



Universidade Federal do Amapá  
Pró-reitora de Pesquisa e Pós-Graduação  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais



CLEMILDO SILVA MARTEL

MICROPARASITOS DE *Boulengerella cuvieri* (Spix & Agassiz, 1829) PROVENIENTES  
DO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA COARACY NUNES, FERREIRA  
GOMES, AMAZÔNIA ORIENTAL

MACAPÁ - AP

2024

CLEMILDO SILVA MARTEL

MICROPARASITOS DE *Boulengerella cuvieri* (Spix & Agassiz, 1829) PROVENIENTES  
DO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA COARACY NUNES, FERREIRA  
GOMES, AMAZÔNIA ORIENTAL

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Ciências Ambientais  
(PPGCA) da Universidade Federal do  
Amapá, como requisito à obtenção do  
título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientadora: Dra. Marcela Nunes Videira  
Co-Orientador: Dr. Edilson Rodrigues  
Matos

MACAPÁ – AP

2024

**CLEMILDO SILVA MARTEL**

MICROPARASITOS DE *Boulengerella cuvieri* (Spix & Agassiz, 1829) PROVENIENTES DO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA COARACY NUNES, FERREIRA GOMES, AMAZÔNIA ORIENTAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) da Universidade Federal do Amapá, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Aprovada em 17 de junho de 2024.

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente



MARCELA NUNES VIDEIRA

Data: 27/06/2024 16:28:38-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Orientadora

Dra. Marcela Nunes Videira - (UEAP)

---

Co-Orientador

Dr. Edilson Rodrigues Matos - (UFRA)

---

Examinador 1

Dra. Luana Silva Bitencourt - (UEAP)

Documento assinado digitalmente



MICHELE VELASCO OLIVEIRA DA SILVA

Data: 25/06/2024 13:19:37-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Examinador 2

Dra. Michele Velasco oliveira da Silva - (UFRA)

Examinador 3

Dr. Alexandro César Florentino - (UNIFAP)

---

Examinador 4

Igor Guerreiro Hamoy - (UFRA)

---

Examinador 5

Marcos Sidney Brito de Oliveira - (UEAP)

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por me dar força e perseverança para chegar até aqui, mesmo diante de grandes dificuldades e provações.

À minha família, esposa e filhos, que vibraram comigo diante de cada etapa conquistada desde o processo seletivo e acompanharam confiantes na certeza da vitória, pois com Deus tudo é possível.

À minha mãe, Elzina Martel, que na missão de provedora da família, nunca mediu esforços para apoiar minhas decisões e nunca me deixou desistir.

À minha orientadora, Marcela Videira, que aceitou me orientar, e que mesmo sabendo das dificuldades que eu enfrentaria por não ser de uma área afim, confiou em mim e avalizou minha entrada no programa.

Ao meu coorientador, Edilson Matos, pessoa admirável que carrega consigo uma força imensurável de viver e ensinar. Uma pessoa que com toda sua experiência conseguiu perceber o momento que fraquejei, mas com sua mansidão e mensagens enviadas, me fez acreditar mais no meu potencial e que meu sonho era possível de se realizar. Um líder nato!

Ao grupo de pesquisa em Sanidade de Organismos Aquáticos na Amazônia (SOAA), que me recebeu e compartilhou comigo os conhecimentos iniciais necessários para eu pudesse me desenvolver dentro dessa área de estudo, com menção especial para a Dra. Luana Bitencourt e Abthyllane Amaral, pessoas que entraram na minha vida para somar e que sempre me incentivaram a aprender e continuar. Aos discentes Fábio Abreu e Rosana Gomes, amigos com quem compartilhei conhecimentos e dificuldades encontradas durante as etapas da pesquisa.

Aos amigos de trabalho da Usina Hidrelétrica Coaracy Nunes por toda amizade, companheirismo e palavras de incentivo no decorrer deste trabalho de pesquisa e, em particular, ao Gilson Carlos Ferreira, José Maciel Reis e Wilington Gomes.

E ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Amapá (PPGCA-UNIFAP), por promover e oportunizar aos egressos dos cursos de graduação a busca contínua pelo conhecimento dentro de suas especificidades. Aos professores doutores com os quais eu tive a honra de aprender e crescer ainda mais na minha carreira profissional, e aos colegas da turma de mestrado 2022/2 que sempre apoiaram uns aos outros durante todo o curso.

**“E tudo quanto pedirdes em oração,  
crendo, recebereis.” Mateus 21:22**

## RESUMO

MARTEL, C. S. **Microparasitos de *Boulengerella cuvieri* (Spix & Agassiz, 1829) provenientes do reservatório da Usina Hidrelétrica Coaracy Nunes, Ferreira Gomes, Amazônia Oriental.** 53 f. Dissertação – Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2024.

A construção de reservatórios modifica as características ecossistêmicas e a saúde biológica dos rios, alterando as atividades bióticas e a ictiofauna nativa, os hábitos ecológicos das espécies, a composição da sua fauna parasitária, bem como a colonização deste ambiente por novas espécies ou o desaparecimento de outras. O estado do Amapá está localizado na região Amazônica e é banhado por diversos rios e lagos em uma porção significativa da sua extensão territorial, onde um dos mais importantes rios é o Araguari. Esta pesquisa teve como principal objetivo descrever microparasitos encontrados em peixes da espécie *Boulengerella cuvieri* provenientes do reservatório da Usina Hidrelétrica Coaracy Nunes, localizada no curso médio deste rio. Entre as espécies com maior distribuição nesta bacia, estão as do gênero *Boulengerella*, com destaque para a espécie *Boulengerella cuvieri*, conhecido popularmente na região como Pirapucú. Embora espécies deste gênero não tenham grande importância comercial para o consumo humano, elas vêm sendo introduzidas em várias bacias hidrográficas da Amazônia devido a sua importância comercial para a pesca esportiva. *B. cuvieri* é uma espécie essencialmente piscívora que desempenha um papel importante para os ecossistemas aquáticos por apresentar hábito carnívoro, podendo exercer impacto sobre a ictiofauna através do controle de populações de pequenos peixes, especialmente de representantes da família Characidae e Curimatidae. Essa variedade de presas aumenta o risco de exposição a parasitos, os quais podem ser adquiridos de várias maneiras, incluindo a ingestão de presas infectadas, contato direto com peixes infectados e contaminação ambiental. Para este estudo foram coletados 20 exemplares desta espécie, os quais foram transportadas para o laboratório de morfofisiologia e sanidade animal da Universidade Estadual do Amapá para submissão, colheita de microparasitos e posterior análise parasitológica por meio de técnicas descritas na literatura, tais como: Processamento histológico, microscopia de luz, biologia molecular e análise filogenética de microparasitos eucariotos, para a confirmação do parasitismo. De acordo com a literatura, estudos realizados já relataram a ocorrência de endoparasitismo em brânquias, órgãos internos e musculatura de peixes de rios de água doce e que algumas dessas espécies podem causar doenças parasitárias tanto em peixes nativos como em peixes introduzidos, que é o caso dos mixosporídeos, parasitos pertencentes a classe Myxozoa. Considerando-se que até

o momento não existem relatos bibliográficos sobre a fauna microparasitária de *B. cuvieri* no reservatório da UHCN, as análises parasitológicas dos peixes coletados foram de extrema importância para este estudo, pois permitiram identificar a fauna microparasitária própria desta espécie e possibilitaram a identificação de novos agentes infecciosos neste reservatório e servirão de subsídio teórico para estudos futuros.

**Palavras-chave:** parasitismo, Amazônia brasileira, peixes, *Boulengerella cuvieri*, Myxozoa.



## ABSTRACT

MARTEL, C. S. **Microparasites of *Boulengerella cuvieri* (Spix & Agassiz, 1829) from the Coaracy Nunes Hydroelectric Plant reservoir, Ferreira Gomes, Eastern Amazon.** 53 p. Dissertation – Department of Environment and Development, Federal University of Amapá, Macapá, 2024.

The construction of reservoirs modifies the ecosystem characteristics and biological health of rivers, altering biotic activities and native ichthyofauna, the ecological habits of species, the composition of their parasitic fauna, as well as the colonization of this environment by new species or the disappearance of others. The state of Amapá is located in the Amazon region and is bathed by several rivers and lakes in a significant portion of its territorial extension, where one of the most important rivers is the Araguari. This research's main objective is to describe microparasites found in fish of the species *Boulengerella cuvieri* from the reservoir of the Coaracy Nunes Hydroelectric Power Plant, located in the middle course of this river. Among the species with the greatest distribution in this basin are those of the genus *Boulengerella*, with emphasis on the species *Boulengerella cuvieri*, popularly known in the region as Pirapoucou. Although species of this genus are not of great commercial importance for human consumption, they have been introduced into several river basins in the Amazon due to their commercial importance for sport fishing. *B. cuvieri* is an essentially piscivorous species that plays an important role in aquatic ecosystems due to its carnivorous habit, and can have an impact on ichthyofauna through the control of populations of small fish, especially representatives of the Characidae and Curimatidae families. This variety of prey increases the risk of exposure to parasites, which can be acquired in a variety of ways, including ingestion of infected prey, direct contact with infected fish, and environmental contamination. For this study, 20 specimens of this species were collected, which were transported to the morphophysiology and animal health laboratory at the State University of Amapá for submission, collection of microparasites and subsequent parasitological analysis using techniques described in the literature, such as: Histological processing, light microscopy, molecular biology and phylogenetic analysis of eukaryotic microparasites, to confirm parasitism. According to the literature, studies have already reported the occurrence of endoparasitism in gills, internal organs and muscles of freshwater river fish and that some of these species can cause parasitic diseases in both native and introduced fish, which is the case of myxosporidians, parasites belonging to the Myxozoa class. Considering that so far there are no bibliographical reports on the microparasitic fauna of *B. cuvieri* in the UHCN reservoir, the parasitological analyzes of the collected fish were

extremely important for this study, as they allowed the identification of the microparasitic fauna specific to this species and enabled the identification of new infectious agents in this reservoir and will serve as theoretical support for future studies.

**Keywords:** parasitism, Brazilian Amazon, fish, *Boulengerella cuvieri*, Myxozoa.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ocorrência de <i>Boulengerella cuvieri</i> na América do Sul.....	15
Figura 2 - Exemplar de <i>Boulengerella cuvieri</i> coletado no reservatório da Usina Hidrelétrica Coaracy Nunes, estado do Amapá, Amazônia. ....	16
Figura 3 - Reservatório da Usina Hidrelétrica Coaracy Nunes (UHCN) localizada no município de Ferreira Gomes, estado do Amapá.....	17
Figura 4 - Gráfico sobre o Filo Cnidaria mostrando a proporção de organismos da Classe Myxozoa. 19	19
Figura 5 - Esporo de Myxosporídeos em diversas formas: A) <i>Henneguya</i> ; B) <i>Myxobolus</i> ; C) <i>Ceratomyxa</i> ; D) <i>Kudoa</i> ; E) <i>Chloromyxum</i> .....	20
Figura 6 - Diagrama do ciclo de vida dos mixosporídeos alternando peixes e hospedeiros anelídeos: A) hospedeiro definitivo; B) actinospora; C) <i>Boulengerella cuvieri</i> ; D) mixosporo. Os filamentos polares são extrudados para ancorar o esporo no epitélio intestinal, seguido da abertura das válvulas da casca do mixosporo. Esporogonia da fase actinosporiana. Os estágios de actinósporos maduros se desenvolvem em um pansporocisto e os actinósporos são liberados na água. Após contato dos actinósporos com a pele ou brânquias do peixe hospedeiro, filamentos polares extrudem para ancorar o esporo à pele ou brânquias, facilitando a invasão dos esporoplasmas no peixe. Multiplicação pré-sporogônica no estado célula-a-célula. Esporogonia da fase mixosporiana .....	21
Figura 7 - Desenho esquemático demonstrando o ciclo de vida de myxosporídeo (Gênero <i>Henneguya</i> ), onde a fase em que a célula pericítica (pericito - a) começa a englobar a célula germinativa (b) (1). A célula germinativa por sua vez, fica completamente envolvida pelo pericito (2). A célula germinativa se dividirá sucessivamente em duas células (3) e em 4 células (4). E finalizando a divisão, o esporo (monoespórico - 5) vai ser constituído por 5 células diferenciadas em 2 valvogênicas (d), 2 células capsulogênicas (e) e uma célula binucleada – o esporoplasma (c). Estas células completam sua diferenciação e por fim originam o esporo (6). (a1-pericito; e1-cápsulas; c1-esporoplasma; d1-valvas). .....	22
Figura 8 - (A) <i>Ceratomyxa macapaensis</i> sob microscopia óptica, dentro do plasmódio semelhante a uma cobra presente na vesícula biliar de <i>Mesonauta festivus</i> ; Esporo imaturo de flecha preta, (B) Fotomicrografias de contraste de interferência diferencial de Nomarski de plasmódios de <i>Ceratomyxa ranunculiformis</i> parasito da vesícula biliar de <i>Plagioscion squamosissimus</i> contendo mixósporos	24

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEUA	Comitê de Ética para Uso Animal
LABMORSA	Laboratório de Morfofisiologia e Sanidade Animal
ML	Microscopia de Luz
SISBIO	Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade
SOAA	Grupo de Pesquisa em Sanidade de Organismos Aquáticos da Amazônia
UEAP	Universidade do Estado do Amapá
UFRA	Universidade Federal Rural da Amazônia
UHCN	Usina Hidrelétrica Coaracy Nunes

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 <i>Boulengerella cuvieri</i> Spix & Agassiz, 1829.....	15
2.2 Diversidade parasitológica de <i>Boulengerella cuvieri</i> .....	17
2.3 Classe Myxozoa Grassé, 1970.....	18
2.4 O Ciclo de Vida dos Mixozoários.....	20
3 OBJETIVOS.....	24
3.1 Objetivo Geral .....	24
3.2 Objetivos Específicos .....	24
REFERÊNCIAS .....	26
CAPÍTULO 1 .....	30
<i>Ceratomyxa matosi</i> n. sp. (MYXOZOA: CERATOMYXIDAE) PARASITIZING THE GALLBLADDER OF <i>Boulengerella cuvieri</i> (CHARACIFORMES: CTENOLUCIIDAE) STATE OF AMAPÁ, BRAZILIAN AMAZON.....	30
Introduction .....	32
Material and Methods.....	33
<b>Host Colletion.....</b>	<b>33</b>
<b>Morphological Analysis and Parasite Collection .....</b>	<b>33</b>
<b>Molecular and Phylogenetic Analyses.....</b>	<b>33</b>
Results .....	34
<b>Morphological Description of the Spores .....</b>	<b>34</b>
<b>Taxonomic Summary .....</b>	<b>35</b>
<b>Phylogenetic and Molecular Analyses.....</b>	<b>35</b>
Discussion.....	36
Conclusion.....	37
References .....	37
ANEXO A - Ficha de processamento para Microscopia de Luz .....	45
ANEXO B – Carta de Submissão .....	46
ANEXO C – Certificado de Revisão da Língua Inglesa.....	47
ANEXO D – Normas da Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária.....	48
APÊNDICE A – Ficha de Necropsia.....	53

## 1 INTRODUÇÃO

A América do sul contém uma das maiores riquezas de peixes de água doce do mundo, sendo o número de espécies conhecidas estimado em cerca de 6.000 espécies (REIS *et al.*, 2003). Provavelmente de 30 a 40% da fauna de peixes neotropicais de água doce ainda não foram descritas, o que aponta para uma totalidade de mais de 5.000 espécies (REIS *et al.*, 2016). A maioria destas espécies de peixes se encontra na Amazônia, com mais de 2500 espécies descritas (Agostinho *et al.*, 2005; Lowe-McConnell, 1999; Reis *et al.*, 2003; Duponchelle *et al.*, 2021).

