao SisGen em **12:33** de **22/05/2024**.



SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO
 DO PATRIMÔNIO GENÉTICO
 E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL
 ASSOCIADO - **SISGEN**