As bacias hidrográficas da América do sul abrigam uma abundante ictiofauna, onde a riqueza e diversidade de espécies evidenciam a importância desses ecossistemas, com destaque para a bacia Amazônica. Entre as espécies com maior distribuição nessas bacias estão as do gênero *Boulengerella*. Espécies desse gênero vem sendo introduzidas em várias bacias hidrográficas da América do Sul, Amazônia e parques dos estados Unidos (Howells & Rao, 2003) devido a sua importância comercial para a pesca ornamental (Castro, 1987), artesanal (Santos *et al.*, 1984) e esportiva, o que afeta as interações das espécies introduzidas com as populações nativas, favorecendo a predação, a competição e o parasitismo (Kurchevski *et al.*, 2010). Essas interações populacionais irão influenciar diretamente o ciclo biológico, a cadeia alimentar, a evolução, bem como a estrutura da fauna microparasitária de seus hospedeiros (Carvalho, 2019).

A construção de reservatórios modifica significativamente as características ecossistêmicas e a saúde biológica dos rios onde esses empreendimentos são instalados (Tundisi, 1999; Bozorgnia *et al.*, 2012), alterando também as atividades bióticas e a ictiofauna nativa, levando a mudanças consideráveis nos hábitos das espécies ali presentes (Garves, 2020), bem como a colonização deste ambiente por novas espécies ou o desaparecimento de outras (Tundisi, 1999; Bozorgnia *et al.*, 2012). Fatores como as peculiaridades da fauna local, modos de reprodução e adaptação, bem como as relações tróficas nesses ambientes, definem a intensidade dos impactos causados por esses reservatórios (Agostinho *et al.*, 2007).

Assim como a ictiofauna sofre modificações relevantes na sua dinâmica e composição com a formação dos reservatórios hidrelétricos (Tavares, 2014), a composição da fauna parasitária das espécies deste ecossistema também sofrerá, e identificá-la foi o ponto relevante para a consolidação deste estudo, uma vez que a infestação de peixes por parasitos pode provocar mortalidade indireta devido ao favorecimento de entrada de agentes patogênicos em seus órgãos e, conseqüentemente, afetará negativamente a cultura da pesca de subsistência (Pavanelli *et al.*, 2016).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 *Boulengerella cuvieri* Spix & Agassiz, 1829

A família Ctenoluciidae é constituída por sete espécies já descritas e estão amplamente distribuídas pela América do sul, sendo duas pertencentes ao gênero *Ctenolucius* e cinco ao gênero *Boulengerella* (Vari, 1995). Espécies do gênero *Ctenolucius* não ocorrem no Brasil, estando restrito a vertente do Pacífico, riachos, rios e ambientes lênticos de baixa altitude, Panama, noroeste da Colômbia, vertente do Caribe da Colômbia e noroeste da Venezuela (Queiroz et al., 2013). Por outro lado, o gênero *Boulengerella* está distribuído nas bacias do Orinoco, Amazonas e Tocantins, além de pequenos rios costeiros da Guiana, Guiana Francesa e dos estados brasileiros do Amapá e Pará (Figura 1) (Vari, 2003). Este gênero abriga cinco espécies: *Boulengerella maculata*, *B. lateristriga*, *B. lucius*, *B. cuvieri* e *B. xyrekes*, sendo que todas ocorrem na Amazônia (Vari 1995; 2003).



Figura 1 - Ocorrência de *Boulengerella cuvieri* na América do Sul  
Fonte: Adaptado de GBIF.org (2024)

Entre as cinco espécies descritas nesse grupo, destaca-se a espécie *Boulengerella cuvieri* (Figura 2), conhecida popularmente no município de Ferreira Gomes, estado do Amapá, como Pirapucú. *B. cuvieri* habita regiões de águas correntes (Mendes, 2016), margens dos rios e lagoas marginais (Santos et al., 1984), sendo a maior espécie do gênero (Oliveira Junior, 2019), com os adultos podendo atingir 1,0 m de comprimento total e 7,0 kg de massa corpórea (Santos et al. 1984).

Alguns dos aspectos marcantes desta espécie é a capacidade de saltar fora d'água quando se alimentam, atacando suas presas com saltos sucessivos e acrobáticos, impulsionados somente pela nadadeira caudal (Souza, 2017).

*B. cuvieri* apresenta corpo cilíndrico e fusiforme coberto por escamas ctenoides estriadas, ásperas e coloração cinza, manchas escuras irregulares concentradas nos flancos e

uma faixa escura ao longo da linha lateral que se prolonga até o opérculo, o rosto é alongado e pontiagudo com numerosos dentes diminutos na mandíbula (Pereira, 2012). Outras características importantes para sua descrição são a presença de uma mácula escura na base do pedúnculo caudal e a posição desalinhada da nadadeira anal em relação a nadadeira dorsal (Oliveira Junior, 2019). Ela possui a maior distribuição geográfica entre as espécies do gênero, o que justifica possuir o maior espectro de variação morfológica, que varia de acordo com a região onde se encontra (Vari, 1995).

Quanto à sua ecologia, *B. cuvieri* é uma espécie essencialmente piscívora que desempenha um papel importante para os ecossistemas aquáticos por apresentar hábito carnívoro, podendo exercer impacto sobre a ictiofauna através do controle de populações de pequenos peixes, especialmente de representantes da família Characidae e Curimatidae (Mendes, 2016). Essa variedade de presas aumenta o risco de exposição a parasitos, os quais podem ser adquiridos de várias maneiras, incluindo a ingestão de presas infectadas, contato direto com peixes infectados e contaminação ambiental (Montana *et al.*, 2011).



Figura 2 - Exemplar de *Boulengerella cuvieri* coletado no reservatório da Usina Hidrelétrica Coaracy Nunes, estado do Amapá, Amazônia.  
Fonte: o autor (2023)

Reino: Animalia Linnaeus, 1758

Filo: Chordata Haeckel, 1874

Classe: Actinopterygii Cope, 1871

Ordem: Characiformes Goodrich, 1909

Família: Ctenoluciidae Schultz 1944

Gênero: *Boulengerella* Eigenmann, 1903

Espécie: *Boulengerella cuvieri* Spix & Agassiz, 1829

O reservatório da Usina hidrelétrica Coaracy Nunes (Figura 3) dispõe de um importante arranjo de recursos ecológicos e abriga uma importante ictiofauna onde a riqueza e abundância de espécies reflete as condições necessárias para a manutenção dessa população, assim como as influências dos competidores, predadores e doenças (Tavares, 2014). Neste espaço amostral,



uma das espécies com maior ocorrência é o Pirapucú, embora não ocupe lugar de destaque entre os principais pescados com grande importância comercial na região (Tavares, 2014).



Figura 3 - Reservatório da Usina Hidrelétrica Coaracy Nunes (UHCN) localizada no município de Ferreira Gomes, estado do Amapá.

Fonte: o autor (2023)

Conhecer as atividades biológicas desta espécie, identificar sua fauna microparasitária e descrever a morfologia dos microparasitos encontrados em *B. cuvieri* provenientes deste reservatório foi um dos objetivos desse estudo. Este reservatório abriga uma ictiofauna parasitaria própria e as atividades antrópicas pouco interferem nas atividades ecossistêmicas desta represa (Luque, 2004).

## 2.2 Diversidade parasitológica de *Boulengerella cuvieri*

De acordo com a literatura, a diversidade de microparasitos já descritos para a espécie *B. cuvieri* ainda é muito restrita, com eventos importantes na Amazônia brasileira (Úngari, 2021). Os microparasitos podem afetar tanto a saúde dos peixes quanto a saúde humana, principalmente quando os peixes não são adequadamente preparados para o consumo (Eiras *et al.*, 2006).

Contudo, a ocorrência de zoonoses associadas ao consumo de pescado no Brasil é complexa, tendo em vista as diferentes rotas de transmissão e ao fato de que alguns desses

agentes parasitários não causam doenças no hospedeiro aquático (Magalhães *et al.*, 2012). Entretanto, a manipulação inadequada e a interação de um agente infeccioso entre uma espécie aquática e o homem, torna esse animal um portador com potencial risco de transmissão do agente infeccioso para o ser humano (Lowry e Smith, 2007).

Entre os microparasitos de *B. cuvieri* está o *Henneguya pindaibensis*, descrito por meio de análises morfológicas e moleculares parasitando as brânquias de um exemplar deste peixe coletado no Rio Pindaíba, município de Cocalinho, Mato Grosso, Brasil (Úngari, 2021). Esses microparasitos podem afetar o sistema digestivo, o sistema respiratório e a pele de Pirapucú, causando inflamações, lesões e outros problemas de saúde (Úngari, 2021).

*B. cuvieri* é uma espécie de hábito piscívoro, e essa ampla variedade de presas pode aumentar o risco de exposição a parasitas (Mendes, 2016). Microparasitos que infectam espécies deste gênero tem um ciclo de vida complexo, envolvendo diferentes hospedeiros intermediários e definitivos, bem como diferentes estágios de desenvolvimento (Vari, 1995).

### **2.3 Classe Myxozoa Grassé, 1970**

Myxozoa Grassé, 1970 (Kyger *et al.*, 2021) é uma classe do Filo Cnidária (Figura 4) constituída por uma grande diversidade de endoparasitos, que ao longo do tempo se adaptaram ao parasitismo de diversas espécies, fato que reflete diretamente na importância econômica do comércio de pescado, visto que estes membros são organismos causadores de doenças em peixes (Okamura *et al.* 2015). Membros da Classe Myxozoa ocorrem em habitats marinhos e de água doce, com aproximadamente 2600 espécies já conhecidas e são divididos em duas subclasses: Myxosporea Bütschli, 1881 e Malacosporea Canning, Curry, Feist, Longshaw & Okamura, 2000 (Okamura *et al.* 2015; Giribet & Edgecombe 2020).

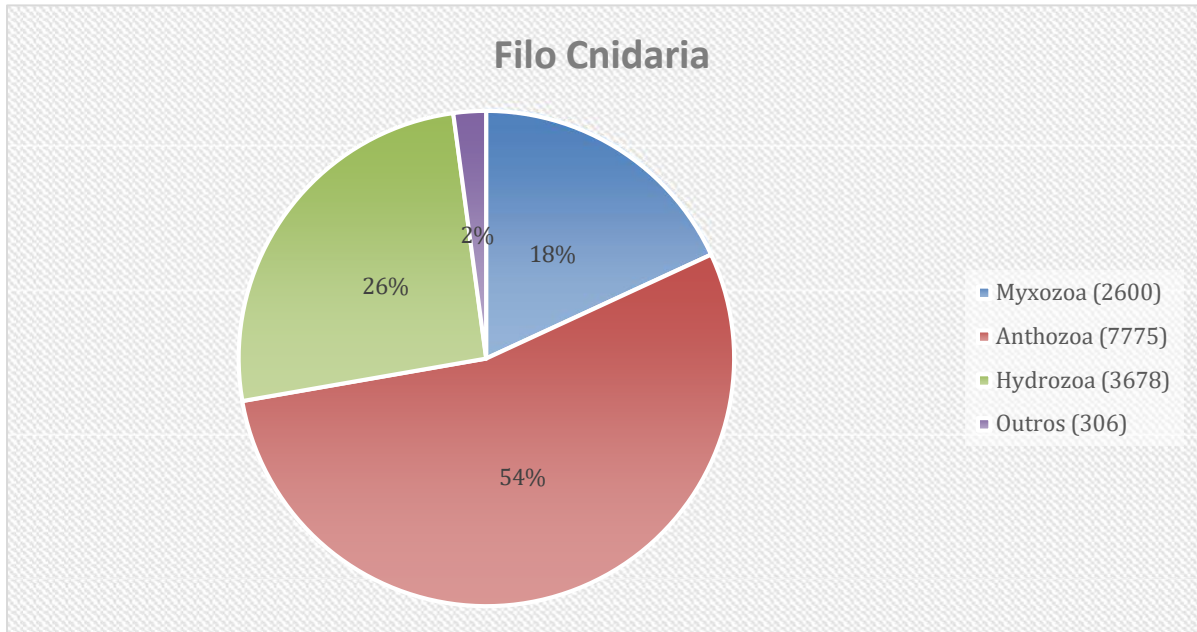


Figura 4 - Gráfico sobre o Filo Cnidaria mostrando a proporção de organismos da Classe Myxozoa.  
 Fonte: Adaptado Okamura *et al.* (2015).

A subclasse Malacosporea é caracterizada por apresentar esporos de valvas sem rigidez, possuindo apenas uma ordem, a Malacovalvulida (Fiala, 2015), diferente da subclasse Myxosporea que é caracterizada por apresentar esporos de valvas rígidas, sendo composta por duas ordens: a Bivalvulida (Fiala, 2015), na qual os esporos apresentam duas valvas e geralmente com duas cápsulas polares; e a Multivalvulida (Fiala, 2015), na qual os esporos apresentam mais de duas valvas e mais de duas cápsulas polares (Monteiro *et al.*, 2019). A subclasse Malacosporea está ligada aos processos infecciosos de pequenos animais invertebrados que vivem nos mares (briozoários) e em peixes, enquanto a Myxosporea infecta principalmente peixes e anelídeos (Fiala *et al.*, 2015).

A classe Myxozoa constitui importante grupo de endoparasitos microscópicos, uma vez que estes microparasitos eucariotos são causadores de doenças que infectam peixes de rios e mares, e são encontrados como parasitos de anfíbios e répteis (Monteiro *et al.*, 2019). Este grupo é encontrado em todo o mundo apresentando morfologia diversificada (Figura 5) as quais podem ser vistas nas valvas, podendo se apresentar com ou sem apêndice, ou possuir eventualmente projeções simples ou elaboradas (Matos *et al.*, 2004; Velasco, 2016; Videira, 2010).

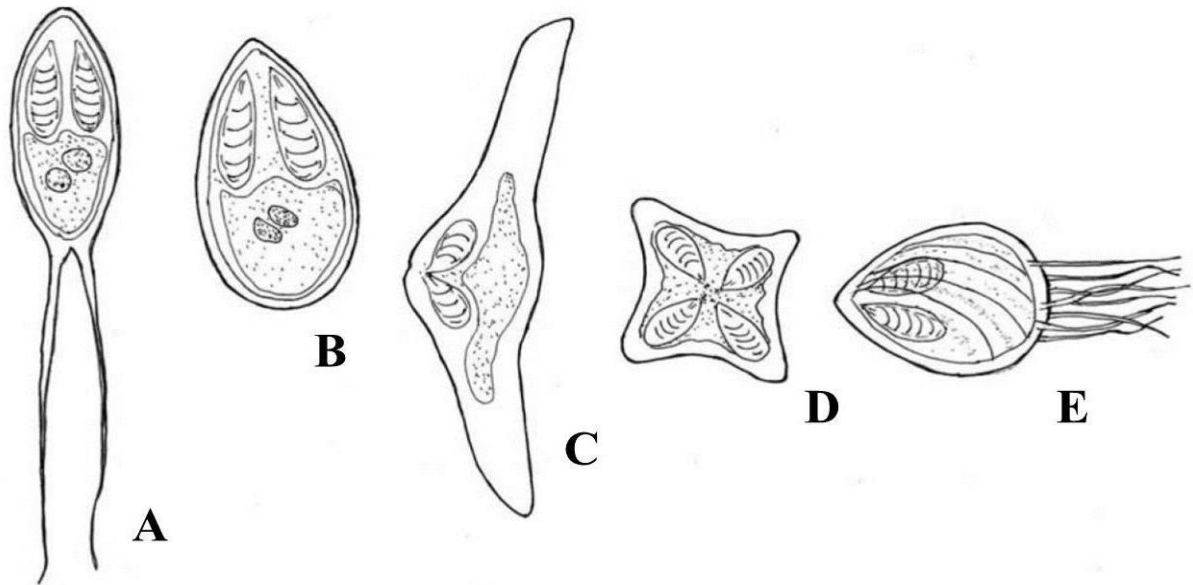


Figura 5 - Esporo de Myxosporídeos em diversas formas: A) *Henneguya*; B) *Myxobolus*; C) *Ceratomyxa*; D) *Kudoa*; E) *Chloromyxum*.

Fonte: Adaptado Casal (2009)

#### 2.4 O Ciclo de Vida dos Mixozoários

O ciclo de vida dos Mixozoários geralmente envolve duas fases distintas: uma fase de esporo que ocorre no hospedeiro vertebrado e uma fase aquática, muitas vezes envolvendo invertebrados (Matos *et al.*, 2001). Os invertebrados são os hospedeiros definitivos, que podem ser oligoquetas para espécies de água doce e poliquetas para espécies marinhas onde se reproduzem sexuadamente, dando origem aos actinosporos, agentes que infectam peixes por via oral ou parenteral (Békési *et al.*, 2002). Os vertebrados são os hospedeiros intermediários, que são os peixes, onde ocorre a proliferação e diferenciação dos esporos multicelulares resistentes ao ambiente externo, os mixósporos, que infectam um anelídeo (Figura 6) (Yokoyama *et al.*, 2012).

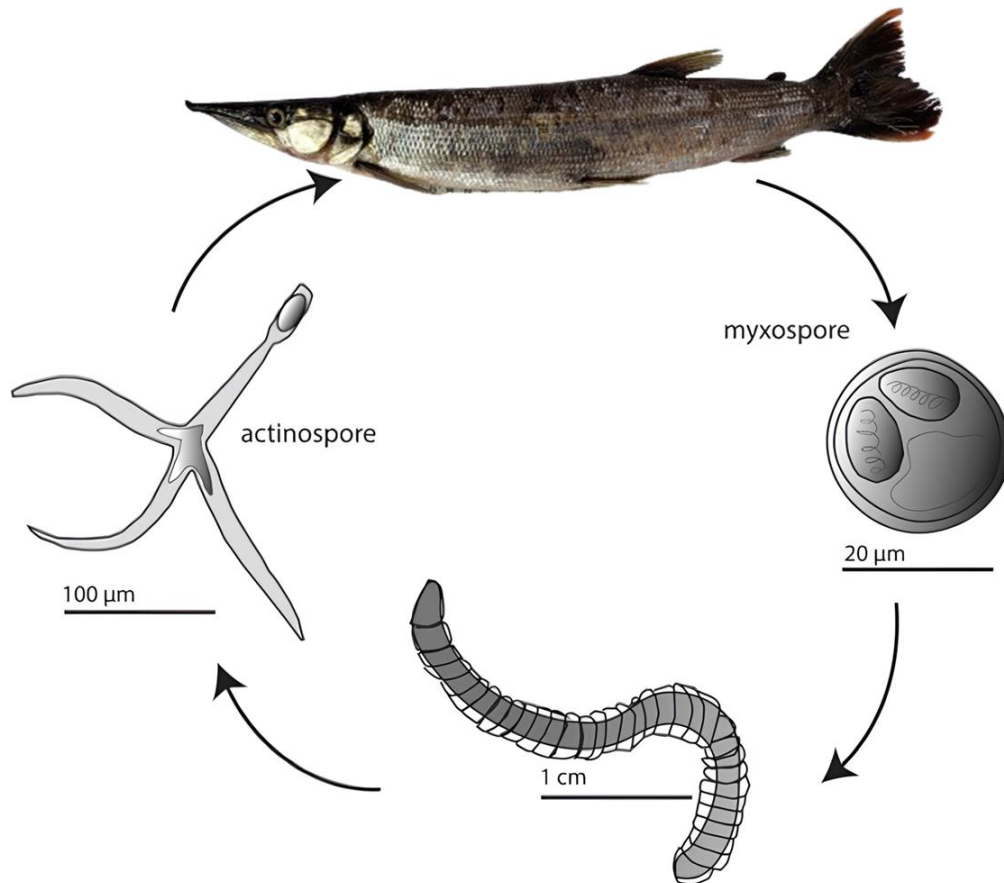


Figura 6 - Diagrama do ciclo de vida dos mixosporídeos alternando peixes e hospedeiros anelídeos: A) hospedeiro definitivo; B) actinospora; C) *Boulengerella cuvieri*; D) mixosporo. Os filamentos polares são extrudados para ancorar o esporo no epitélio intestinal, seguido da abertura das válvulas da casca do mixósporo. Esporogonia da fase actinosporiana. Os estágios de actinósporos maduros se desenvolvem em um pansporocisto e os actinósporos são liberados na água. Após contato dos actinósporos com a pele ou brânquias do peixe hospedeiro, filamentos polares extrudem para ancorar o esporo à pele ou brânquias, facilitando a invasão dos esporoplasmas no peixe. Multiplicação pré-sporogônica no estado célula-a-célula. Esporogonia da fase mixosporiana

Fonte: Adaptado de Chang *et al.*, 2015.

Na fase esporal é possível verificar que os esporos são compostos de várias células que se agrupam e formam esporos com morfologias diferenciadas. O esporo é formado por duas valvas, que formam entre elas uma cavidade onde se encontram, na maioria das vezes, duas cápsulas polares e o esporoplasma, uma célula binucleada que pode variar em forma e estrutura (Matos *et al.*, 2001). Nos myxozoários, a diferença entre os gêneros pode ser verificada através de características como o tamanho das cápsulas polares e o número de voltas dos tubos polares, mas é nas valvas onde se verifica a maior diferença morfológica entre eles (Matos *et al.*, 2001).

O filamento polar é importante estrutura responsável pela propagação da espécie no período pós-maturação. Durante a formação do esporo, cada uma das valvas desenvolve um complexo sistema microtubular responsável por diferenciar suas estruturas, como é o caso dos prolongamentos caudais, característicos das espécies do gênero *Henneguya* (Matos *et al.*, 2004).

Azevedo *et al.* (2008), evidenciaram a importância do estudo do ciclo de vida de Myxozoa descritos na Amazônia. Matos (2001) afirma que nos hospedeiros intermediários a

esporogênese inicia com o envolvimento da célula esporogônica que é desenvolvida por uma célula chamada de pericito. Nele, ocorre a nucleocinese e a citocineses, responsável pela divisão da célula esporogônica formando células uninucleares. Nas células em que ocorre somente uma nucleocinese, ocorre a formação uma célula binucleada chamada esporoplasmática (Figura 7).

Desta divisão são formados dois grupos de cinco células: duas células valvogênicas que envolvem as outras três formando um esporo. As outras três células permanecem no interior: duas células capsulogênicas com duas cápsulas polares com um filamento polar enrolado em hélice no interior de cada uma delas, sendo essas cápsulas estruturas específicas dos esporos dos mixosporídios resultante das células capsulogênicas que se diferenciam durante o processo de maturação, e uma célula esporoplasmática binucleada contendo vesículas eletrodensas designadas de esporoplasmossomas, assim como também partículas de  $\beta$ - glicogênio (Matos *et al.*, 2001; Matos *et al.*, 2004).

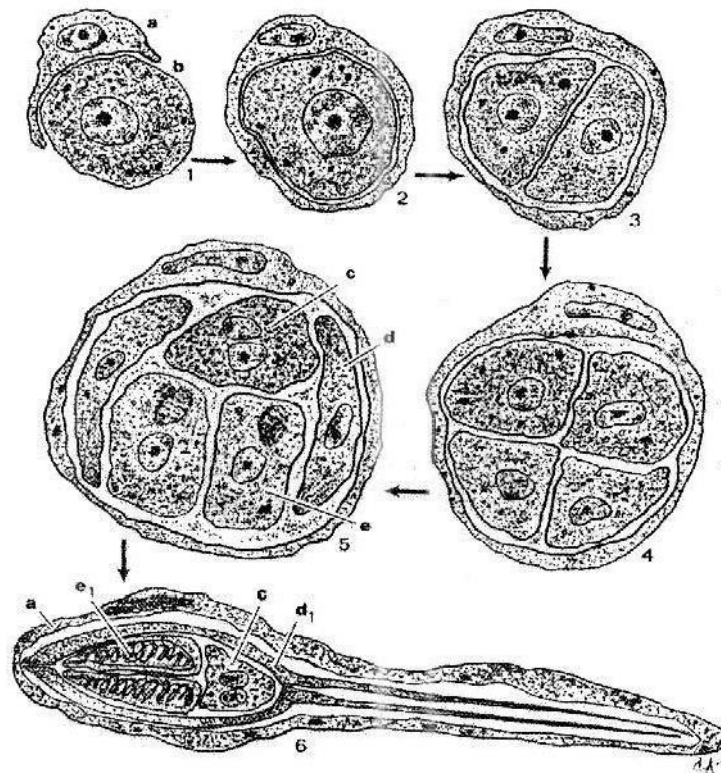


Figura 7 - Desenho esquemático demonstrando o ciclo de vida de myxosporídio (Gênero *Henneguya*), onde a fase em que a célula pericítica (pericito - a) começa a englobar a célula germinativa (b) (1). A célula germinativa por sua vez, fica completamente envolvida pelo pericito (2). A célula germinativa se dividirá sucessivamente em duas células (3) e em 4 células (4). E finalizando a divisão, o esporo (monoespórico - 5) vai ser constituído por 5 células diferenciadas em 2 valvogênicas (d), 2 células capsulogênicas (e) e uma célula binucleada – o esporoplasma (c). Estas células completam sua diferenciação e por fim originam o esporo (6). (a1-pericito; e1-cápsulas; c)esporoplasma; d1-valvas).  
Fonte: Matos *et al.*, 2001.

Muitas espécies de mixosporídios já foram descritas na Amazônia (Okamura *et al.*, 2015). Entre elas estão uma espécie de *Myxobolus* sp. encontrada por Velasco *et al.* (2012) encontrados no palato de *Gobioides broussonnetii* oriundas da Ilha do Marajó, assim como

espécies do gênero *Kudoa*, como *Kudoa aequidens* observado por Casal *et al.* (2009) e *Kudoa* spp. encontrados por Oliveira *et al.* (2015) na musculatura de *Aequidens plagiozonatus* e *Plagioscion squamosissimus*, respectivamente. Espécies do gênero *Henneguya*, como *Henneguya paraensis* encontrado por Velasco *et al.* (2016) em *Cichla temensis* e *Henneguya aequidens* descrito por Videira *et al.* (2010) parasitando *Aequidens plagiozonatus*. A presença de algumas espécies de mixosporídios podem impactar a saúde dos peixes afetando sua comercialização e provocando perdas significativas na atividade pesqueira (Okamura *et al.*, 2015). Neste sentido pode-se destacar os gêneros *Kudoa* e *Ellipsomyxa* que são agentes etiológicos de doenças em peixes (Monteiro, 2019).

Os mixozoários com maior número de espécies são o gênero *Henneguya* (aproximadamente 270 espécies descritas) e *Myxobolus* (aproximadamente 1000 espécies descritas) (Eiras *et al.*, 2005, Eiras *et al.*, 2014, Eiras *et al.*, 2021; Okamura *et al.*, 2018, Sindeaux-Neto *et al.*, 2021, Silva *et al.*, 2023).

## 2.5 O Gênero *Ceratomyxa* Thélohan, 1892

### 2.5.1 Descrição Taxonômica

Reino: Metazoa Linnaeus, 1758

Filo: Cnidaria Hatscheck, 1888

Classe: Myxozoa Grassé, 1970 (Kyger, 2021)

Subclasse: Myxosporea Bütschli, 1881

Ordem: Bivalvulida Shulman, 1959

Família: Ceratomyxiidae Doflein, 1899

Gênero: *Ceratomyxa* Thélohan, 1892

*Ceratomyxa* Thélohan, 1892 é o gênero constituído por aproximadamente 270 espécies de mixosporídeos que infectam preferencialmente peixes marinhos. Atualmente, a diversidade desses endoparasitos que infectam órgãos de peixes de água doce ainda é relativamente pequena, sendo a vesícula biliar o principal sítio parasitado, com a bexiga urinária outro órgão raramente infectado (Eiras *et al.* 2006; Eiras *et al.* 2018).

De acordo com a literatura, na última década, estudos evidenciaram um aumento na diversidade de espécies do gênero *Ceratomyxa* parasitando peixes de água doce na bacia Amazônica (Franzolin, 2021) e entre elas inclui-se a espécie *Ceratomyxa shasta* parasita histozóico do intestino de salmonídeos, sendo uma das poucas espécies em que se conhece o seu ciclo de vida. A tabela 1 destaca algumas dessas espécies.

Tabela 1 - Espécies do gênero *Ceratomyxa* parasitando peixes de água doce na bacia Amazônica

Espécie	Hospedeiro	Localização
<i>C. ranunculiformis</i> (Zatti <i>et al.</i> , 2023)	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Lago Grande do Curuai, PA
<i>C. barbata</i> (Franzolin, 2022)	<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	Tapajós River, PA
<i>C. mandii</i> (Araújo <i>et al.</i> , 2022)	<i>Pimelodina flavipinnis</i>	Solimões River, PA
<i>C. macapaensis</i> (Bittencourt, 2021)	<i>Mesonauta festivus</i>	Piririm River, AP
<i>C. fonsecai</i> (Silva <i>et al.</i> , 2019)	<i>Hemiodus unimaculatus</i>	Tocantins River, MA
<i>C. gracilima</i> (Zatti <i>et al.</i> , 2017)	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Tapajós River, PA
<i>C. vermiformis</i> (Adriano <i>et al.</i> , 2017)	<i>Colossoma macropomum</i>	Tapajós River, PA

Pertencente à classe Myxozoa Grassé, 1970, subclasse Myxosporea e ordem bivalvulida, este gênero é caracterizado por apresentar esporos alongados, geralmente em forma crescente ou arqueados, cápsulas polares sub-esféricas abrindo próximo à linha de sutura, em um plano perpendicular e esporoplasma binucleado (Gunter *et al.*, 2010) (Figura 8), sendo diferenciados por comparações morfológicas do mixósporo, número de voltas do filamento presente na cápsula polar, forma e tamanho lateral (Rocha *et al.*, 2016).

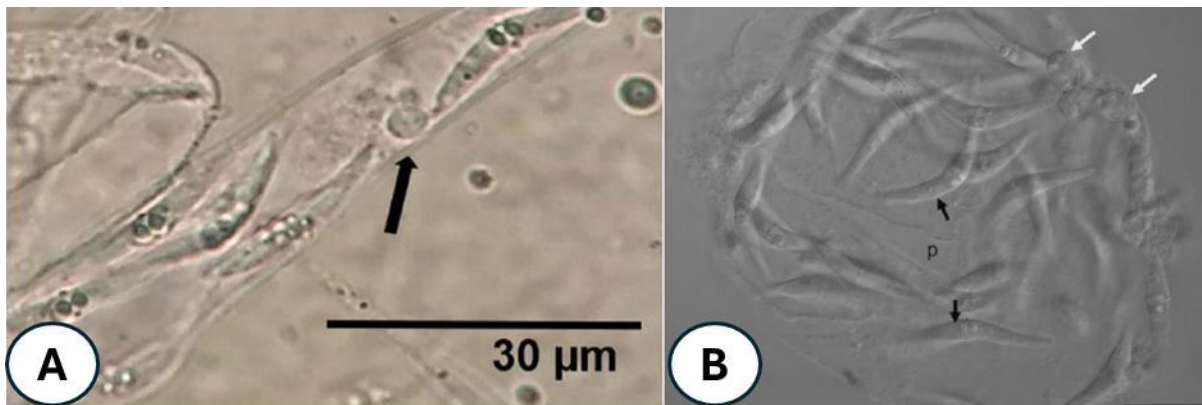


Figura 8 - (A) *Ceratomyxa macapaensis* sob microscopia óptica, dentro do plasmódio semelhante a uma cobra presente na vesícula biliar de *Mesonauta festivus*; Esporo imaturo de flecha preta, (B) Fotomicrografias de contraste de interferência diferencial de Nomarski de plasmódios de *Ceratomyxa ranunculiformis* parasito da vesícula biliar de *Plagioscion squamosissimus* contendo mixósporos

Fonte: Bittencourt *et al.*, 2021 e Zatti *et al.*, 2023 (adaptado)

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo Geral

- Descrever microparasitos encontrados em peixes da espécie *Boulengerella cuvieri* provenientes do reservatório da Usina Hidrelétrica Coaracy Nunes.

#### 3.2 Objetivos Específicos

- Identificar a fauna microparasitária encontrada na espécie estudada e descrever sua localização no hospedeiro;



- Determinar a prevalência parasitária em peixes da espécie *Boulengerella cuvieri*;
- Avaliar as relações filogenéticas dos taxa em estudo;
- Realizar a caracterização morfológica e molecular dos microparasitos.

## REFERÊNCIAS

- Adriano EA, Okamura B. Motilidade, morfologia e filogenia do verme plasmodial, *Ceratomyxa vermiformis* n. sp. (Cnidários: Myxozoa: Myxosporea). *Parasitol* 2017; 144(2): 158168. <https://doi.org/10.1017/S0031182016001852>
- Agostinho AA. *Manejo de recursos pesqueiros em reservatórios*. In: Agostinho AA, Gomes LC, Pelicice FM. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Maringá: Eduem; 2007. 501p.
- Agostinho AA, Thomaz SM, Gomes LC. Conservation of the Biodiversity of Brazil's inland water. *Conserv Biol* 2005; 19(3): 646-652. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00701.x>
- Azevedo C, Casal G, Matos P, Matos E A new Species of Myxozoa, *Henneguya rondoni* n. sp. (Myxozoa), from the Peripheral Nervous System of the Amazonian Fish, *Gymnorhamphichthys rondoni* (Teleostei). *J. Eukar Microbiol* 2008; 55(3): 229-234. 2008.
- Békési L, Székely C, Molnár, K. Atuais conhecimentos sobre Myxosporea (Myxozoa), parasitas de peixes. Um estágio alternativo dos parasitas no Brasil. *Braz J Vet Res Anim Sci* 2002; 39(5): 271-276. <https://doi.org/10.1590/S1413-95962002000500010>
- Bittencourt LD, Silva DT, Hamoy I, Carvalho AA, Da Silva MF, Videira M, Matos E. 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* 2022; 67(1): 322-329. <https://doi.org/10.1007/s11686-021-00460-x>
- Bozorgnia A. Biodiversity of Parasites of Fishes in Gheshlagh (Vahdat) Reservoir, Kurdistan Province. Iran. *World J Fish Marine Sci* 2012; 4(3): 249-253. <https://10.5829/idosi.wjfm.2012.04.03.61326>
- Bush AO, Lafferty KD, Lotz JM, Shostak AW. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al... *J Parasitol* 1997; 83: 575-583. <https://doi.org/10.2307/3284227>
- Casal G, Matos E, Teles-Grilo ML, Azevedo C. Morphological and genetical description of *Loma psittaca* sp. n. isolated from the Amazonian fish species *Colomesus psittacus*. *Parasitol Res* 2009; 105(5): 1261-1271. <https://doi.org/10.1007/s00436-009-1547-1>
- Carvalho AL Diagnóstico e aspectos ecológicos dos parasitos de duas espécies de Cichla (Perciformes: Cichlidae) e Pseudoplatystoma (Siluriformes: Pimelodidae) na sub-bacia do rio Jamari - Ariquemes, estado de Rondônia. 2019. 49 f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2019.
- Castro RMC, Arcifa MS. Comunidade de peixes de reservatórios do sul do Brasil. *Rev Bras Biol* 1987; 47: 493-500.
- Chang ES, Neuhof M, Rubinstein ND, Diamant A, Philippe H, Huchon D, Cartwright P. Genomic insights into the evolutionary origin of Myxozoa within Cnidaria. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2015; 112(48): 14912-14917. <https://doi.org/10.1073/pnas.1511468112>
- Duponchelle F, Isaac VJ, Rodrigues Da Costa Doria C, Van Damme PA, Herrera-R GA, Anderson EP, Castello L. Conservation of migratory fishes in the Amazon basin. *Aquat Conserv* 2021; 31(5): 1087-1105. <https://doi.org/10.1002/aqc.3550>
- Eiras JC, Cruz C, Saraiva A. Sinopse das espécies de *Ceratomyxa* Thélohan, 1892 (Cnidaria, Myxosporea, Ceratomyxidae) descritas entre 2007 e 2017. *Syst Parasitol* 2018; 95(5):427-446. <https://doi.org/10.1007/s11230-018-9791-3>
- Eiras JC, Cruz CF, Saraiva A, Adriano EA. Synopsis of the species of *Myxobolus* (Cnidaria, Myxozoa, Myxosporea) described between 2014 and 2020. *Fol Parasitol* 2021; 68: <https://doi.org/10.14411/fp.2021.012>
- Eiras JC, Molnár, K, Lu, Y. Synopsis of the species of *Myxobolus bütschli*, 1882 (Myxozoa: Myxosporea: Myxobolidae). *Syst Parasitol* 2005; 61: 1-46. <https://doi.org/10.1007/s11230-004-6343-9>

- Eiras JC, Takemoto RM, Pavanelli GC. *Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*. 2ª ed. Maringá: Eduem; 2006. 199p.
- Eiras JC, Zhang JY, Molnár K. Synopsis of the species of *Myxobolus* Bütschli, 1882 (Myxozoa: Myxosporea, Myxobolidae) described between 2005 and 2013. *Syst Parasitol* 2014; 88(1):11-36. <http://dx.doi.org/10.1007/s11230-014-9484>
- Franzolin G. Taxonomia e sistemática de *Ceratomyxa* sp. (Cnidaria: Myxozoa), parasito de *Rhaphiodon vulpinus* (Characiformes: Cynodontidae) da Bacia Amazônica. 2021. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Paulo.
- Garves JDS. Dieta, aspectos bromatológicos e parasitológicos em uma espécie de peixe não-nativa no reservatório de Jupiá, alto rio Paraná. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista; Instituto de Biociências de Botucatu, 2020.
- Giribet G, Edgecombe GD. *The Invertebrate Tree of Life*. Princeton University Press, Princeton, USA (2020).
- Gunter NL, Burger MAA, Adlard RD. Morphometric and molecular characterisation of four new *Ceratomyxa* species (Myxosporea: Bivalvulida: Ceratomyxidae) from fishes off Lizard Island, Australia. *Folia Parasitol* 2010; 57(1):1–10. <https://doi.org/10.14411/fp.2010.001>
- Howells JB, Rao, Peixes Exóticos, Mariscos e Plantas Aquáticas Proibidos Encontrados por Texas Parks and Wildlife Personnel no Condado de Harris, Texas: 1995–1996 e 2001 até meados de 2003, Texas Parks & Wildlife Department, Inland Fisheries Division, 2003.
- Kurchevski G, Casimiro ACR, Ashikaga FY, Orsi ML Espécies introduzidas como vetores de patógenos e parasitas. *Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia*. 2010; v. 38, p. 1.
- Lowe-McConnell. *Estudos ecológicos em comunidades de peixes tropicais*. EDUSP, São Paulo, Brasil. 524pp. 1999
- Lowe-McConnell. *Estudos ecológicos em comunidades de peixes tropicais*. EDUSP, São Paulo, Brasil. 524pp. 1999
- Lowry T, Smith SA. Aquatic zoonoses associated with food, bait, ornamental, and tropical fish. *Journal of the J Am Vet Med Assoc* 2007; 231(6): 876-880. <https://doi.org/10.2460/javma.231.6.876>
- Luque JL. Biologia, epidemiologia e controle de parasitas de peixes. Congresso Brasileiro de Parasitologia Veterinária e I Simpósio Latino-Americano se Ricketisioses, 13., 2004, Anais. Ouro Preto, MG, 2004.
- Magalhães AMS. Zoonoses parasitárias associadas ao consumo de carne de peixe cru. *Pubvet* 2012; 6(25): 1411-1416. <http://dx.doi.org/10.22256/pubvet.v6n25.1416>
- 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*. *Rev Ciênc Agrár* 2001; 36: 83-99.
- Matos E, Casal G, Matos P, Corral L, Azevedo C. Microorganismos parasitos de animais aquáticos da Amazônia. Ranzani-Paiva MJT, Takemoto RM, Lizama MA Sanidade de Organismos Aquáticos. São Paulo, 159-178, 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*. *Rev Ciênc Agrár* 2001; 36: 83-99.
- Mendes YA. Efeito dos níveis da água na reprodução da bicuda *Boulengerella cuvieri* (ctenoluciidae) no médio rio Xingu, Amazônia Oriental / Yanne Alves Mendes. - 2016.
- Montana CG, Layman CA, Winemiller KO Gape size influences seasonal patterns of piscivore diets in three Neotropical rivers. *Neo Ichth* 2011; 9(3): 647– 655. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252011005000028>
- Monteiro EP. Caracterização morfológica e filogenia molecular de microparasitos eucarióticos em *Batrachoides surinamensis* (bloch e schneider, 1801) e *Menticirrhus americanus* (linnaeus,

- 1758) capturados no Estuário do Município de Viseu, Estado do Pará / Elideth Pacheco Monteiro. - 2019. 87 f.
- Okamura B, Gruhl, A, Bartholomew JL. An introduction to myxozoan evolution, ecology, and development, in: B. Okamura, A. Gruhl, J.L. Bartholomew (Eds.), *Myxozoan Evolution, Ecology and Development*, Springer, Switzerland, 2015, pp 69-84, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14753-6>
- 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>
- Oliveira JC, Velasco M, Santos PDF, Silva JMV, Clemente SCDS, Matos E. Kudoa spp. (Myxozoa) infection in musculature of *Plagioscion squamosissimus* (Sciaenidae) in the Amazon region, Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet* 2015; 24: 235-240. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612015023>
- Oliveira-Júnior FRP Diagnóstico do potencial da atividade de pesca esportiva no Rio Cuieiras, na área da Reserva de Desenvolvimento Sustentável – RDS Puranga Conquista / Flávio Ruben Paes Oliveira Júnior. – Manaus: [s.l], 2019. 59 p.: il.
- Pavanelli GC, Eiras JC. Influência de fatores abióticos na captura e condição de peixes imediatamente a jusante da usina hidrelétrica de Três Marias, rio São Francisco. Avaliação de risco de morte de peixes em Usinas Hidrelétricas. Belo Horizonte: Companhia Energética de Minas Gerais. 2016; p. 231-245.
- Queiroz LJ. *Família Ctenoluciidae. Peixes do Rio Madeira*, Volume 2, 2013.
- Reis RE, Kullander SO, Ferraris CJ. (Orgs.) *Check List of the Freshwater Fishes of South and Central América*. 2003; EDIPU- CRS, Porto Alegre, Brazil, p. 729.
- Reis RE, Albert JS, Di Dario F, Mincarone MM, Petry P, Rocha LA. Fish biodiversity and conservation in South America. *J Fish Biol* 2016; 89(1): 12-47. <https://doi.org/10.1111/jfb.13016>
- Rocha S, Rangel L, Castro R, Severino R, Azevedo C, Santos M, Casal G. Ultrastructure and phylogeny of *Ceratomyxa diplodae* (Myxosporea: Ceratomyxidae), from gall bladder of European seabass *Dicentrarchus labrax*. *Dis Aquat Organ* 2016; 121(2): 117–128. <https://doi.org/10.3354/dao03049>
- Santos GM, Jegu M, Merona B Catálogo de peixes comerciais do baixo rio Tocantins. Projeto Tucuruí ELETORNORTE/CNPq/INPA, 1.ed. Manaus/AM. 1984. 86 p.
- Silva MFD, Silva DTD, Giese E, Furtado AP, Matos P, Lima AM, Matos, E.. Phylogeny and ultrastructure of *Myxobolus rangeli* n. sp. (Myxozoa, Bivalvulida), a histozoic parasite in Siluriformes fish from the Amazon region. *Rev Bras Parasitol Vet* 2023; 32: e005923. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612023034>
- Souza JFS Citotaxonomia de *Boulengerella* Eigenmann 1903 (Characiformes: Ctenoluciidae) da região Amazônica Central /José Francisco de Sousa e Souza. - Manaus: [s.n.], 2017.
- Tavares DM. Crustáceos Ectoparasitos de Seis Espécies de Peixes do Reservatório Coaracy Nunes, Estado do Amapá, Brasil. 2014. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) - Universidade Federal do Amapá.
- Úngari LP, Vieira DHMD, de Alcantara EP, Emmerich E, Santos ALQ, da Silva RJ, O'Dwyer, LH (2021). Description of a new species of myxobolid parasite, *Henneguya pindaibensis* n. sp. (Cnidaria: Myxosporea), infecting the gills of *Boulengerella cuvieri* (Spix and Agassiz, 1829) from Brazil. *Parasitol Inter* 2021; 83: 102319. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2021.102319>
- Vari RP. 2003. Family Ctenoluciidae. p. 252–253. In: Reis RE, Kullander SO, Ferraris Jr C. *Check list of freshwater fishes of South and Central America*. (Ed.), Porto Alegre.
- Vari RP. The Neotropical Fish Family Ctenoluciidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes): supra and intra-familial phylogenetic relationships with a revisionary study. *Smithson Contrib Zool* 1995; 564: 74–82. 1995. <https://doi.org/10.5479/si.00810282.564>

- Velasco M, Matos P, Sanches O, São Clemente SC, Videira M, Santos P, Matos, E. Necrotizing myositis associated with parasitism by *Myxobolus* sp. (Myxozoa) in the palate of the violet goby, *Gobioides broussonnetii* (Gobiidae), from Marajó Island, Brazil. *Aquacul* 2012; 358: 129-131. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.06.033>
- Velasco M, Videira M, Nascimento LDCSD, Matos P, Gonçalves EC, Matos, E. *Henneguya paraensis* n. sp. (Myxozoa; Myxosporea), a new gill parasite of the Amazonian fish *Cichla temensis* (Teleostei: Cichlidae): morphological and molecular aspects. *Parasitol Res.* 2016; 115: 1779–1787. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-4916-6>
- Videira MN, Florentino AC, Silva RBL. A influência da Usina hidrelétrica Ferreira Gomes Energia nos estoques pesqueiros do rio Araguaí: Aspectos reprodutivos de peixes. 2021.
- Videira MN. Estudo morfológico de microparasitas em *Aequidens plagiozonatus* Kullander 1984 (Osteiththyes:Cichlidae), 2010. Dissertação (Mestrado em Biologia de Agentes Infecciosos e Parasitários) – Universidade Federal do Pará.
- Yokoyama H, Grabner D, Shirakashi S. Transmission Biology of the Myxozoa. In: Health and Environment in Aquaculture. Croatia: InTech, 2012. p. 3-42.
- Zatti AS, Atkinson SD, Bartholomew JL, Maia AAM, Adriano EA. As águas amazônicas abrigam uma antiga linhagem *Ceratomyxa* de água doce (Cnidaria: Myxosporea). *Acta Trop* 2017; 169:100–106. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.02.006>
- Zatti AS, Atkinson SD, Maia AA, Bartholomew JL, Adriano EA. *Ceratomyxa gracillima* n. sp. (Cnidaria: Myxosporea) fornece evidências de panmixia e radiação ceratomyxida na bacia amazônica. *Parasitol* 2017 145(9):1137–1146. <https://doi.org/10.1017/S0031182017002323>
- Zatti AS, 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>

ARTIGO CIENTÍFICO

**CAPÍTULO 1 –**

***Ceratomyxa matosi* n. sp. (MYXOZOA: CERATOMYXIDAE) PARASITIZING THE  
GALLBLADDER OF *Boulengerella cuvieri* (CHARACIFORMES: CTENOLUCIIDAE)  
STATE OF AMAPÁ, BRAZILIAN AMAZON**

*Artigo submetido ao periódico “Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária”*

*Ceratomyxa matosi* n. sp. (MYXOZOA: CERATOMYXIDAE) PARASITIZING THE GALLBLADDER OF *Boulengerella cuvieri* (CHARACIFORMES: CTENOLUCIIDAE) STATE OF AMAPÁ, BRAZILIAN AMAZON

*Ceratomyxa matosi* n. sp. (MYXOZOA: CERATOMYXIDAE) PARASITANDO A VESÍCULA BILIAR DE *Boulengerella cuvieri* (CHARACIFORMES: CTENOLUCIIDAE) ESTADO DO AMAPÁ, AMAZÔNIA BRASILEIRA

**Abstract:** Myxozoa is a class of the Phylum Cnidaria made up of endoparasites from aquatic habitats. The genus *Ceratomyxa* preferentially infects marine fish, with the gallbladder being the main site of parasitization. This study aimed to describe a new species of *Ceratomyxa* found in this organ in *Boulengerella cuvieri*, through morphological, morphometric characterization and phylogenetic analysis of 18S rDNA gene sequences. Specimens of *Boulengerella cuvieri* (n=20) were collected, anesthetized, desensitized and biometric measurements (weight and length) were performed. The organs were analyzed under a stereomicroscope and fragments of internal organs were extracted for light microscopy (ML) analysis, preserved in 80% alcohol for 18S rDNA gene analysis and fixed in Davidson for histological processing. Using ML, free spores of *Ceratomyxa* were observed in the gallbladder, in plasmodia with wave-like movements, with the following dimensions: spore width ( $24.5 \pm 0.4$ )  $\mu\text{m}$ , spore length ( $5.2 \pm 0.3$ )  $\mu\text{m}$ , polar capsule width ( $1.8 \pm 0.2$ )  $\mu\text{m}$ , polar capsule length ( $2.1 \pm 0.3$ )  $\mu\text{m}$ , number of polar tubule turns (4-5) and 100% prevalence. Phylogenetic analysis confirmed that *Ceratomyxa matosi* n. sp. is a new species, grouped with other freshwater *Ceratomyxa* species from the Amazon, representing the second description of a taxon of this genus in the state of Amapá.

**Keywords:** Parasitism, Brazilian Amazon, fish, Myxozoa.

**Resumo:** Myxozoa é uma classe do Filo Cnidaria constituída por endoparasitos de habitats aquáticos. O gênero *Ceratomyxa* infecta preferencialmente peixes marinhos, sendo a vesícula biliar o principal sítio parasitado. Este estudo objetivou descrever uma nova espécie de *Ceratomyxa* encontrado neste órgão em *Boulengerella cuvieri*, através da caracterização morfológica, morfométrica e análise filogenética de sequências do gene 18S rDNA. Exemplos de *Boulengerella cuvieri* (n=20) foram coletados, anestesiados, dessensibilizados e realizada aferição biométrica (peso e comprimento). Os órgãos foram analisados em estereomicroscópio e fragmentos de órgãos internos foram extraídos para análise à microscopia de luz (ML), conservados em álcool 80% para análise do gene 18S rDNA e fixados em Davidson para

processamento histológico. Através de ML, foram observados esporos livres de *Ceratomyxa* na vesícula biliar, em plasmódios com movimentos ondulatórios, com as seguintes dimensões: largura dos esporos ( $24,5\pm 0,4$ )  $\mu\text{m}$ , comprimento dos esporos ( $5,2\pm 0,3$ )  $\mu\text{m}$ , largura da cápsula polar ( $1,8\pm 0,2$ )  $\mu\text{m}$ , comprimento da cápsula polar ( $2,1\pm 0,3$ )  $\mu\text{m}$ , número de espiras do túbulo polar (4-5) e prevalência de 100%. A análise filogenética confirmou que *Ceratomyxa matosi* n. sp. é uma nova espécie, agrupando-se com outras espécies de *Ceratomyxa* de água doce da Amazônia, representando a segunda descrição de um táxon deste gênero no estado do Amapá.

**Palavras-chave:** Parasitismo, Amazônia brasileira, peixes, Myxozoa.

## Introduction

The river basins of South America have abundant ichthyofauna, and the richness and diversity of species highlight the importance of these ecosystems, especially the Amazon basin that exhibits one of the greatest freshwater fish diversity worldwide (Reis et al., 2003).

*Boulengerella* species are the most widely distributed in these basins, especially in the Orinoco, Amazon, Tocantins, Pará, and Amapá basins (Vari, 2003). Among the five species identified in this group to date, *Boulengerella cuvieri* Spix e Agassiz, 1829 is important piscivorous species commonly found in the municipality of Ferreira Gomes (State of Amapá), and pirapoucou is the largest species of this genus (Vari, 1995).

Myxozoa Grassé, 1970 (Kyger et al., 2021) is a class of Phylum Cnidaria, which is composed of diverse endoparasites in parasitic relationships with different marine and freshwater species. It is divided into two subclasses: Malacosporea and Myxosporea (Fiala et al., 2019). *Ceratomyxa* Thélohan, 1892 is a genus comprising approximately 270 species of myxosporeans that preferentially infect marine fish. The diversity of endoparasites infecting freshwater fish is relatively low, with the gallbladder being the main site of parasitization and urinary bladder being a rarely infected organ (Eiras et al., 2018).

The diversity of microparasites for the known species, *B. cuvieri*, is very low. *Henneguya pindaibensis* is a microparasite for *B. cuvieri* parasitizing its gills; it was identified via morphological and molecular analyzes after collection from the Pindaíba River, Municipality of Cocalinho, Mato Grosso, Brazil (Úngari, 2021).

This work reports a new species of *Ceratomyxa* found in the gallbladder of *B. cuvieri*. This work also described the identified species based on morphological characterization and phylogenetic analysis of *18S rDNA* gene sequences.



## **Material and Methods**

### **Host Collection**

*B. cuvieri* (n=20) was collected quarterly from the reservoir of the Coaracy Nunes hydroelectric power plant (Figure 1). District of Paredão, Municipality of Ferreira Gomes, State of Amapá, Brazil from December, 2022 to December, 2023.

Specimen collection and analysis were coordinated by the Amazon Aquatic Organism Health Research Group at the State University of Amapá (UEAP), approved by the Animal Use Ethics Committee of the Federal Rural University of the Amazon (no. 8323110522), and registered in the Biodiversity Authorization and Information System (SISBIO/ICMBIO, license 50376-1).

The collected fish were transported in suitable containers to the Laboratory of Morphophysiology and Animal Health at UEAP, where they were acclimatized and maintained in specific aquariums for subsequent parasitological analysis.

### **Morphological Analysis and Parasite Collection**

In the laboratory, the fish were anesthetized (MS-222 SIGMA at a concentration of 50 mg/L) and desensitized via spinal sectioning, and biometric measurements were performed. The organs were analyzed under a stereomicroscope, and fragments were extracted for light microscopy (ML), preserved in 80% alcohol for *18S rDNA* gene analysis, and fixed in Davidson solution for standard histological processing. Microparasites were collected and fixed as described by Eiras et al. (2006), and the parasite prevalence rate (%) was determined as described by Bush et al. (1997).

In the parasitological study of fish, histological processing techniques are fundamental for the analysis of specific tissues. These techniques involve the collection of tissue fragments, fixation in Davidson solution, dehydration in increasing alcohol solutions (70%, 80%, 90%, absolute I, absolute II, and absolute III), diaphanization, and paraffin impregnation to create tissue blocks. These blocks are then cut to obtain 5- $\mu$ m thick histological sections using the LEICA RM2125 RTS microtome.

### **Molecular and Phylogenetic Analyses**

The collected materials containing microparasites and tissue fragments parasitized with microparasite spores were fixed in 80% ethyl alcohol at 4 °C. At the UEAP Molecular Biology of Parasites Laboratory, total DNA from each sample was extracted using the ReliaPrep gDNA Tissue Miniprep System kit (Promega), following the manufacturer's protocol.

The *18S rDNA* gene fragment was amplified using nested polymerase chain reaction (PCR) on the MyGene MG96G thermocycler (LongGene). The first amplification step was

performed using the primers 18E (CTGGTTGATCCTGCCAGT) and 18R (CTACGGAAACCTTGTTACG) (Hillis e Dixon, 1991; Whipps et al, 2003). The second amplification step was performed using the primers 18E–MC3 (GATTAGCCTGACAGATCACTCCACGA) and MC5–18R (CCTGAGAAACGGCTACCACATCCA) (Hillis e Dixon, 1991; Molnár et al., 2002; Whipps et al., 2003). The PCR products were subjected to electrophoresis on a 1.5% agarose gel in TBE buffer, stained with Safer Dye (Kasvi), and visualized using the Bluegel Electrophoresis System. Successfully amplified samples were purified and sequenced.

A dataset containing 15 sequences of myxosporean species was assembled and compared with the data on GenBank using the Basic Local Alignment Search Tool on the National Center for Biotechnology Information. This dataset composed of the rDNA sequences of both freshwater and marine species was used for phylogenetic analyses. The nucleotide sequences were aligned using ClustalW (Thompson et al., 1997) with the BioEdit program (Hall, 1999), and the unsigned variable regions in the *18S rDNA* datasets were edited.

To determine the phylogenetic relationships among the taxa, maximum parsimony and Bayesian analyses were performed using PAUP 4.0 b10 (Swofford, 2003) and MrBayes 3.1.2 (Ronquist and Huelsenbeck, 2003), respectively. Maximum parsimony analysis was performed using a heuristic search algorithm, which assigned equal weight to transitions and transversions, and insertions and deletions (indels) were considered as missing data. Subsequently, 1,000 bootstrap replications were evaluated, and the confidence level of the most parsimonious tree nodes was calculated (FELSENSTEIN, 2004). Two parallel runs of four simultaneous searches were conducted for Bayesian analysis using the Markov chain Monte Carlo methodology for 5,000,000 generations each, considering one tree every 1,000 generations and disregarding the results of the first 1,250 trees (representing 25% of the samples). The remaining trees (3,750) were used to estimate the confidence level of each node during phylogenetic reconstruction.

For all analyses, DNA sequences of the organisms were directly obtained from GenBank using JMODELTEST 2.0.2, as previously described (Darriba et al., 2012).

## **Results**

### **Morphological Description of the Spores**

*Ceratomyxa matosi* n. sp. (Figure 2) parasitizes the gallbladder of *B. cuvieri*. Using light microscopy, vermiform plasmodia with wave-like movements were observed in the gallbladder fragments containing free spores with elongated and slightly arched structures perpendicular to the suture line and two identical polar capsules, which are common morphological features of genus *Ceratomyxa*.

All specimens of *B. cuvieri* collected and analyzed in this study contained spores of *Ceratomyxa matosi* n. sp. in the gallbladder (Figure 3). These spores were observed in all analyzed samples, alone or in groups, with medium dimensions (Table 1) as follows: spore width ( $24.5\pm 0.4$ )  $\mu\text{m}$ , spore length ( $5.2\pm 0.3$ )  $\mu\text{m}$ , polar capsule width ( $1.8\pm 0.2$ )  $\mu\text{m}$ , polar capsule length ( $2.1\pm 0.3$ )  $\mu\text{m}$ , number of polar tubule coils (4–5). Slides containing histological sections of the gallbladder were stained with hematoxylin and eosin, and coelozoic microparasites were identified.

### **Taxonomic Summary**

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 matosi* n. sp.

Infection site: Coelozoic plasmodia with spores of *Ceratomyxa matosi* n. sp. distributed in the host gallbladder

Locality: Reservoir of the Coaracy Nunes hydroelectric power plant in the District of Paredão, Municipality of Ferreira Gomes, State of Amapá, Brazil (N00°54'34.3", W051°16'54.2")

Prevalence: 100% (n=20)

Species deposition: A glass slide with hematoxylin and eosin-stained spores has been deposited into the zoological collection of the Amazon Research Institute (INPA) in Manaus, Amazonas, Brazil.

DNA sequence: The *18S rDNA* gene sequence (549 bp) has been deposited in GenBank under the accession no. PP791852.

Etymology: The specific epithet for this species refers to Dr. Edilson Rodrigues Matos, an exceptional myxozoan researcher in the Brazilian Amazon.

### **Phylogenetic and Molecular Analyses**

The partial sequence of *Ceratomyxa matosi* n. sp. containing 549 base pairs of SSU rDNA gene determined in this study has been deposited in GenBank under the accession number PP791852. *Ceratomyxa matosi* n. sp. showed the greatest genetic proximity to *Ceratomyxa vermiformis* (6%), followed by *Ceratomyxa mandii* (7%) and *Ceratomyxa gracillima* (8%). All other *Ceratomyxa* spp. exhibited similarities > 19% (Table 2).

Phylogenetic analysis revealed that *Ceratomyxa matosi* n. sp. exhibited monophyletic behavior, where *Ceratomyxa matosi* n. sp. was grouped with other *Ceratomyxa* spp. in the Amazon (Figure 4). In subclade A of the *Ceratomyxa matosi* n. sp. group, *C. vermiformis*, *C. gracillima*, and *C. mandii* were observed with strong nodal support.

## Discussion

*Ceratomyxa matosi* n. sp. is the second most common species of genus *Ceratomyxa* in the State of Amapá, following *Ceratomyxa macapaensis* Bittencourt, 2021 the first described species this genus in the State of Amapá, and both species parasitize the gallbladder of their host.

Plasmodia-containing *Ceratomyxa matosi* n. sp. exhibited wave-like movements in fresh ML. Adriano and Okamura (2017) suggested that such movements are due to the presence of mitochondria surrounding the plasmodia, a cytoskeleton with abundant actin, and formation of microtubules. This movement is the same as that described for the plasmodia of *Ceratomyxa fonsecai* Silva et al., 2020 and *C. macapensis*.

Morphological analyzes of the spores of *Ceratomyxa matosi* n. sp. revealed that, compared to other freshwater *Ceratomyxa* spp. in the Amazon, *Ceratomyxa matosi* n. sp. showed greater affinity with *C. vermiformis* (Adriano et al., 2017) parasitizing tambaqui (*Colossoma macropomum*), *C. gracillima* (Zatti et al., 2017) parasitizing the Amazon catfish (*Brachyplatystoma rousseauxii*), and *C. mandii* (Araújo et al., 2022) parasitizing mandi (*Pimelodina flavipinnis*). The host gallbladder was the infection site for all these parasites.

Comparative dimensional data of *Ceratomyxa matosi* n. sp. revealed that the spores of this species exhibited greater thickness ( $24.5 \pm 0.4 \mu\text{m}$ ) than the spores of *C. vermiformis* ( $8.4 \pm 0.4 \mu\text{m}$ ) and *C. gracilima* ( $7.0 \pm 0.5 \mu\text{m}$ ) but lesser thickness than the spores of *C. mandii* ( $31.2 \pm 2.3 \mu\text{m}$ ). The length of *Ceratomyxa matosi* n. sp. ( $5.2 \pm 0.3 \mu\text{m}$ ) was longer than those of the three parasite species, *C. vermiformis* ( $4.5 \pm 0.2 \mu\text{m}$ ), *C. gracilima* ( $4.4 \pm 0.4 \mu\text{m}$ ), and *C. mandii* ( $4.6 \pm 0,5 \mu\text{m}$ ).

Lengths and widths of the polar capsules of *Ceratomyxa matosi* n. sp. ( $2.1 \pm 0.3/1.8 \pm 0.2 \mu\text{m}$ ), *C. gracilima* ( $1.9 \pm 0.3/1.9 \pm 0.3 \mu\text{m}$ ), and *C. mandii* ( $1.8 \pm 0.3/1.9 \pm 0.3 \mu\text{m}$ ) were not very different from each other, but the difference was quite significant between the identified taxon in this study and *C. vermiformis* ( $2.7 \pm 0.1/2.7 \pm 0.1 \mu\text{m}$ ).

*Ceratomyxa matosi* n. sp. sporoplasm is binucleate, with each polar capsule containing a filament with 4–5 coils oblique to the longitudinal axis that is longer than those of other similar species: *C. vermiformis* (3–4 coils), *C. gracilima* (2–3 coils), and *C. mandii* (3–4 coils). In *C. mandii*, the sutural line is straight, with smooth and slightly thin valves at both ends and subspherical polar capsules (Araújo et al., 2022). *C. gracillima* has spherical polar capsules

equal in size and located anteriorly and adjacent to the straight suture (Zatti et al., 2017). In *C. vermiformis*, the two valves are elongated, resembling unequal size appendages that taper approximately halfway along their length (Adriano et al., 2017).

Here, phylogenetic arrangement of *Ceratomyxa* spp. was the same as that reported by Fiala et al. (2015). *Ceratomyxa* spp. exhibit undefined phylogenetic relationships. Moreover, presence of many species with long arms on trees indicates the rapid evolution of *Ceratomyxa* spp. compared to other species in freshwater environments. Overall, *Ceratomyxa matosi* n. sp. exhibited monophyletic behavior, where it grouped into a subclade with other species in the Brazilian Amazon.

### Conclusion

Here, morphological and molecular data confirmed *Ceratomyxa matosi* n. sp. as a new species of Class Myxozoa parasitizing the gallbladders of *B. cuvieri*, a widely distributed freshwater fish. However, further studies are necessary to explore the evolutionary relationships among different Myxozoa species in the Amazon.

### References

- Adriano EA, Okamura B. Motilidade, morfologia e filogenia do verme plasmodial, *Ceratomyxa vermiformis* n. sp. (Cnidários: Myxozoa: Myxosporea). *Parasitol* 2017; 144(2): 158168. <https://doi.org/10.1017/S0031182016001852>
- Bittencourt LD, Silva DT, Hamoy I, Carvalho AA, Da Silva MF, Videira M, Matos E. 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* 2022; 67(1): 322-329. <https://doi.org/10.1007/s11686-021-00460-x>
- Bush AO, Lafferty KD, Lotz JM, Shostak AW. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al... *J Parasitol* 1997; 83: 575-583. <https://doi.org/10.2307/3284227>
- Drummond AJ, Suchard MA, Xie D, Rambaut, A. Filogenética Bayesiana com BEAUti e BEAST 1.7. *Mol. Biol Evol* 2012; 29:1969–1973. <https://doi.org/10.1093/molbev/mss075>
- Eiras JC, Takemoto RM, Pavanelli GC. *Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*. 2ª ed. Maringá: Eduem; 2006. 199p.
- Eiras JC, Cruz C, Saraiva A. Sinopse das espécies de *Ceratomyxa* Thélohan, 1892 (Cnidaria, Myxosporea, Ceratomyxidae) descritas entre 2007 e 2017. *Syst Parasitol* 2018; 95(5):427–446. <https://doi.org/10.1007/s11230-018-9791-3>
- Fiala P, Bartošová-Sojtková CM, Whipps, CM. Classification and phylogenetics of myxozoa, in: B. Okamura, A. Gruhl, JL. Bartholomew (Eds.), *Myxozoan Evolution, Ecology and Development*, Springer, Switzerland, pp. 85–110,2015.

- Gunter NL, Burger MAA, Adlard RD. Morphometric and molecular characterisation of four new *Ceratomyxa* species (Myxosporea: Bivalvulida: Ceratomyxidae) from fishes off Lizard Island, Australia. *Folia Parasitol* 2010; 57(1):1–10. <https://doi.org/10.14411/fp.2010.001>
- 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: 24 march. 2024.
- Lom J and Arthur JR (1989) A guideline for the preparation of species descriptions in Myxosporea. *J Fish Dis* 12, 151–156. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.1989.tb00287.x>
- Luque, J.L. Biologia, epidemiologia e controle de parasitas de peixes. Congresso Brasileiro De Parasitologia Veterinária E I Simpósio Latino-Americano De Ricketisioses, 13., 2004, Anais... Ouro Preto, MG, 2004.
- Reis RE, Kullander SO, Ferraris CJ. (Orgs.) *Check List of the Freshwater Fishes of South and Central América*. 2003; EDIPU- CRS, Porto Alegre, Brazil, p. 729.
- Silva MF, Carvalho AEFB, Hamoy I, Matos E. Parasita celozóico da família Ceratomyxidae (Myxozoa, Bivalvulida) descrito a partir de plasmódios vermiformes móveis encontrados em *Hemiodus unimaculatus* Bloch, 1794. *Parasitol Res* 2020; 119(3):871– 878. <https://doi.org/10.1007/s00436-019-06505-5>
- Thompson JD, Gibson TJ, Plewniak F, Jeanmougin F. Higgins DG. A interface Windows do CLUSTAL-X: estratégias flexíveis para alinhamento de múltiplas sequências auxiliadas por ferramentas de análise de qualidade. *Pesquisa de ácidos nucléicos* 1997; 25: 4876–4882.
- Vari RP. The Neotropical Fish Family Ctenoluciidae (Teleostei: Ostariphysi: Characiformes): supra and intra-familial phylogenetic relationships with a revisionary study. *Smithson Contrib Zool* 1995; 564: 74–82. 1995. <https://doi.org/10.5479/si.00810282.564>
- Whipps CM Adlard RD, Bryant MS, Lester RGI, Findlav V, Kent M. First report of three *Kudoa* species from eastern Australia: *Kudoa thyrssites* from mahi mahi (*Coryphaena hippurus*), *Kudoa amamiensis* and *Kudoa minithyrssites* n. sp. from sweeper (*Pempheris ypsilychnus*). *J Eukaryot Microbiol* 2003; 50(3):215–219. <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.2003.tb00120.x>
- Zatti AS, Atkinson SD, Maia AA, Bartholomew JL, Adriano EA. *Ceratomyxa gracillima* n. sp. (Cnidaria: Myxosporea) fornece evidências de panmixia e radiação ceratomyxida na bacia amazônica. *Parasitol* 2017 145(9):1137–1146. <https://doi.org/10.1017/S0031182017002323>
- Zatti AS, Atkinson SD, Bartholomew JL, Maia AAM, Adriano EA. As águas amazônicas abrigam uma antiga linhagem *Ceratomyxa* de água doce (Cnidaria: Myxosporea). *Acta Trop* 2017; 169:100–106. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.02.006>

**Table 1.** Comparative table of measurements ( $\mu\text{m}$ ) with standard deviation of *Ceratomyxa matosi* n. sp. and other *Ceratomyxa* spp. described in Amazon. IS: infection site. ST: spore length, SW: spore width, PCL: polar capsule length, PCW: polar capsule width, PA: posterior angle, NPT: number of polar tubule coils. The original description was made as a species of the genus *Meglitschia* and presents a measurement pattern different from that used for the genus *Ceratomyxa* - see Azevedo et al., 2011

**Table 2.** The uncorrected p-distances recorded between pairs of *Ceratomyxa* spp. that comprise the clade of registered *Ceratomyxa* spp. around the world.

**Figure 1.** Map with georeferenced collection points in the Reservoir of the Coaracy Nunes Hydroelectric Power Plant (UHCN) located in the municipality of Ferreira Gomes, state of Amapá. Source: the author (2023)

**Figure 2.** Schematic drawing of the spore frontal view of *Ceratomyxa matosi* n. sp.

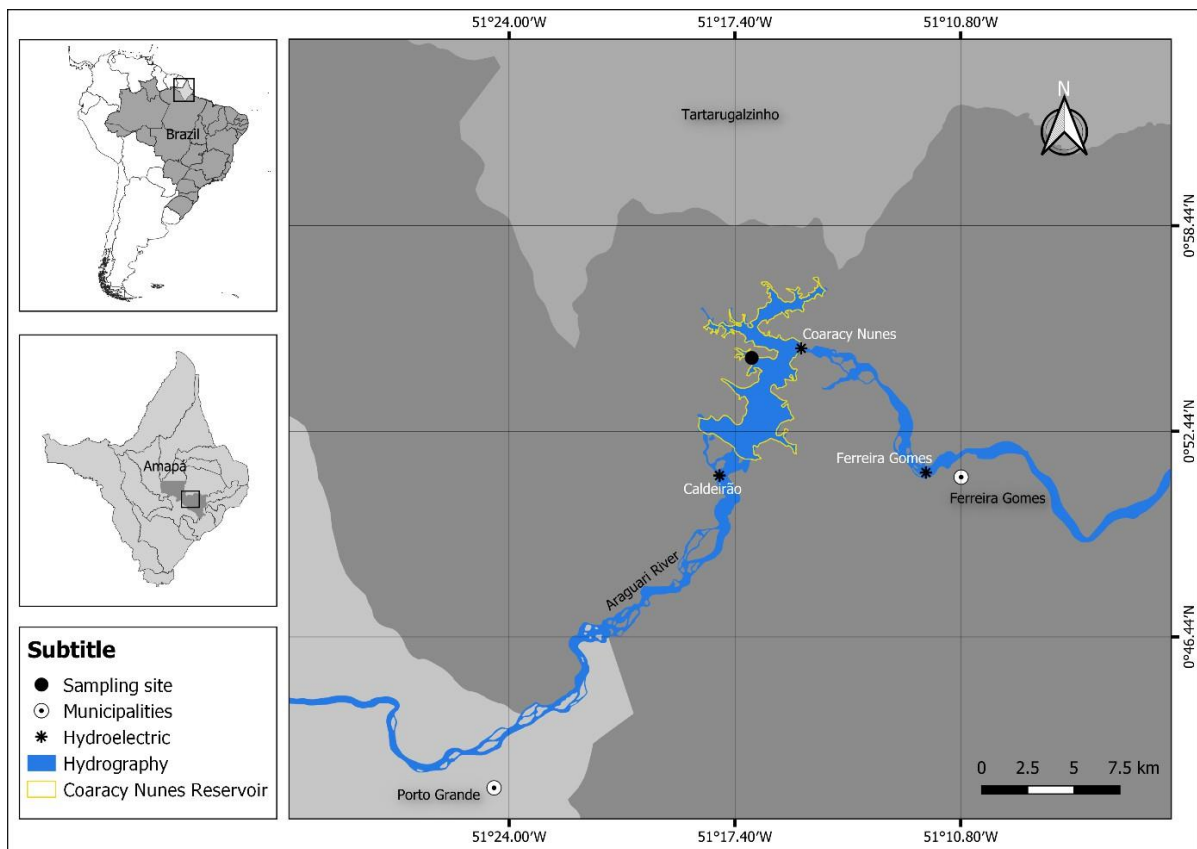
**Figure 3.** (A) Plasmodia containing *Ceratomyxa matosi* n. sp. showed wave movements when observed with LM (B) Spores of *Ceratomyxa matosi* n. sp. parasitizing the gallbladder of *Boulengerella cuvieri* Spix & Agassiz, 1829, observed in analyzed samples, alone or in groups. PC = polar capsule; S = spores.

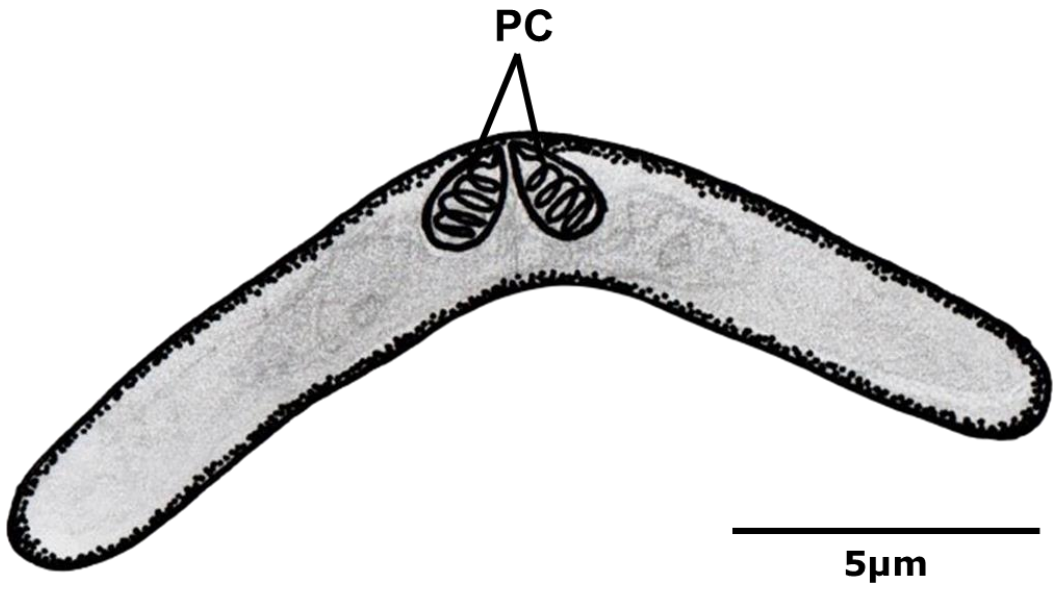
**Figure 4.** Phylogenetic tree generated by Bayesian inference (IB) through partial alignment of *Ceratomyxa matosi* n. sp. with SSU r DNA gene sequences of select myxozoan species. Node numbers are indicated for posterior probabilities values calculated by IB.

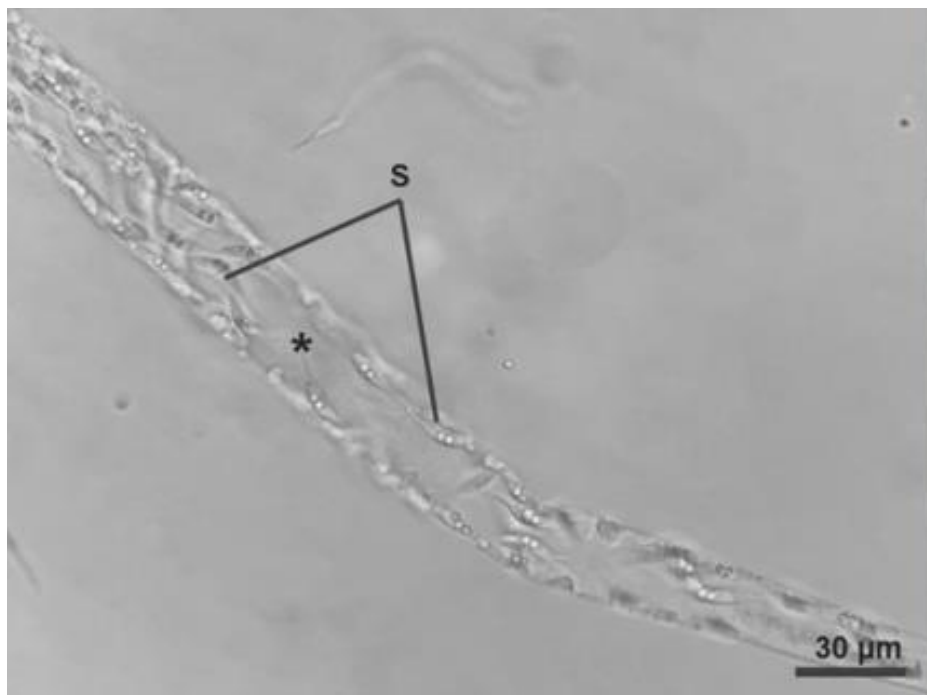
Species	ST	SW	PCL	PCW	PA	NPT	Host	Locality
<i>Ceratomyxa matosi</i> n. sp. This study	<b>24.5 ± 0.4</b>	<b>5.2 ± 0.3</b>	<b>2.1 ± 0.3</b>	<b>1.8 ± 0.2</b>	-	<b>4-5</b>	<i>Boulengerella cuvieri</i>	Araguari River, AP
<i>C. ranunculiformis</i>	37.6 (32.4–43.9)	4.9 (4–6.6)	2 (1.4–3)	1.9 (1.4–2.4)	165° (154–173)	2–3	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Grande do Curuai Lake, PA
<i>C. barbata</i>	21.7 ± 3.5 (29.9–17.6)	2.9 ± 0.5 (3.8–2.1)	1.6 ± 0.3 (1.1–2.3)	1.4 ± 0.16 (1.5–1.1)	164° ± 10.8° (139°–178°)	3	<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	Tapajós River, PA
<i>C. mandii</i>	31.2 ± 2.3 (26.2–36.3)	4.6 ± 0.5 (3.4–5.5)	1.8 ± 0.3 (1.0–2.5)	1.9 ± 0.3 (1.2–2.4)	162° ± 10.4° (143°–178°)	3–4	<i>Pimelodina flavipinnis</i>	Solimões River, PA
<i>C. cf. fonsecai</i>	28 ± 1.7 (24.7–31.7)	3.3 ± 0.2 (2.9–3.9)	1.6 ± 0.3 (1.1–2.3)	1.5 ± 0.3 (0.9–2.1)	166° ± 7.43° (146°–179°)	-	<i>Hemiodus orthonops</i>	Paraná River, PR
<i>C. macapaensis</i>	22.7 ± 0.3	4.2 ± 0.5	1.8 ± 0.3	1.6 ± 0.1	-	3–4	<i>Mesonauta festivus</i>	Piririm River, AP
<i>C. fonsecai</i>	28.9 (2.7)	2.6 (0.1)	1.9 (0.3)	1.7 (0.2)	164.8° (8.6°)	3–4	<i>Hemiodus unimaculatus</i>	Tocantins River, MA
<i>C. gracillima</i>	7.0 ± 0.5 (6.0–8.2)	4.4 ± 0.4 (3.3–5.7)	1.9 ± 0.3 (1.5–2.5)	1.9 ± 0.3 (1.5–2.5)	36.6° ± 2.9° (35°–40°)	2–3	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Tapajós River, PA
<i>C. brasiliensis</i>	41.2 ± 2.9 (37.1–47.6)	6.3 ± 0.6 (5.1–7.5)	2.6 ± 0.3 (2–3.3)	2.5 ± 0.4 (1.8–3.7)	147°	3–4	<i>Cichla monoculus</i>	Tapajós River, PA
<i>C. vermiformis</i>	8.4 ± 0.4 (7.9–9.3)	4.5 ± 0.2 (4.2–4.8)	2.7 ± 0.1 (2.5–2.9)	2.7 ± 0.1 (2.5–2.9)	30.2° ± 6.6° (22°–43°)	3–4	<i>Colossoma macropomum</i>	Tapajós River, PA
<i>C. amazonensis</i>	15.8 ± 0.4 (15.0–16.7)	7.0 ± 0.3 (6.2–7.6)	3.2 ± 0.3 (2.4–3.6)	2.6 ± 0.2 (2.4–2.9)	105°–115°	3–4	<i>Symphysodon discus</i>	Negro River, AM
<i>C. microlepis</i>	35.5 ± 0.9	5.2 ± 0.4	2.2 ± 0.3	2.2 ± 0.3	58°–60°	5–6	<i>Hemiodus microlepis</i>	Trombetas River, PA
* <i>C. mylei</i> (syn. <i>Meglitschia mylei</i> )	-	-	2.1 ± 0.3	2.1 ± 0.3	-	5–6	<i>Myleus rubripinnis</i>	Sapuruá Lake, AM

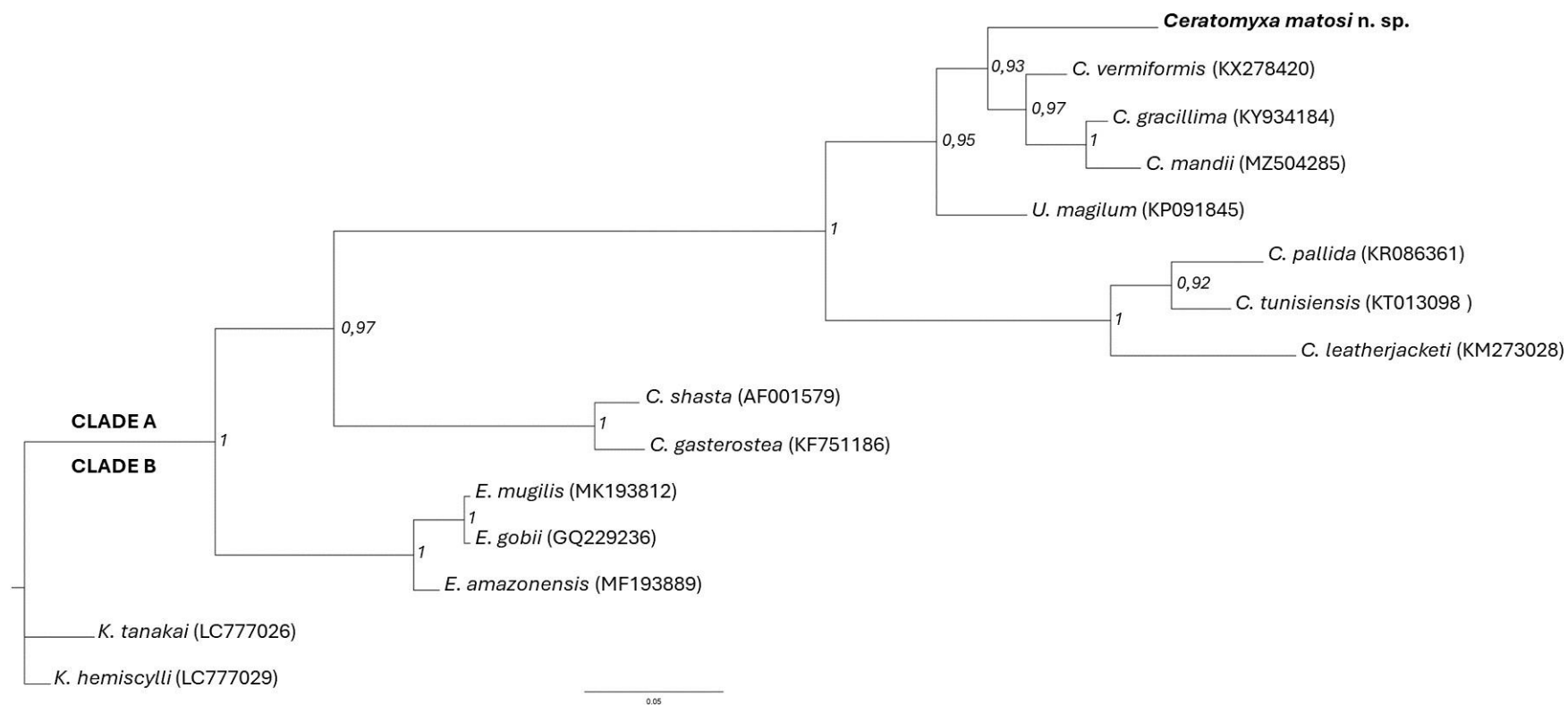


Species	1	2	3	4	5	6	7	8
1. <i>Ceratomyxa_matosi</i> n.sp.	-	-	-	-	-	-	-	-
2. <i>Ceratomyxa vermiformis</i> KX278420	0.067	-	-	-	-	-	-	-
3. <i>Ceratomyxa gracilima</i> KY934184	0.081	0.032	-	-	-	-	-	-
4. <i>Ceratomyxa mandii</i> MZ504285	0.070	0.043	0.021	-	-	-	-	-
5. <i>Ceratomyxa pallida</i> KR086361	0.191	0.175	0.175	0.171	-	-	-	-
6. <i>Ceratomyxa tunisiensis</i> KT013098	0.165	0.150	0.148	0.151	0.041	-	-	-
7. <i>Ceratomyxa leatherjacketi</i> KM273028	0.198	0.156	0.152	0.157	0.088	0.075	-	-
8. <i>Ceratomyxa shasta</i> AF001579	0.283	0.223	0.229	0.237	0.238	0.240	0.253	-
9. <i>Ceratomyxa gasterostea</i> KF751186	0.280	0.228	0.231	0.251	0.251	0.240	0.252	0.155









## ANEXO A - Ficha de processamento para Microscopia de Luz



### PREPARAÇÃO DE MATERIAL PARA MICROSCOPIA DE LUZ

MATERIAL..... N°...../..... DATA...../...../.....

( ) NORMAL  
( ) ESPECIAL

OBS: ANTES DE INICIAR A COLHEITA DO MATERIAL BIOLÓGICO PREPARAR TODO O INSTRUMENTAL E MATERIAL NECESSÁRIO E INDISPENSÁVEL AO TRABALHO

OBS: PREPARAÇÃO DE "BONECA DE GAZE" COM O MATERIAL PARA SER PROCESSADO

			INÍCIO	FIM	OBS
FIXAÇÃO : TEMPERATURA AMBIENTE					
FORMOL AQ 10% / DAVIDSON / AFA / OUTRO	HS	.....	.....	.....	.....
LAVAGEM EM ÁGUA CORRENTE	HS	.....	.....	.....	.....
DUPLA FIXAÇÃO	HS	.....	.....	.....	.....
DESIDRATAÇÃO					
		ESPECIAL			
ALC 70 .....	30'	30' .....	1H .....	1H .....	.....
ALC 90 .....	30' (*)	30' .....	1H .....	1H .....	.....
ALC ABS I .....	30'	60' .....	1H .....	1H .....	.....
ALC ABS II .....	30'	60' .....	1H .....	1H .....	.....
ALC ABS III .....	30'	60' .....	1H .....	2H .....	.....
ALC XILOL	30'	.....	1H .....	1H .....	.....
DIAFANIZAÇÃO (CLAREAMENTO)					
XILOL / BENZOL I	30' .....	30' .....	24H .....	.....	.....
XILOL / BENZOL II	.....	.....	.....	.....	.....
IMPREGNAÇÃO EM ESTUFA A 60 °C					
BANHO DE PARAFINA I	30' .....	30' .....	24H .....	.....	.....
BANHO DE PARAFINA II	30' .....	60' .....	24H .....	.....	.....
BANHO DE PARAFINA III	30' (*) .....	60' .....	24H .....	.....	.....

INCLUSÃO EM PARAFINA : TEMPERATURA AMBIENTE

INCLUSÃO .....  
TOTAL .....

OBS: (\*) PODE DEIXAR A NOITE NO ALCOOL, MAS NUNCA NO XILOL OU BENZOL, EM TEMPERATURA AMBIENTE, SOMENTE EM CASOS ESPECIAIS.

## ANEXO B – Carta de Submissão

24/05/2024, 17:18

ScholarOne Manuscripts



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-2024-0110

### Title

Ceratomyxa matosi n. sp. (MYXOZOA: CERATOMYXIDAE) PARASITIZING THE GALLBLADDER OF Boulengerella cuvieri (CHARACIFORMES: CTENOLUCIIDAE) STATE OF AMAPÁ, BRAZILIAN AMAZON

### Authors

Martel, Clemildo  
 Souza, Fabio  
 Vidal, Samuel  
 Carvalho, Abthyllane  
 Hamoy, Igor  
 Nascimento, Lilia Suzane  
 Videira, Marcela

### Date Submitted

24-May-2024

Author Dashboard



## ANEXO C – Certificado de Revisão da Língua Inglesa



**editage** | helping you get published

Since 2000, Editage has helped over 400,000 authors publish over 1.2 million research papers in scholarly journals across over 1000 disciplines through editorial, translation, transcription, and publications support services. Editage is a part of Cactus Communications ([cactuscommunications.com](http://cactuscommunications.com)), a technology company.

**GLOBAL :**  
+1 (833) 975-0061 | [requests@editage.com](mailto:requests@editage.com)

**BRAZIL :**  
08000474773 | [contato@editage.com](mailto:contato@editage.com)

**CACTUS**

## ANEXO D – Normas da Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária

### Apresentação

A Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária é um órgão oficial de divulgação do Colégio Brasileiro de Parasitologia Veterinária (CBPV). Tem como objetivo publicar temas relativos a Helmintos, Protozoários, Artrópodes e Rickettsias bem como assuntos correlatos. A revista tem periodicidade trimestral. São aceitas submissões de manuscritos, em inglês, de pesquisadores de qualquer país, associados ou não ao CBPV.

Este periódico oferece a todos os pesquisadores acesso eletrônico livre para consulta de todos os trabalhos, desde seu primeiro volume publicado em 1992.

### Política editorial

Os artigos submetidos à Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária deverão caracterizar-se como científicos e originais, essencialmente sobre parasitas de animais em geral. 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. 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. Colaboradores que não tiveram participação ativa em todo o processo descrito acima poderão ser listados na seção de agradecimentos. Poderá haver agradecimento ao pesquisador que forneceu auxílio técnico, correção ou sugestão na escrita, ou ao chefe de departamento que proporcionou infraestrutura para elaboração do trabalho. 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, sendo um estrangeiro, selecionados pelo editor-chefe. Em caso de pareceres contrários, o artigo será enviado a um terceiro revisor. A Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária atribui a seus artigos as categorias de: Artigos Completos, Comunicação Breve e Artigos de Revisão, sendo este último escrito por especialistas e condicionado a solicitação por convite do editor-chefe. Revisões não solicitadas não serão aceitas, mas o tópico da revisão pode ser sugerido, previamente, ao editor-chefe ou editores científicos assistentes.

#### Submissão de trabalhos:

O artigo a ser submetido deve passar por revisão do inglês, pelos revisores credenciados pela RBPV ([http://cbpv.org.br/rbpv/revisoes\\_traducoes.php](http://cbpv.org.br/rbpv/revisoes_traducoes.php)). Junto ao



trabalho submetido anexar o certificado de revisão de inglês. 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 e enviar um ofício à RBPV.

**Taxa de publicação:**

Após o aceite do artigo, será cobrada as seguintes taxas de publicação:

R\$ 250,00 (associados do CBPV em dia com as anuidades);

R\$ 500,00 (não-associados do CBPV).

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:

SWIFT BRASBRRJRPO

IBAN 00102690000288489

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

**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. Os artigos submetidos serão avaliados por, no mínimo, 2 revisores anônimos, sendo um estrangeiro, selecionados pelo editor-chefe. Em caso de pareceres contrários, 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) os formulários de avaliação e possíveis correções feitas diretamente no texto. O avaliador poderá corrigir novamente o artigo, se necessário. Após o aceite pelos revisores *ad-hocs*, porém antes da resposta aos autores, o artigo passará pela análise final 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.

Após diagramação e editoração, os editores científicos assistentes e a editora-chefe da revista, fazem as correções finais.

**Transferência de direitos autorais:**

Ao ser submetido, o artigo deve vir acompanhado de um ofício, em que o autor se responsabiliza por todo o processo de tramitação e originalidade do trabalho.

## Ética

Experimentos que utilizam animais deverão ser conduzidos obedecendo às normas aprovadas pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (<http://www.cobea.org.br>), devendo os autores apresentarem o número de protocolo de submissão e aprovação dos trabalhos em Comissão de Ética e Bem-Estar Animal.

## Apresentação dos manuscritos

### **Na elaboração do texto serão observadas as seguintes normas:**

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 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. Para a categoria Artigo Completo, o trabalho não deverá exceder 17 páginas, quando da diagramação final. Para a categoria Comunicação Breve, o trabalho não deverá exceder 6 páginas, quando da diagramação final. 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. Os trabalhos submetidos deverão ser revisados por um dos revisores de língua inglesa credenciados pela RBPV, de escolha e sob responsabilidade dos autores. Os Artigos Completos devem ser organizados obedecendo à seguinte sequência: **Título Original, Título Traduzido, Autor(es), Filiação Institucional, Abstract (Keywords), Resumo (Palavras-chave), Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusões** (ou combinação destes três últimos), **Agradecimentos** (facultativo) e **Referências Bibliográficas**. As Comunicação Breve obedecem à sequência acima sem a necessidade de se destacar os tópicos, sendo escritas em texto corrido. 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.

### **Características dos elementos de um trabalho científico**

#### **Título Original**

O título "cheio" e o subtítulo (se houver) não devem exceder 18 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.

#### **Autor(es)/Filiação**

Na identificação, deve constar: nome completo e por extenso de todos os autores (sem abreviação). 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: Endereço completo, telefone e e-mail atualizado, nessa ordem.

#### **Referências bibliográficas**

As referências bibliográficas só serão admitidas desde que sejam de fácil consulta aos leitores. Não serão aceitas referências 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.

#### **"Abstract" e 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 e Palavras-chave**

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

#### **Introdução**

Explanação 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.

#### **Tabelas**

Elaboradas apenas com linhas horizontais de separação no cabeçalho e no final; e devem ser enviadas em formato editável (desejável excel). 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. Devem ser digitadas em espaço duplo em arquivos separados.

#### **Figuras**

As figuras, tais como: desenho, fotografia, prancha, gráfico, fluxograma e esquema, devem ser enviadas em formato .tif, .gif ou .jpg, com no mínimo de 300 dpi de resolução e numeradas consecutivamente. As legendas devem ser precedidas da palavra Figura, seguida da numeração em algarismo arábico e inseridas abaixo das mesmas. Listar as legendas numeradas com os respectivos símbolos e convenções, em folha separada em espaço duplo. O número de ilustrações deve ser restrito ao mínimo necessário. Fotografias digitais deverão ser enviadas em arquivos separados, como foram obtidas. Se a escala for dada às figuras, utilizar a escala BAR em todas as ilustrações ao invés de numérica, que pode ser alterada com a redução das figuras.

#### **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**

Quando necessário, limitados ao indispensável.

#### **Referências bibliográficas**

A lista de referências deverá ser apresentada em ordem alfabética e, posteriormente, ordenadas em ordem cronológica, se necessário. 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>.

### **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**

Paim F, Souza AP, Bellato V, Sartor AA. Selective control of *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* in fipronil-treated cattle raised on natural pastures in Lages, State of Santa Catarina, Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet* 2011; 20(1): 13-16.

### **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>.

Obs. Nas referências, apresentar os nomes dos seis primeiros autores; para referências com mais de seis autores, apresentar os seis primeiros nomes seguidos da expressão *et al.*

### **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 e 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)

### **Prova Gráfica**

O trabalho diagramado em formato pdf., será enviado por e-mail ao autor correspondente. Alterações no artigo, quando aceitas 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.



**APÊNDICE A – Ficha de Necropsia**  
 UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAPÁ - UEAP  
 BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PESCA - EPE  
 LABORATÓRIO DE MORFOFISIOLOGIA E SANIDADE ANIMAL - LABMORSA  
**FORMULÁRIO DE NECROPSIA DE ORGANISMOS AQUÁTICOS - FNOA**



RESPONSÁVEL PELA NECROPSIA:		DATA DA NECROPSIA: / /
PROJETO:	NOME CIENTIFICO:	AMOSTRA Nº:
NOME POPULAR:	SEXO/ESTADO DE MATURAÇÃO:	
LOCAL DA COLETA:	DATA DA COLETA: / /	
PESO (g):	COMPRIMENTO TOTAL (cm):	COMPRIMENTO PADRÃO (cm):

ÓRGÃO	PARASITA	Nº

NUTRIÇÃO				
ÍNDICE DE REPLEÇÃO ESTOMACAL	PESO INICIAL	PESO FINAL	PESO CONTEUDO	C.I
Conteúdo:				

ENSAIOS BIOQUÍMICOS

GSH
SRAT

OBS: