



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



PPGCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIA ANIMAL

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL

THAÍS AVELAR VIEIRA

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DOS METAZOÁRIOS
PARASITAS DE *Serrasalmus rhombeus*, “PIRANHA PRETA”
(CHARACIFORMES: SERRASALMIDAE) ORIUNDOS DO RIO
PERICUMÃ, NO MUNICÍPIO DE PINHEIRO, MARANHÃO, BRASIL**

São Luís – MA

2025

THAÍS AVELAR VIEIRA

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DOS METAZOÁRIOS
PARASITAS DE *Serrasalmus rhombeus*, “PIRANHA PRETA”
(CHARACIFORMES: SERRASALMIDAE) ORIUNDOS DO RIO
PERICUMÃ, NO MUNICÍPIO DE PINHEIRO, MARANHÃO, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (PPGCA) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador (a): Prof.^a Dr.^a. Alana Lislea de Sousa

Coorientador: Prof. Dr. Germán Augusto

Murrieta Morey

São Luís – MA

2025

Vieira, Thais Avelar

Caracterização morfológica dos metazoários parasitas de *serrasalmus rhombeus*, “piranha preta” (characiformes: serrasalmidae) oriundos do rio pericumã, no município de Pinheiro, Maranhão, Brasil. / Thais Avelar Vieira. – São Luis, MA, 2025.

62 f

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual do Maranhão, 2025.

Orientador: Profa. Dra. Alana Lislea De Sousa.

Elaborado por Cássia Diniz - CRB 13/910

THAÍS AVELAR VIEIRA

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DOS METAZOÁRIOS
PARASITAS DE *Serrasalmus rhombeus*, “PIRANHA PRETA”
(CHARACIFORMES: SERRASALMIDAE) ORIUNDOS DO RIO
PERICUMÃ, NO MUNICÍPIO DE PINHEIRO, MARANHÃO, BRASIL**

Aprovada em: 16/04/2025.

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente
ALANA LISLEA DE SOUSA
Data: 08/05/2025 01:43:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. ALANA LISLEA DE SOUSA
(Orientadora - UEMA)



Documento assinado digitalmente
MARCELO FRANCISCO DA SILVA
Data: 19/05/2025 11:17:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. MARCELO FRANCISCO DA SILVA
(Examinador Externo à Instituição – UEMA SUL)



Documento assinado digitalmente
ANDREA PEREIRA DA COSTA
Data: 21/05/2025 18:51:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. ANDREA PEREIRA DA COSTA, UEMA
(Examinadora Interno – UEMA)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado saúde e força para superar os obstáculos ao longo da minha jornada acadêmica. Aos meus pais, José Maria Vieira e Cláudia Regina Avelar Santos, que sempre estiveram presentes e contribuíram bastante na minha educação. À toda minha família, em especial, minhas tias Katiana, Antônia, Silvana, Vitorinha e das Neves, pelo cuidado e conselhos.

Às minhas amigas, Alanna Cristhyna da Silva Gomes, Carla Leal Modesto e Vitória do Lago pela consideração, palavras de apoio e bons momentos compartilhados. Ao meu querido, Tairo Lisboa Montagner, pelo carinho e companheirismo.

À Professora Dr.^a Alana Lislea de Sousa, pela orientação, incentivo e paciência durante o desenvolvimento do projeto. Ao Professor Dr. German Augusto Murrieta Morey, pela coorientação, ensinamentos e por despertar em mim o interesse pelo mundo da Parasitologia Animal. Aos meus colegas do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Ricardo Souza, Silmara Aquino, Ester Clévia e Maria da Penha, pela parceria durante os 2 anos de mestrado.

A todos os membros do GRANATO, em especial, as professoras Lianne Araújo e Elba Chaves, pelos ensinamentos no laboratório de imunohistoquímica, à Almerinda Medeiros, Júlia Boais e Carlos Licar pela troca de experiências e expedições na Baixada Maranhense. À Universidade Estadual do Maranhão, ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (PPGCA) e a todos os professores que sempre me proporcionaram um ensino de alta qualidade.

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DOS METAZOÁRIOS PARASITAS DE *Serrasalmus rhombeus*, “PIRANHA PRETA” (CHARACIFORMES: SERRASALMIDAE) ORIUNDOS DO RIO PERICUMÃ, NO MUNICÍPIO DE PINHEIRO, MARANHÃO, BRASIL

RESUMO

Na Baixada Maranhense, o peixe é um alimento essencial à dieta da população, e as comunidades locais vivem da pesca artesanal para geração de renda e sustento familiar. Dentre os peixes mais consumidos nesta região, destaca-se a espécie *Serrasalmus rhombeus* (Linnaeus, 1766), popularmente denominada “piranha preta”, que pertencente à família Serrasalmidae, e a ordem Characiformes, estando amplamente distribuída na América do Sul. Os peixes constituem o grupo dos vertebrados com maior predisposição ao parasitismo, devido aos fatores intrínsecos do meio aquático, tais como: excesso de gás carbônico, amônia e nitrito; baixa concentração de oxigênio dissolvido; acúmulo de matéria orgânica, assim como, a dispersão facilitada de ovos e larvas de parasitos na água, estimulando o estresse e a imunossupressão no organismo dos animais. Nos municípios da Baixada Maranhense a comercialização do peixe ocorre em feiras livres e mercados municipais, espaços que geralmente não apresentam infraestrutura adequada para a venda de alimentos de origem animal, mediante condições precárias de higiene, ausência de refrigeração e exposição a poeira e insetos. A carne de peixe proveniente desses municípios, que apresentam fiscalização sanitária irregular, pode conter parasitas encistados na musculatura, ou alojados em vísceras, afetando a saúde dos consumidores, principalmente quando há da ingestão de peixe cru ou mal-cozido. As doenças parasitárias transmitidas por alimentos representam um grande risco à saúde pública, principalmente em países subdesenvolvidos como o Brasil. O presente estudo caracterizou-se como uma pesquisa descritiva e exploratória, de natureza quantitativa, com o objetivo de investigar a parasitofauna de *Serrasalmus rhombeus* na região da Baixada Maranhense. A amostra foi composta de 151 exemplares de *S. rhombeus*, coletados diretamente do Rio Pericumã (Pinheiro-MA), por pescadores locais, com auxílio de redes de emalhe e canoa motorizada. Foram realizadas 3 coletas dos exemplares em duas estações, chuvosa e seca. Na primeira coleta obteve-se 50 peixes (adultos), com um total de 100 amostras de brânquias e vísceras; na segunda, 18 peixes (adultos) com 36 amostras; e na terceira, 83 peixes (24 adultos e 59 juvenis), com 166 amostras. Foram escolhidos todos os peixes disponíveis após a pesca, e nenhum apresentou material biológico danificado. Neste estudo, *Contracaecum* sp foi o único endoparasito encontrado em *S. rhombeus*, nas estações chuvosa e seca, apresentando diferenças temporais quanto à prevalência e abundância. A intensidade média foi de 6,2 no período chuvoso; 7,91 na 1ª coleta do período seco, e 11,64 na 2ª coleta. A abundância média foi de 3,72 no período chuvoso, e 5,2 e 2,38 no período seco. Em relação ao parasitismo por ectoparasitas, foram identificados os monogenóides dos gêneros *Anacanthorus* sp, *Amphitecium* sp e *Notozothecium* sp, sendo a espécie *Anacanthorus amazonicus* com maior prevalência. O conhecimento a respeito da parasitofauna de *S. rhombeus*, da bacia do Pericumã, foi importante para compreensão de aspectos biológicos do hospedeiro, como a posição na cadeia alimentar, assim como o potencial zoonótico dos parasitos e as condições do ambiente em que vivem.

Palavras chaves: Ecossistema amazônico-maranhense; Rio Pericumã; Helmintofauna.

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE PARASITIC METAZOANS OF *SERRASALMUS RHOMBEUS*, “BLACK BREEM” (CHARACIFORMES: SERRASALMIDIDAE) FROM THE PERICUM RIVER IN THE MUNICIPALITY OF PINHEIRO, MARANHÃO, BRAZIL

ABSTRACT

In the Baixada Maranhense, fish is an essential part of the population's diet, and local communities live off artisanal fishing to generate income and support their families. Among the fish consumed in this region, *Serrasalmus rhombeus* (Linnaeus, 1766), popularly known as the “black piranha”, belongs to the Serrasalmodidae family and the Characiformes order, and is widely distributed in South America. Fish are the group of vertebrates with the greatest predisposition to parasitism, due to intrinsic factors in the aquatic environment, such as: excess carbon dioxide, ammonia and nitrite; low concentration of dissolved oxygen; accumulation of organic matter, as well as the easy dispersal of parasite eggs and larvae in the water, stimulating stress and immunosuppression in the animals' bodies. In the municipalities of Baixada Maranhense, fish is sold in open-air fairs and municipal markets, spaces that generally do not have adequate infrastructure for the sale of food of animal origin, due to poor hygiene conditions, lack of refrigeration and exposure to dust and insects. Fish meat from these municipalities, which have irregular sanitary inspections, can contain parasites embedded in the muscles or lodged in the viscera, affecting the health of consumers, especially when raw or undercooked fish is eaten. Food-borne parasitic diseases represent a major health risk, especially in underdeveloped countries such as Brazil. This study is characterized as descriptive and exploratory, quantitative in nature, with the aim of investigating the parasitofauna of *Serrasalmus rhombeus* in the Baixada Maranhense region. The sample consisted of 151 specimens of *S. rhombeus*, collected directly from the Pericumã River (Pinheiro-MA) by local fishermen using gillnets and a motorized canoe. The specimens were collected three times in two seasons, rainy and dry. In the first collection, 50 fish (adults) were obtained, with a total of 100 samples of gills and viscera; in the second, 18 fish (adults) with 36 samples; and in the third, 83 fish (24 adults and 59 juveniles), with 166 samples. All the fish available after fishing were chosen, and none of them had damaged biological material. In this study, *Contraecaecum* sp was the only endoparasite found in *S. rhombeus* in the rainy and dry seasons, with temporal differences in prevalence and abundance. The average intensity was 6.2 in the rainy season; 7.91 in the 1st collection of the dry season, and 11.64 in the 2nd collection. The average abundance was 3.72 in the rainy season, and 5.2 and 2.38 in the dry season. With regard to parasitism by ectoparasites, monogeneans of the genera *Anacanthorus* sp, *Amphitecium* sp and *Notozothecium* sp were identified, with the species *Anacanthorus amazonicus* having the highest prevalence. Knowledge of the parasitofauna of *S. rhombeus* in the Pericumã basin was important for understanding the biological aspects of the host, such as its position in the food chain, as well as the zoonotic potential of the parasites and the conditions of the environment in which they live.

Keywords: Amazon-Manhão ecosystem; Pericumã River; Helminth fauna.

LISTA DE ABREVIATURAS

APA - Área de Proteção Ambiental

CM – Comprimento Médio

LAMP – Laboratórios de Multiusuários em Pesquisa da Pós-Graduação

UEMA – Universidade Estadual do Maranhão

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Registro de nematoides identificados em <i>Serrasalmus rhombeus</i> durante o período chuvoso na Baixada Maranhense	32
Tabela 2. Índices parasitários de <i>Contracaecum sp</i> identificado em <i>Serrasalmus rhombeus</i> durante o período chuvoso.....	33
Tabela 3. Registro de nematoides identificados em <i>Serrasalmus rhombeus</i> , na primeira coleta, durante o período seco na Baixada Maranhense	34
Tabela 4. Índices parasitários de <i>Contracaecum sp</i> identificado em <i>Serrasalmus rhombeus</i> , na primeira coleta, durante o período seco na Baixada Maranhense	34
Tabela 5. Registro de monogenóides identificados em <i>Serrasalmus rhombeus</i> , na primeira coleta, durante o período seco na Baixada Maranhense	36
Tabela 6. Índices parasitários dos monogenoides identificados em <i>Serrasalmus rhombeus</i> , na primeira coleta, durante o período seco na Baixada Maranhense	36
Tabela 7. Registro de nematoides identificados em <i>Serrasalmus rhombeus</i> , na segunda coleta, durante o período seco na Baixada Maranhense	37
Tabela 8. Índices parasitários de <i>Contracaecum sp</i> identificado em <i>Serrasalmus rhombeus</i> , na segunda coleta, durante o período seco na Baixada Maranhense	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Serrasalmus rhombeus</i> “Piranha preta”	18
Figura 2. Localização da área de estudo	25
Figura 3. Rio Pericumã, Pinheiro/MA	26
Figura 4. Amostras de brânquias, vísceras e musculatura para análise	27
Figura 5. <i>Contracaecum</i> sp. (terceiro estágio larval) encontrado em <i>Serrasalmus rhombeus</i> proveniente da Bacia do Rio Pericumã. A. Detalhe da região anterior evidenciando o dente larval (dl) (Barra 0,1 mm); B. Região anterior mostrando o ceco intestinal; C. Região posterior com ponta afilada (pl); D. Região posterior evidenciando o ânus (a)	37
Figura 6. <i>Anacanthorus</i> sp. A. Corpo completo. B. Complexo copulatório. C. Gancho par 1. D. Gancho 4A	39
Figura 7. <i>Anacanthorus amazonicus</i> . A. Complexo copulador. B. Gancho. C. Gancho 4 ^a	40
Figura 8. <i>Amphithecium calycinum</i> . A. Complexo copulador. B. Barra ventral. C. Barra dorsal. D. Âncora ventral. E. Âncora dorsal	41
Figura 9. <i>Amphithecium falcatum</i> . A. Complexo copulador. B. Barra ventral. C. Barra dorsal. D. Âncora ventral. E. Âncora dorsal	41
Figura 10. <i>Notozothecium</i> sp. A. Complexo copulador. B. Barra ventral. C. Barra dorsal, D. Âncora ventral. E. Âncora dorsal. F. Gancho par I. G. Gancho par VI. H. Gancho par V.....	42
Figura 11. Correlação entre o tamanho dos hospedeiros e a quantidade de nematódeos registrados em <i>Serrasalmus rhombeus</i> no período chuvoso	43
Figura 12. Correlação entre o tamanho dos hospedeiros e a quantidade de nematódeos registrados em <i>Serrasalmus rhombeus</i> na primeira coleta do período seco	44
Figura 13. Correlação entre o tamanho dos hospedeiros e a quantidade de monogenoídeos registrados em <i>Serrasalmus rhombeus</i> na primeira coleta do período seco	45

Figura 14. Correlação entre o tamanho dos hospedeiros e a quantidade de nematódeos registrados em *Serrasalmus rhombeus* na segunda coleta do período seco 46

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Microrregião da Baixada Maranhense	17
2.2 Atividade Pesqueira na APA da Baixada Maranhense	18
2.3 Município de Pinheiro e Bacia Hidrográfica do Pericumã	19
2.4 A espécie <i>Serrasalmus rhombeus</i>	19
2.4.1 Distribuição geográfica	19
2.4.2 Morfologia	20
2.4.3 Comportamento e ecologia	21
2.4.4 Parasitas identificados em <i>S. rhombeus</i>	21
2.5 Zoonoses transmitidas por peixes parasitados	25
3. OBJETIVOS	24
3.1 Objetivo geral	27
3.2 Objetivos específicos	27
4. METODOLOGIA	28
4.1 Área de estudo	28
4.2 Coleta dos peixes (Piranha preta)	29
4.3 Coleta dos parasitos	31
4.4 Processamento de parasitas: clarificação e coloração	31
4.5 Identificação taxonômica de parasitas	31
4.6 Cálculo de índices parasitológicos	33
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
6. CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

1. INTRODUÇÃO

O Maranhão possui um vasto litoral com 640 km de extensão, o segundo maior do Brasil, e obtém notoriedade na produtividade pesqueira nacional em consequência da abundância de espécies diversificadas de organismos aquáticos em seu ecossistema, e da produção acentuada de pescado (Ibge, 2014; Pereira et al., 2018). Situada ao norte deste estado, a Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense abrange o maior conjunto de bacias lacustres do Nordeste, composta pelos rios Mearim, Pindaré, Grajaú e Pericumã que formam um complexo de áreas úmidas (Silva et al., 2015b).

Na Baixada Maranhense, o peixe é um alimento essencial à dieta da população, e as comunidades locais vivem da pesca artesanal para geração de renda e sustento familiar (Santos et al., 2012; Silva et al., 2016). Dentre os peixes consumidos nesta região, destaca-se a espécie *Serrasalmus rhombeus* Linnaeus, 1766, popularmente denominada “piranha preta”, que pertencente à família Serrasalminidae, e a ordem Characiformes, estando amplamente distribuída na América do Sul (Gomes et al., 2012; Garcia et al., 2018).

Os peixes constituem o grupo dos vertebrados com maior predisposição ao parasitismo, devido aos fatores intrínsecos do meio aquático, tais como: excesso de gás carbônico, amônia e nitrito; baixa concentração de oxigênio dissolvido; acúmulo de matéria orgânica, assim como, a dispersão facilitada de ovos e larvas de parasitos na água, estimulando o estresse e a imunossupressão no organismo dos animais (Hoshino, 2013; Luque, 2004; Pakdeenarong et al., 2014). As condições ambientais influenciam tanto na qualidade de vida dos hospedeiros quanto na composição e intensidade da fauna parasitária, (Ribas et al., 2017). No ecossistema aquático a dinâmica das relações parasito-hospedeiro apresenta complexidade superior se comparada ao terrestre, pois os parasitos deste meio necessitam de mais hospedeiros para conclusão do ciclo biológico (Machado; Castro, 2019).

Nos municípios da Baixada Maranhense, o peixe é capturado em rios e lagos por ribeirinhos que utilizam instrumentos de pesca como redes, tarrafa, gaiola e anzol, tendo como principal meio de deslocamento a canoa a remo ou motorizada (Araújo; Pinheiro, 2008). A comercialização do peixe ocorre em feiras livres e mercados municipais, espaços que geralmente não apresentam infraestrutura adequada para a venda de alimentos de origem animal, mediante condições precárias de higiene, ausência de refrigeração e exposição a poeira e insetos (Barreto et al., 2012). A carne de peixe proveniente desses municípios, que

apresentam fiscalização sanitária irregular, pode conter parasitas encistados na musculatura, ou alojados em vísceras, afetando a saúde dos consumidores, principalmente quando há da ingestão de peixe cru ou mal-cozido (Santos, 2017). As doenças parasitárias transmitidas por alimentos representam um grande risco à saúde pública, principalmente em países subdesenvolvidos como o Brasil (Baneth et al., 2016; Kimura, 2002).

Os parasitos podem ser classificados de várias formas, sendo uma delas com base em sua localização no hospedeiro, sendo os ectoparasitos dispostos na superfície corpórea (brânquias e tegumentos), e os endoparasitos presentes na musculatura, cavidade celomática e vísceras, ocasionando danos como lesões teciduais que afetam a qualidade da carne para o consumo humano até altos índices de mortalidade nos peixes (Pavanelli et al., 2015). Os principais grupos de parasitos de peixes neotropicais de água doce já registrados são: Myxozoa, Monogenea, Digenea, Cestoda, Nematoda, Acanthocephala, Copepoda, Branchiura e Pentastomida (Lehun et al., 2020).

O estudo sobre a fauna parasitária de peixes é fundamental, pois através da ação espoliativa, tóxica ou mecânica os parasitos desencadeiam quadros patológicos, dificultando o crescimento do hospedeiro, podendo levá-lo a óbito (Soler-Jiménez; Paredes-Trujillo; Vidal Martínez, 2017). Parasitos também podem atuar como bioindicadores na determinação de unidades populacionais e ambientais (Duarte et al., 2020). Apesar da relevância desse tema, os registros a respeito da presença de parasitos em peixes comercializados no município de Pinheiro, na região da Baixada Maranhense, são escassos.

A “Piranha preta” é um dos peixes apreciados pela população local, e por ser uma espécie carnívora está propensa a maior exposição e diversidade parasitária (Santos et al. 2006). O presente estudo teve como objetivo fornecer dados relevantes sobre os metazoários parasitas de *S. rhombeus*, da Bacia do Rio Pericumã, com foco na caracterização morfológica das espécies presentes. A caracterização morfológica foi uma ferramenta importante para classificação taxonômica das espécies de parasitos encontradas, compreensão de efeitos desses no organismo dos hospedeiros, bem como riscos zoonóticos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Microrregião da Baixada Maranhense

Originada pelo Decreto Estadual nº 11.900, de 11 de junho de 1991, a Área de Proteção Ambiental (APA) da Baixada Maranhense está situada na mesorregião norte do estado do Maranhão, contendo aspectos transicionais da Amazônia e do Nordeste brasileiro (Chagas, 2006; Martins; Oliveira, 2011). Esta APA possui cerca de 518.241 habitantes distribuídos em 21 municípios, sendo eles: Anajatuba, Arari, Bela Vista do Maranhão, Cajari, Conceição do Lago-Açu, Igarapé do Meio, Matinha, Monção, Olinda Nova do Maranhão, Palmeirândia, Pedro do Rosário, Penalva, Peri Mirim, Pinheiro, Presidente Sarney, Santa Helena, São Bento, São João Batista, São Vicente Férrer, Viana e Vitória do Mearim (Ibge, 2016).

É cercada por um conjunto de rios, campos, estuários, manguezais, babaçuais, e banhada pelas bacias hidrográficas dos rios Mearim, Pindaré, Grajaú, Pericumã, Turiaçu e outros menores, contendo flora e fauna diversificadas (Teixeira; Souza Filho, 2009). Batistella et al. (2013) descreveram o clima desta região, conforme o sistema Thorntwaite, como do tipo Tropical Zonal Equatorial Quente (com média superior a 18°C em todos os meses do ano), e semiúmido, entre 4 a 5 meses secos. As precipitações anuais variam entre 1700 a 1900 milímetros (mm), com umidade relativa de ar variando entre 80% a 84% e a evapotranspiração de 1.300 mm/ano a 1.550 mm/ano. A temperatura média anual oscila entre 25°C a 26,5 °C.

Na estação chuvosa “inverno” (dezembro a junho), os rios inundam os campos, aumentando o volume e o número de lagos, temporários e permanentes. No período de estiagem “verão” (julho a novembro), os campos secam, proporcionando o surgimento de gramíneas e ciperáceas (Costa-Neto et al., 2001/2002). As inundações ocasionadas pela dinâmica dos rios contribuem de forma significativa para a riqueza de biodiversidade na Baixada Maranhense, e sobrevivência das comunidades da região (Santos, 2004; Conceição et al, 2012). Durante o período chuvoso, os habitantes dedicam-se mais as atividades voltadas para o campo, e no período seco praticam a pesca nos lagos. Essa prática determina um sistema misto de produção, no qual o lavrador pescador busca garantir o sustento da família ao longo do ano (Gutman, 2005).

2.2 Atividade Pesqueira

A pesca artesanal é uma atividade típica da Baixada Maranhense, na qual são utilizados instrumentos como redes, tarrafa, tapagem, socó ou choque, gaiola e anzol para coleta de pescados, e o principal meio de deslocamento é a canoa a remo ou motorizada (Araújo; Pinheiro, 2008). De acordo com Silva (2009), esta atividade é executada por homens e mulheres em parceria, abrangendo todas as faixas etárias, sendo iniciada na infância e perpetuada até a fase adulta. Os saberes e métodos dessa prática são passados pelos pais aos filhos em que é ensinado um ofício às gerações futuras, uma alternativa para o crescimento socioeconômico das famílias locais.

Em um estudo realizado, no município de São João Batista, por Ferreira, et al. (2023), constatou-se que os pescadores são licenciados para o desempenho desta atividade, deslocando-se das áreas de pesca, capturando os cardumes e comercializando o pescado diretamente com o consumidor local, ou o entrega aos atravessadores. Estes profissionais utilizam motos e bicicletas para transportarem o produto, que será vendido no município de origem ou em municípios vizinhos (São Vicente Ferrer, Olinda Nova do Maranhão e Matinha). Costa, De Santana e Teixeira (2015) verificaram que no município de São Bento a pesca artesanal é praticada por 91% de homens, que utilizam como principal instrumento de pesca o curral, instalado em locais de baixa profundidade e com águas correntes. Este apetrecho é utilizado principalmente para a captura da piranha, embora outras espécies de peixes sejam apreendidas.

Silva, et al. (2016) comprovaram que nos municípios de Pinheiro e São Bento, o pescado é vendido em feiras livres, e em Matinha, no mercado municipal. Estes ambientes de comercialização apresentaram infraestrutura irregular aos padrões estabelecidos pela legislação (Brasil, 2002), principalmente as feiras. Em relação aos métodos de armazenamento e conservação, notou-se que não foi empregado gelo e nem caixa térmica durante a comercialização. O peixe era armazenado em recipientes de palha ou exposto em bancadas de madeira à temperatura ambiente. No município de Matinha, foi utilizada a caixa térmica, porém sem gelo. Em resumo, o alimento encontrava-se desprotegido e sujeito a deterioração.

2.3 Município de Pinheiro e Bacia Hidrográfica do Pericumã

O município de Pinheiro está situado na microrregião da Baixada Maranhense e Mesorregião do Norte Maranhense, com uma população estimada de 83.387 habitantes (Ibge, 2018). Constitui um importante polo comercial, destacando-se economicamente na produção agropecuária (Maranhão, 2015).

A Bacia Hidrográfica do Pericumã apresenta 10.800 km² de área, distribuindo-se em 14 municípios, incluindo a cidade de Pinheiro, sendo formada por ambientes aquáticos extremamente complexos, com estrutura e funcionamento diversificados (Rodrigues, 2018; Ibge, 2020). As águas do rio Pericumã servem de abastecimento, sendo também utilizadas pelos pescadores e pela população ribeirinha como meio de transporte para se locomover entre povoados e municípios próximos (Casarin, 2018).

A espécie *S. rhombeus*, conhecido na região como Piranha preta, é bastante apreciada pela população pinheirense, obtendo notoriedade comercial (Pompeu; Godinho, 2003). Os peixes além de serem uma excelente fonte de alimento, constituem um elemento biológico essencial aos ecossistemas de água doce atuando como bioindicadores, pertencendo ao topo da cadeia alimentar (Deangelis et al. 2005; Javed, Usmani, 2019). Não há muitos estudos sobre a fauna parasitária de peixes da Bacia do Rio Pericumã, sendo necessário a realização de investigações mais rigorosas que auxiliem na segurança alimentar e saúde pública, controlando a transmissão de doenças transmitidas por alimentos.

2.4 A espécie *Serrasalmus rhombeus*

2.4.1 Distribuição geográfica

A espécie *S. rhombeus* Linnaeus, 1766, popularmente denominada “piranha preta”, pertence à família Serrasalminidae e a ordem Characiforme, estando amplamente distribuída na região neotropical (Jégu, 2003). Encontra-se amplamente distribuída na região amazônica, em bacias hidrográficas do Orinoco, das Guianas e rios costeiros do nordeste do Brasil (Jégu; Ingenito, 2007).

2.4.2 Morfologia

Os peixes serraselmídeos apresentam como características anatômicas: corpo comprimido na lateral, em formato de disco; ventre robusto contendo escamas modificadas em espinhos (variam em número entre os subgrupos da família serraselmidae); nadadeira dorsal longa com mais de 16 raios (Ortí, Sivasundar, Dietz, Jégu, 2008). As piranhas pretas exibem uma fileira de dentes nas duas maxilas, sendo estes dentes pontudos, em formato de lâmina, tipicamente triangulares e bem ligados por meio de pequenas cúspides, e usados para perfurar e rasgar alimentos (Freeman et al., 2007).

Segundo Jegú e Santos (1998), na fase jovem, apresenta corpo comprido, boca com mandíbula prognata e afilada, e na fase adulta, o corpo é romboidal e a boca mais robusta. Possui grande quantidade de pequenas escamas, a coloração do corpo varia entre prata e cinza. Juvenis e adultos jovens apresentam manchas escuras arredondadas no corpo, e na região ventral da cavidade celomática e cabeça com tons alaranjados. A nadadeira caudal tem uma faixa basal preta em forma de V e a anal com a base e região distal dos raios escura, membranas com uma tênue cor avermelhada ou alaranjada (Figura 1).



Figura 1. *Serrasalmus rhombeus* “Piranha preta”.

Fonte: O autor, 2024.

2.4.3 Comportamento e ecologia

Os peixes da família Serrasalminidae passam por modificações ontogenéticas de acordo com a fase de vida em que se encontra, as espécies juvenis preferem se alimentar à base de nadadeiras de peixes, microcrustáceos, insetos e até sementes, enquanto os adultos consomem peixes menores inteiros ou pedaços deles e escamas (Oliveira et al., 2004; Behr; Signor, 2008). Nos primeiros estágios de desenvolvimento (10-25 mm de comprimento padrão), as piranhas pretas são caracteristicamente planctívoras (Machado Allison; Garcia, 1986).

2.4.4 Parasitas identificados em *S. rhombeus*

Em um estudo realizado por Lima (2010), foi relatado a ocorrência de quatro grupos parasitários, perfazendo um total de 24 espécies, em *S. rhombeus*: Monogenoidea (21), Digenea (1), Copepoda (1) e Isopoda (1).

Monogenoidea: *Amphithecium diclonophallum* Kritsky, Boeger & Jegú, 1997; *A. falcatum* Boeger & Kritsky, 1988; *A. junki* Boeger & Kritsky, 1988; *A. muricatum* Kritsky, Boeger & Jegú, 1997; *Anacanthorus amazonicus* Van Every & Kritsky, 1992; *A. gravihamulatus* Van Every & Kritsky, 1992; *A. jegui* Van Every & Kritsky, 1992; *A. prodigiosus* Van Every & Kritsky, 1992; *A. sciponophalus* Van Every & Kritsky, 1992; *A. serrasalmi* Van Every & Kritsky, 1992; *Enallothecium aegidatum* Boeger & Kritsky, 1988; *E. cornutum* Kritsky, Boeger & Jegú, 1998; *E. umbelliferum* Kritsky, Boeger & Jegú, 1998; *Mymarothecium dactylotum* Kritsky, Boeger & Jegú, 1996; *M. galeolum* Kritsky, Boeger & Jegú, 1996; *M. whittingtoni* Kritsky, Boeger & Jegú, 1996; *Nozotothecium cyphophallum* Kritsky, Boeger & Jegú, 1998; *N. deleastum* Kritsky, Boeger & Jegú, 1998; *N. phyliticum* Kritsky, Boeger & Jegú, 1998; *N. teinodendro* Kritsky, Boeger & Jegú, 1996; *Rhinoxenus euryxenos* Domingues & Boeger, 2005.

Digenea: *Prosrhynchus piranhus* Thatcher, 1999.

Isopoda: *Vanamea symmetrica* Van Name, 1925.

Copepoda: *Ergasilus yumaricus* Malta & Varella, 1996.

Classe Monogenoidea

Os parasitos da classe Monogenoidea são ectoparasitas hermafroditas, de ciclo biológico monóxeno, que se fixam em brânquias, opérculos, nadadeiras, tegumento, boca

e fossas nasais, e dificilmente são encontrados em ductos intestinais (Kritsky et al., 1998; Acosta et al., 2016). Os representantes dessa classe apresentam uma forma alongada, ovóide e com o corpo dividido em três partes; a cabeça, ou prohaptor, onde estão localizadas as glândulas adesivas, tronco e o haptor, aparelho de fixação que é a característica morfológica principal dos monogenéticos, sendo esta uma estrutura de extrema importância para os estudos taxonômicos (Eiras et al., 2006).

De acordo com o estudo de Boeger et al. (2022), os monogenoideos estão presentes em todas as regiões do Brasil, e em bacias hidrográficas da Amazônica, Atlântico Leste, Atlântico Nordeste Ocidental, Atlântico Nordeste Oriental, Atlântico Sudeste, Atlântico Sul, Paraguai, Paraná, São Francisco, Tocantins-Araguaia e Uruguai. Foram catalogadas 584 espécies (sendo 181 endêmicas) divididas em 159 gêneros.

São classificados em duas famílias: Dactylogyridae Bychowsky, 1933 e Gyrodactylidae Cobbold, 1864, pertencentes à subclasse Polyonchoinea. A família Dactylogyridae é predominante em águas interiores da América do Sul (Boeger; Viana 2006). Os dactilogirídeos são ovíparos, contendo ovos embrionados relativamente grandes, os quais são despejados livremente nas águas, e mediante condições ambientais favoráveis, eclodem liberando o oncomiracídio que é a forma infectante desse grupo.

Ao atingir o hospedeiro definitivo consegue completar o estágio de maturação (Eiras, 1994). Nos hospedeiros parasitados, apresenta alta letalidade, provocando quadros de anemia, alteração na frequência respiratória, produção excessiva de muco (Eiras, 1994; Takemoto et al., 2013). Os girodactilídeos são vivíparos e podem ocorrer por quatro gerações consecutivas no mesmo animal, sendo comparados às “bonecas russas” (Luque, 2004).

Classe Digenea

É composta por trematódeos digenéticos, que são endoparasitas hermafroditas, e podem expressar tamanho, forma e habitat distintos (Travasso, 1950). Os digenéticos da família Shistosomatidae (parasitos do sistema sanguíneo) e Didymozoidae (encontrados em tecidos) não são hermafroditas, como os demais parasitos desta classe (Machado; Pavanelli; Takemoto, 1996). O termo “digeneta” refere-se a forma de transmissão do parasito, que necessita de mais de um hospedeiro para finalizar o ciclo biológico (Pavanelli; Takemoto; Eiras, 2013).

Morfologicamente apresentam-se de forma ovoides ou filiformes, tendo o corpo com duas ventosas, uma oral e outra ventral, conhecida por acetábulo (Eiras; Takemoto; Pavanelli, 2006). Nos peixes, estes parasitos na fase adulta são encontrados no intestino, escamas, brânquias, bexiga natatória, cavidade corporal, bexiga urinária, vesícula biliar, músculos, ovários e sistema circulatório (Cribb, 2005). Quando no estágio larval, se fixam no encéfalo, nos olhos, pericárdio, musculatura, algumas cavidades e parede internas dos órgãos e mesentério (Eiras; Takemoto; Pavanelli, 2006).

Dispõem de duas fases de reprodução: assexuada e sexuada (Pavanelli; Takemoto; Eiras, 2013). Na primeira fase, o ovo eclode liberando uma larva ciliada, denominada miracídio, que se fixa a um molusco, hospedeiro intermediário, para tornar-se metacercária (Pavanelli; Takemoto; Eiras, 2013). Após o hospedeiro final se alimentar do hospedeiro intermediário infectado, as metacercárias digeridas formam cistos e se desenvolvem em um digenético adulto (Williams Jr; Williams, 1996). Há cinco estágios larvais: miracídio, esporocisto, rédia, cercária e metacercária (Pavanelli; Takemoto; Eiras, 2013).

Classe Copépoda

A classe Copépoda é composta por crustáceos que possuem vida livre, podendo viver em simbiose com outros organismos, sendo encontrados em grande diversidade nos ambientes aquáticos. Apresentam dois pares de patas natatórias, interligadas por uma estrutura denominada esclerito intercoxal, e o primeiro somito torácico incorporado aos cinco somitos cefálicos, formando o cefalossoma (Ho, 1994; Bernot et al., 2021). Este táxon compreende 14.485 espécies distribuídas por 10 ordens, sendo que apenas Cyclopoida, Siphonostomatoida, Monstrilloida e Harpacticoida possuem representantes com hábitos parasitários, sendo a primeira aquela com o maior número de espécies parasitas (3.069 espécies) (Walter; Boxshall, 2023).

São classificados conforme o local de alojamento no hospedeiro. Os ectoparasitos se fixam na superfície corporal, acometendo a superfície externa e nadadeiras, e em alguns casos, a órbita ocular e as brânquias; Endoparasitos se instalam em espaços subcutâneos dos ossos faciais, canais sensoriais da linha lateral e órgãos internos; Mesoparasitos, vivem parcialmente no corpo do hospedeiro, projetando a porção anterior do corpo no tegumento, e a parte posterior no meio externo (Kabata, 1979; Rosim et al., 2013).

Estes parasitos causam graves prejuízos em pisciculturas, pois podem provocar a constrição dos filamentos branquiais, impedindo o fluxo sanguíneo. No Brasil, há registros de parasitismo por copépodes em tilápias da Estação de Piscicultura da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, sendo o gênero *Ergasilus* sp. o de maior prevalência dentre os ectoparasitos estudados (Alves et al. 2000).

Ordem Isopoda

A ordem isopoda apresenta organismos macroscópicos que possuem o corpo segmentado, contendo patas com fortes garras adaptadas a fixação nos hospedeiros (Thatcher, 2006). Está registrada em 15 subordens e 36 famílias, sendo as espécies da família Cymothoidae uma das mais diversificadas, parasitando peixes de regiões tropicais e subtropicais, geralmente de importância comercial (Horton; Keymer, 2003; Bruce, Schotte, 2015; Worms, 2015).

Os isópodes são monóxenos, podendo se fixarem em brânquias e na cavidade oral do hospedeiro, estando facilmente disponíveis para detecção visual (Eiras, Takemoto, Pavanelli, 2000; Hirano et al., 2006). Esse parasitismo causa infecções ulcerativas, permitindo a entrada de patógenos oportunistas como fungos, vírus e bactérias (Leonardos, Trilles, 2003). Os efeitos da infestação variam mediante o equilíbrio entre a interação hospedeiro-parasito (Hirano et al., 2006).

Classe Nematoda

Esta classe é constituída por 500 mil espécies, contendo inúmeros habitats e populações gigantes, sendo que de 80 mil espécies parasitas de vertebrados, apenas 50 parasitam humanos (Monteiro, 2011). Segundo Taira (2011), as famílias com maior incidência em pescados são Anisakidae, Gnathostomatidae e a Dioctophymatidae, chamando a atenção de autoridades sanitárias em razão do elevado consumo de pescado cru, proveniente de água salgada ou doce.

Morfológicamente, os nematoides possuem forma cilíndrica, terminando em duas pontas, e o corpo é envolvido por uma cutícula ligeiramente translúcida (Taylor, 2000). Apresentam o sistema digestivo completo, dimorfismo sexual, podem ser vivíparos ou ovíparos com ciclo de vida direto ou indireto (Moravec, 1998). Em relação a família Anisakidae, os peixes e outros tipos de pescado são os hospedeiros intermediários, enquanto

mamíferos marinhos (focas, lobos marinhos, baleias e golfinhos) compõem os hospedeiros definitivos desses nematódeos (Alves et al., 2016).

De acordo com Yanong (2002), o pescado oriundo da pesca extrativista ou produzido em atividade aquícola pode albergar diversos helmintos da Classe Nematoda, cuja infestação, em pequena quantidade é considerada normal. Em caso de infestações maciças pode gerar danos à saúde do pescado. Em humanos, a ingestão acidental de larvas de nematódeos, após consumo de peixe cru, provoca dores estomacais, febre, diarreia e vômito (Okumura et al., 1999; Barros et al., 2006; Kanarek e Bohdanowicz, 2009).

2.5 Zoonoses transmitidas por peixes parasitados

As zoonoses transmitidas através da carne de pescado estão relacionadas ao armazenamento incorreto no ambiente de comercialização, geralmente feiras livres ou mercados municipais, ao tempo e temperatura inadequados e infraestrutura precária, por esse motivo a segurança alimentar vem obtendo destaque e atenção global (Evangelista et al., 2017). A maioria dos pescadores, piscicultores e comerciantes brasileiros não sabem a respeito de parasitos e a importância do controle zoossanitário para a prevenção das doenças. (Oliveira; Viegas, 2004).

As parasitoses causam graves impactos como a queda na absorção de nutrientes dos alimentos, baixo nível de crescimento, e ainda predispõe os hospedeiros a patógenos oportunistas, como fungos e bactérias (Okumura et al., 1999). Desse modo os peixes parasitados devem ser descartados por não serem boas fontes alimentares para a dieta humana (Morais, 2005; Oliveira, 2005). Como zoonoses veiculadas por pescado são mencionadas a anisacuíase, eustrongilidíase, a capilaríase, a fagicolose, a clonorquíase, a difilobotríase, dentre outras (Barros et al., 2006).

Estas enfermidades afetam economicamente a indústria pesqueira, pois as autoridades sanitárias não permitem a comercialização de peixes com larvas visíveis nos tecidos, pois estes parasitos causam processos patológicos, atingindo órgãos como fígado, gônadas, mesentério e musculatura corporal (Oliveira, 2005; Lima et al., 2008). No Brasil há poucos registros de parasitoses em humanos (exceto da fagicolose, difilobotríase e clonorquíase), em consequência da falha no diagnóstico (Barros et al., 2006).

Segundo Morais (2005) já foram registradas um quantitativo de 310 espécies de helmintos parasitando peixes de água doce no Brasil, nos estágios larval e adultos, sendo 101 nematóides, 87 trematóides digenéticos, 96 cestóides e 26 acantocéfalos. A maioria dos humanos infectados são assintomáticos, porém quando manifestam os sintomas estes são tardios, dificultando desse modo a caracterização dos surtos, gerando subnotificações, e não fornecendo dados epidemiológicos o suficiente (Maciel, 2008). Durante o quadro clínico são manifestados sinais como diarreia, dores abdominais, náuseas, vômitos, perda de peso e febre (López, 2000; Veiros, 2006; Santos, 2017).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

- Caracterizar morfológicamente as espécies de metazoários parasitas de *Serrasalmus rhombeus*, “piranha preta” (Characiformes: Serrasalmidae) oriundos do Rio Pericumã, no município de Pinheiro, Maranhão, Brasil.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar taxonomicamente as espécies de metazoários parasitas.
- Calcular os principais índices parasitológicos.
- Calcular a diversidade e riqueza de metazoários parasitos.
- Correlacionar o tamanho e peso dos hospedeiros com a abundância de parasitas em duas épocas do ano (chuvosa e seca).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

A realização do estudo foi no canal principal do rio Pericumã, área de influência da pesca artesanal, localizado no município de Pinheiro, Maranhão. O município de Pinheiro é banhado por dois rios: o Turiaçu e o Pericumã. A bacia do rio Pericumã é uma das bacias secundárias do Estado do Maranhão, abrangendo 10.800 km² de área e desempenha papel de grande importância regional. Possui uma extensão de 115 km, nascendo na Lagoa da Traíra (em Pedro do Rosário) e desaguando na baía de Cumã, entre Guimarães e Alcântara. (CARDOSO, 2001). (Figuras 2 e 3).

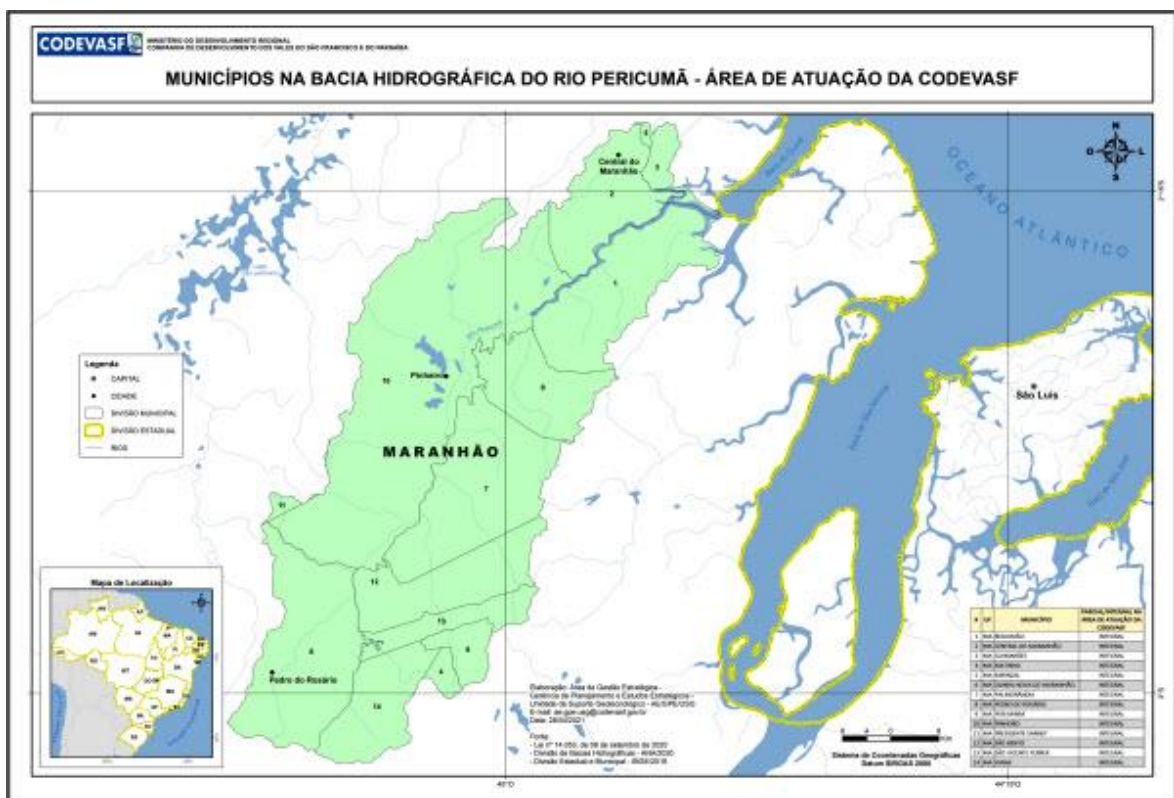


Figura 2. Localização da área de estudo.

Fonte: <https://www.codevasf.gov.br/area-de-atuacao/bacia-hidrografica/pericumã>



Figura 3. Rio Pericumã, Pinheiro/MA

Fonte: O autor, 2024.

4.2 Coleta dos peixes (Piranha preta)

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa descritiva e exploratória, de natureza quantitativa, com o objetivo de investigar a parasitofauna de *Serrasalmus rhombeus*, na região da Baixada Maranhense. A amostra foi composta de 151 exemplares de *S. rhombeus*, coletados diretamente do Rio Pericumã (Pinheiro-MA), por pescadores locais, com auxílio de redes de emalhe e canoa motorizada. Foram realizadas 3 coletas dos exemplares em duas estações, chuvosa e seca. Na primeira coleta obteve-se 50 peixes (adultos), com um total de 100 amostras de brânquias e vísceras; na segunda, 18 peixes (adultos) com 36 amostras; e na terceira, 83 peixes (24 adultos e 59 juvenis), com 166 amostras.

Foram escolhidos todos os peixes disponíveis após a pesca, e nenhum apresentou material biológico danificado. Os peixes foram isolados em sacos plásticos, e armazenados em uma caixa térmica com gelo. Em seguida, os exemplares de *S. rhombeus* foram

encaminhadas ao laboratório da UEMA - Campus São Bento, onde foram obtidos dados biométricos como comprimento padrão (CP) de cada indivíduo inteiro.

Após a inspeção de pele, olhos e nadadeiras, retirou-se as brânquias, que foram acondicionadas em microtubos, com adição de água quente (65 a 70 °C) e álcool 70%. As vísceras foram armazenadas em microtubos e fixadas em álcool 70% (Figura 4). Posteriormente, as amostras foram etiquetadas e analisadas através de lupa e microscópio óptico no Laboratório de Multiusuários em Pesquisa da Pós-Graduação (LAMP), da UEMA – Campus São Luís.

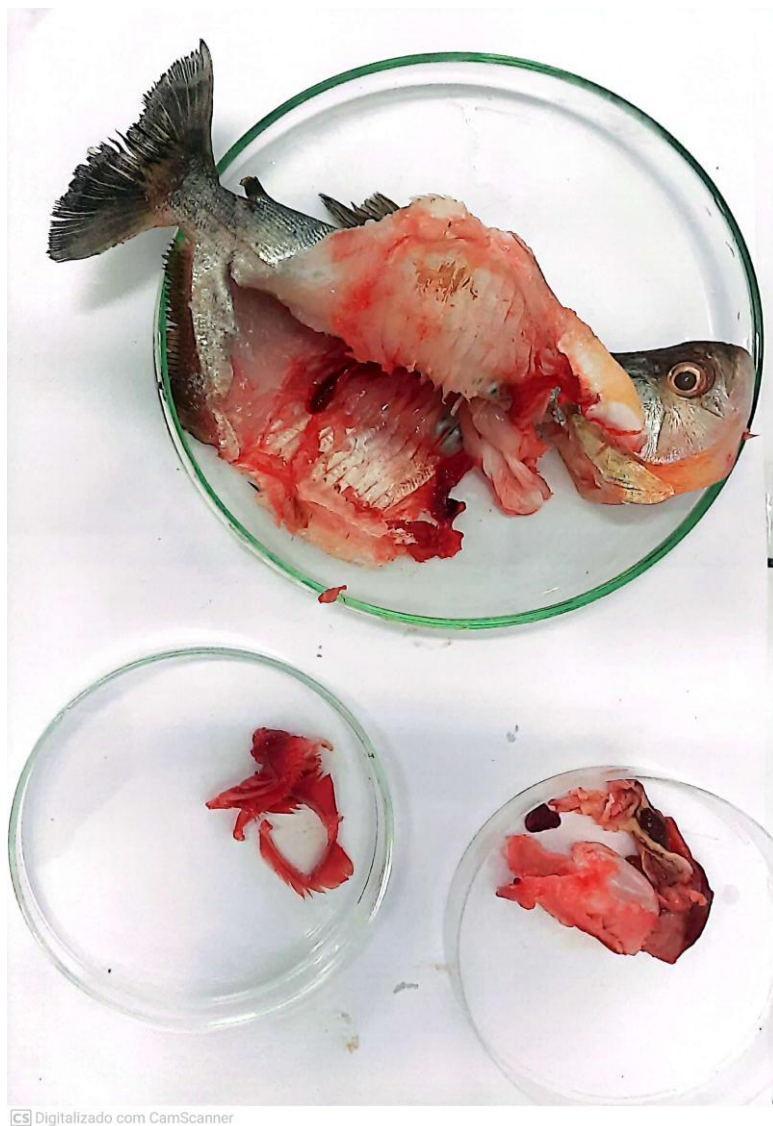


Figura 4. Amostras de brânquias, vísceras e musculatura para análise.

4.3 Coleta dos parasitos

Foram coletados segundo o protocolo estabelecido por Eiras et al. (2006). Os parasitas encontrados nas vísceras e na cavidade celomática foram coletados com pinças anatômicas e armazenados em placas de Petri para retirada da película, e posterior identificação taxonômica através de microscópio óptico, após a etapa de clarificação. Os ectoparasitas encontrados em brânquias, através do uso de lupa, foram coletados com agulhas finas, e colocados em lâmina para serem clarificados em seguida.

4.4 Processamento dos parasitas encontrados: clarificação e coloração.

Seguiu-se a metodologia descrita por Amato (1991) e Morey (2019).

Nematoda: O grupo Nematoda foi clarificado com ácido láctico, conforme o procedimento descrito por técnicas de preparação histológica. O parasita foi colocado sobre uma lâmina de vidro, sobre a qual foi aplicada uma gota de ácido láctico. Em seguida, a lâmina foi coberta com uma lamínula e deixada em repouso por um período de 5 a 10 minutos, permitindo a clarificação do organismo. Este método possibilitou a visualização detalhada dos órgãos internos e das estruturas morfológicas, facilitando a identificação taxonômica.

Monogenoidea: Utilizou-se o meio Hoyer's para clarificação de parasitas do grupo Monogenoidea. Neste processo o parasita foi colocado em uma lâmina, em seguida adicionou-se o meio Hoyer por cima e colocou-se uma lamínula. A clarificação ocorreu após 5-10 minutos.

4.5 Identificação taxonômica de parasitas

A organização taxonômica e identificação dos parasitos foi realizada utilizando – se as chaves taxonômicas Classe Monogenoidea; Filo Nematoda, e trabalhos originais específicos para cada parasito, seguindo a metodologia de Moravec (1998) e Thatcher (2006).

4.6 Cálculo de índices parasitológicos

Para o cálculo do grau de infecção dos parasitas identificados, foram utilizados os índices parasitológicos. Estes índices foram calculados conforme as fórmulas de Bush et al. (1997). Os índices são: prevalência (%P), intensidade de infecção (I), intensidade média de infecção (Im) e abundância média de infecção (Am).

- Prevalência (%P): relação entre o número de hospedeiro e parasitas e o número de hospedeiros inspecionados multiplicados por 100.

$$P = \frac{NP}{NE} \times 100$$

Onde:

NP = Número de peixes parasitados por uma determinada espécie de parasita.

NE = Número total de peixes examinados.

- Intensidade (I): representado com uma diferença em números (número total de parasitas encontrados).
- Intensidade média de infestação (Im): Mede o nível médio de parasitas entre hospedeiros parasitados:

$$IMI = \frac{Nsp1}{NPsp1}$$

Onde:

Nsp1 = Número de indivíduos de uma determinada espécie de parasitas.

NPsp1 = Número de peixes infectados por uma determinada espécie de parasitas.

- Abundância média (AM). Número médio de parasitas por hospedeiros examinado em uma amostra (incluindo os hospedeiros não infectados); este valor se calcula utilizando a média aritmética, pois é calculado dividindo o número total de parasitas presentes em uma amostra de hospedeiros positivos investigados por um número total de hospedeiros examinados.

$$AM = \frac{NTP}{NPE}$$

Onde:

NTP = Número total de parasitas de uma determinada espécie.

NPE = Número total de peixes examinados (parasitados e não parasitados) da amostra.

Para correlacionar o tamanho e peso do peixe com a quantidade de endoparasitas, foi utilizado o Coeficiente de Correlação de Speaman, que foi calculado a partir de um banco de dados em planilhas de Excel e posteriormente transferidos para o programa BioEstat 5.0 onde foram realizados os cálculos estatísticos.

Elaboração de desenhos dos parasitos monogenoideos

O desenho foi elaborado com auxílio de um retroprojeter acoplado ao microscópio. Em seguida, foi decalcado e convertido em formato PDF, para então ser digitalizado em um tablet de desenho gráfico WACOM com o programa Adobe Illustrator.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Análise de amostras dos hospedeiros

Foram examinados 151 exemplares da espécie *S. rhombeus*, coletados nas estações chuvosa e seca, na Baixada Maranhense. Deste total, 50 foram adquiridos durante o período chuvoso (fevereiro); 18, na primeira coleta (julho) do período seco; e 83 na segunda coleta do período seco (novembro). Foram analisadas 302 amostras, sendo 151 de brânquias e a 151 de trato digestivo (estômago e intestino) de piranhas pretas, e analisou-se endoparasitos na cavidade celomática.

Coleta do período chuvoso

Dos 50 indivíduos coletados no período chuvoso (tabela 1), apenas 60% (30 peixes) estavam parasitados por larvas L3 de nematódeos do gênero *Contracaecum* sp em trato digestivo e cavidade celomática, indicando alta prevalência desse parasito no hospedeiro. Não houve parasitismo pela Classe Monogenea. O comprimento médio (cm) dos hospedeiros foi 14,61. No cálculo de índices parasitários, a intensidade média foi de 6,2, e a abundância média de 3,72 (tabela 2).

Tabela 1. Registro de nematoides identificados em *S. rhombeus* durante o período chuvoso na Baixada Maranhense.

Nº Peixe	Tamanho peixe (cm)	Parasita	Quantidade de parasita
		<i>Contracaecum</i> sp	6
1	22		
2	18	<i>Contracaecum</i> sp	5
3	12	<i>Contracaecum</i> sp	4
4	15,5	<i>Contracaecum</i> sp	1
5	16	<i>Contracaecum</i> sp	5
6	15	<i>Contracaecum</i> sp	6
7	17	<i>Contracaecum</i> sp	2
8	15,5	<i>Contracaecum</i> sp	3
9	14,5	<i>Contracaecum</i> sp	3
10	12,5	nd	0
11	16,5	<i>Contracaecum</i> sp	2
12	15,5	nd	0
13	13	nd	0
14	14,5	<i>Contracaecum</i> sp	1
15	15	nd	0
16	16,5	<i>Contracaecum</i> sp	29

17	14,5	nd	0
18	17	<i>Contracaecum</i> sp	20
19	14,5	<i>Contracaecum</i> sp	1
20	15	<i>Contracaecum</i> sp	2
21	16	<i>Contracaecum</i> sp	17
22	14,5	<i>Contracaecum</i> sp	4
23	13,5	nd	0
24	13	nd	0
25	14,5	<i>Contracaecum</i> sp	18
26	15,5	<i>Contracaecum</i> sp	3
27	15	nd	0
28	16	<i>Contracaecum</i> sp	4
29	13,5	nd	0
30	15,5	<i>Contracaecum</i> sp	8
31	13,5	<i>Contracaecum</i> sp	10
32	17	<i>Contracaecum</i> sp	5
33	15	nd	0
34	15	nd	0
35	14	nd	0
36	15	nd	0
37	14	<i>Contracaecum</i> sp	1
38	14,5	nd	2
39	14	nd	0
40	13,5	nd	0
41	14,5	<i>Contracaecum</i> sp	4
42	11	nd	0
43	13	<i>Contracaecum</i> sp	6
44	14	<i>Contracaecum</i> sp	1
45	12,5	nd	0
46	14,5	nd	0
47	15,5	<i>Contracaecum</i> sp	13
48	13	<i>Contracaecum</i> sp	0
49	14	<i>Contracaecum</i> sp	0
50	16	<i>Contracaecum</i> sp	1
			Total: 186
Comprimento médio dos peixes	14,61		

*nd = nenhum parasito encontrado.

Tabela 2. Índices parasitários de *Contracaecum* sp identificado em *S. rhombeus* durante o período chuvoso.

Parasita	PA	PP	P%	NTP	Im	Am
<i>Contracaecum</i> sp.	50	30	60	186	6,2	3,72

PA = peixes analisados; PP = peixes parasitados; P% = prevalência; NTP = número total de parasitas; Im = intensidade média de infecção; Am = abundancia média de infecção.

Primeira coleta do período seco

Dos 18 indivíduos da primeira coleta no período seco (tabela 3), 66% (12 peixes) estavam parasitados por larvas L3 de nematódeos do gênero *Contracaecum* sp em trato digestivo e cavidade celomática, indicando alta prevalência desse parasito no hospedeiro. O comprimento médio (cm) dos hospedeiros foi 13,63. No cálculo de índices parasitários, a intensidade média foi de 7,91, e a abundância média de 5,2 (tabela 4).

Tabela 3. Registro de nematoides identificados em *S. rhombeus*, na primeira coleta, durante o período seco na Baixada Maranhense.

Nº Peixe	Tamanho peixe (cm)	Parasita	Quantidade de parasita
1	18	<i>Contracaecum</i> sp	10
2	15	<i>Contracaecum</i> sp	7
3	10	<i>Contracaecum</i> sp	4
4	15,5	<i>Contracaecum</i> sp	9
5	16	<i>Contracaecum</i> sp	5
6	15	<i>Contracaecum</i> sp	8
7	11,5	<i>Contracaecum</i> sp	6
8	15,5	<i>Contracaecum</i> sp	12
9	14,5	<i>Contracaecum</i> sp	0
10	12,5	Nd	0
11	14	<i>Contracaecum</i> sp	13
12	11,5	Nd	0
13	13	Nd	0
14	11	<i>Contracaecum</i> sp	9
15	15	nd	0
16	12	<i>Contracaecum</i> sp	6
17	11,5	Nd	0
18	14	<i>Contracaecum</i> sp	5
Total:			95

Comprimento médio dos peixes	13,63
-------------------------------------	--------------

*nd = nenhum parasito encontrado.

Tabela 4. Índices parasitários de *Contracaecum* sp identificado em *Serrasalmus rhombeus*, na primeira coleta, durante o período seco na Baixada Maranhense.

Parasita	PA	PP	P%	NTP	Im	Am
<i>Contracaecum</i> sp.	18	12	66	95	7,91	5,2

PA = peixes analisados; PP = peixes parasitados; P% = prevalência; NTP = número total de parasitas; Im = intensidade média de infecção; Am = abundancia média de infecção.

Foram identificados 587 parasitos monogenóideos, dos gêneros *Anacanthorus* sp, *Notozothecium* sp e *Amphitecium* sp, em brânquias dos 18 exemplares de piranha preta (tabela 5). No cálculo de índices parasitários, o gênero *Anacanthorus amazonicus* apresentou 100% prevalência nos hospedeiros, sendo mais frequente que os demais (tabela 6).

Tabela 5. Índices parasitários dos monogenoides identificados em *S. rhombeus*, na primeira coleta, durante o período seco na Baixada Maranhense.

Especie	PA	PP	P%	NTP	Im	Am
<i>Anacanthorus tchubensis</i>	18	4	22	4	1	0.05
<i>Anacanthorus amazonicus</i>	18	18	100	245	13.6	13.6
<i>Amphithecium calycinum</i>	18	12	67	110	9.2	6.1
<i>Amphithecium falcatum</i>	18	9	50	77	8.5	4.3
<i>Notozothecium</i> sp.	18	9	50	151	16.7	8.4

PA = peixes analisados; PP = peixes parasitados; P% = prevalência; NTP = número total de parasitas; Im = intensidade média de infecção; Am = abundancia média de infecção.

Segunda coleta do período seco

Dos 83 indivíduos, da segunda coleta no período seco (tabela 6), sendo 24 adultos e 59 juvenis, apenas 20 % (17 adultos) estavam parasitados por larvas L3 de nematódeos do gênero *Contracaecum* sp em trato digestivo e cavidade celomática. O comprimento médio dos peixes adultos foi 14,8, e dos juvenis 7,36. No cálculo de índices parasitários, a

intensidade média foi 11,64, e a abundância média de 2,38 (tabela 7). Não houve parasitismo por monogenoideos.

Tabela 6. Registro de nematoides identificados em *S. rhombeus*, na segunda coleta, durante o período seco na Baixada Maranhense.

Nº Peixe	Tamanho peixe (cm)	Parasita	Quantidade de parasita
1	17,5	<i>Contracaecum</i> sp	10
2	16,5	nd	0
3	16	<i>Contracaecum</i> sp	10
4	15	<i>Contracaecum</i> sp	8
5	15,5	nd	0
6	14,5	<i>Contracaecum</i> sp	10
7	14	<i>Contracaecum</i> sp	11
8	17	<i>Contracaecum</i> sp	9
9	18	<i>Contracaecum</i> sp	8
10	13	nd	0
11	16	<i>Contracaecum</i> sp	19
12	16,5	<i>Contracaecum</i> sp	7
13	16	nd	0
14	14	<i>Contracaecum</i> sp	15
15	12,8	<i>Contracaecum</i> sp	12
16	15,7	nd	0
17	12,4	<i>Contracaecum</i> sp	3
18	14	<i>Contracaecum</i> sp	20
19	15	<i>Contracaecum</i> sp	14
20	14	nd	0
21	13	<i>Contracaecum</i> sp	11
22	12,9	nd	0
23	14,5	<i>Contracaecum</i> sp	18
24	11,5	<i>Contracaecum</i> sp	13
			Total: 198
Comprimento médio dos peixes adultos	14,8		

*nd = nenhum parasito encontrado.

Tabela 7. Índices parasitários de *Contracaecum* sp. identificado em *S. rhombeus*, na segunda coleta, durante o período seco na Baixada Maranhense.

Parasita	PA	PP	P%	NTP	Im	Am
<i>Contracaecum</i> sp.	83	17	20%	198	11,64	2,38

PA = peixes analisados; PP = peixes parasitados; P% = prevalência; NTP = número total de parasitas; Im = intensidade média de infecção; Am = abundancia média de infecção.

5.2 Classificação taxonômica dos nematódeos identificados na espécie *S. rhombeus*

Filo Nematoda Rudolphi, 1808

Classe Secernentea Von Linstow, 1905

Ordem Ascaridida Skrjabin & Schulz, 1940

Superfamília Ascaridoidea Railliet & Henry, 1915

Família Anisakidae Railliet & Henry, 1912

Gênero *Contracaecum* Railliet & Henry, 1912

Espécie *Contracaecum* sp.

Local de infecção: mesentério e intestino

Hospedeiro: *Serrasalmus rhombeus* – Piranha preta

Fase do ciclo de vida: larvas de terceiro estágio

Observação: nos exemplares analisados verificou-se características como o ceco intestinal, esôfago com ventrículo, apêndice ventricular, cutícula transversalmente estriada mais nítida nas extremidades do corpo, região cefálica arredondada e uma região posterior com ponta afilada, logo após o ânus. Esses parasitos apresentam coloração branca opaca quando vivos (Figura 5).

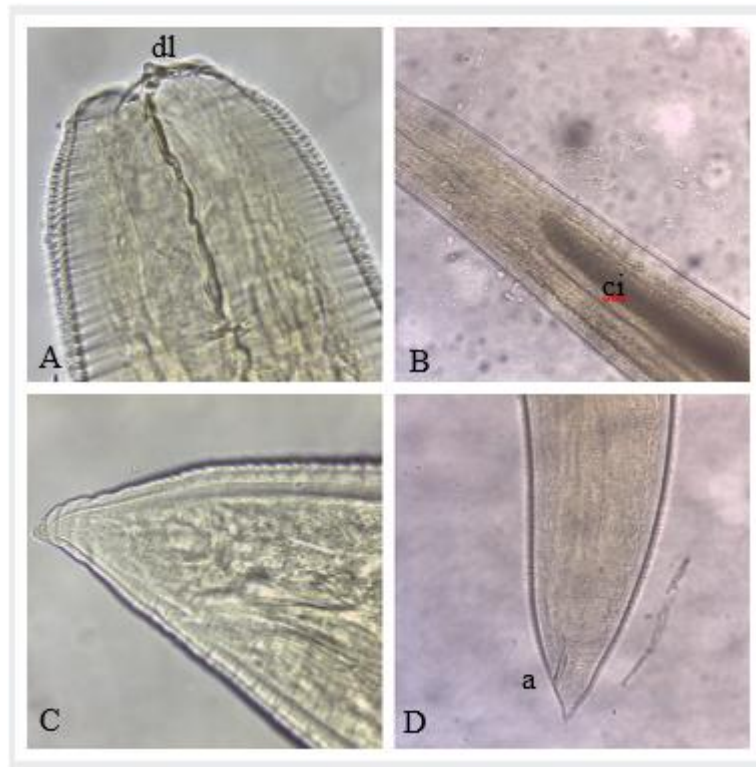


Figura 5. *Contracaecum* sp. (terceiro estágio larvar) encontrado em *S. rhombeus* proveniente da Bacia do Rio Pericumã. A. Detalhe da região anterior evidenciando o dente larval (dl) (Barra 0,1 mm); B. Região anterior mostrando o ceco intestinal; C. Região posterior com ponta afilada (pl); D Região posterior evidenciando o ânus (a).

Fonte: O autor, 2024.

Quantidade de larvas identificadas: 479

5.3 Descrição morfológica das espécies de monogenoides

Filo Platyhelminthes Geegenbaur, 1859

Classe Monogenea Van Beneden, 1858

Ordem Dactylogyridea Bychowsky, 1937

Familia Dactylogyridae Bychowsky, 1933

Gênero *Anacanthorus*

Anacanthorus tchubensis.

Essa espécie é caracterizada por um corpo fusiforme, com quatro olhos, três pares de órgãos cefálicos, faringe circular e vitelária expandida por todo o corpo, exceto pela parte média ventral. A característica única dessa espécie é a presença de um cirro como um tubo espesso e achatado em forma de calha, com uma extremidade com uma curvatura lateral e a outra extremidade em forma de bico de ventosa. A peça acessória é pequena e fica acima da parte distal do cirro. Os ganchos têm o polegar direcionado posteriormente, ponta e lâmina retas, com base expandida. Ganchos 4A pequenos, com ponta fina e base expandida (Figura 6).

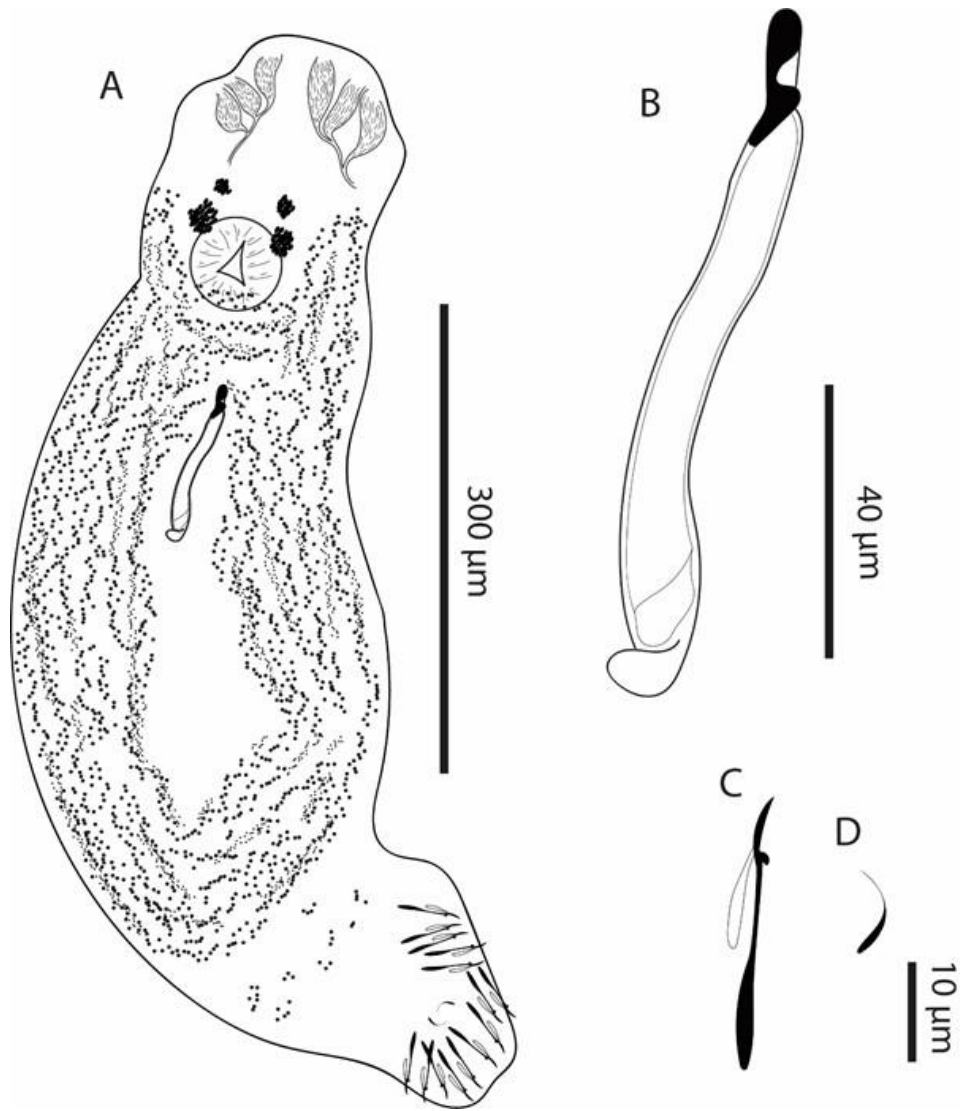


Figura 6. *Anacanthorus tchubensis*. A. Corpo completo. B. Complexo copulatório. C. Gancho par 1. D. Gancho 4A.

Fonte: O autor, 2024.

Anacanthorus amazonicus.

As espécies de *Anacanthorus* são caracterizadas pela ausência de barras e âncoras no haptor, apresentando apenas 14 ganchos distribuídos em 7 pares, além de 2 ganchos 4A. A espécie *Anacanthorus amazonicus* tem o cirro como um tubo grosso em forma de “J” com membranas finas presas em sua parte central; a peça acessória é reta com protuberâncias perto da parte distal, a terminação da peça acessória é pontiaguda e se assemelha a um “abridor de latas”. Os ganchos são grandes, com uma base ligeiramente inflada, polegar reto e ponta longa. Os ganchos 4As são pequenos, com uma base larga e uma ponta reta e fina (Figura 7).

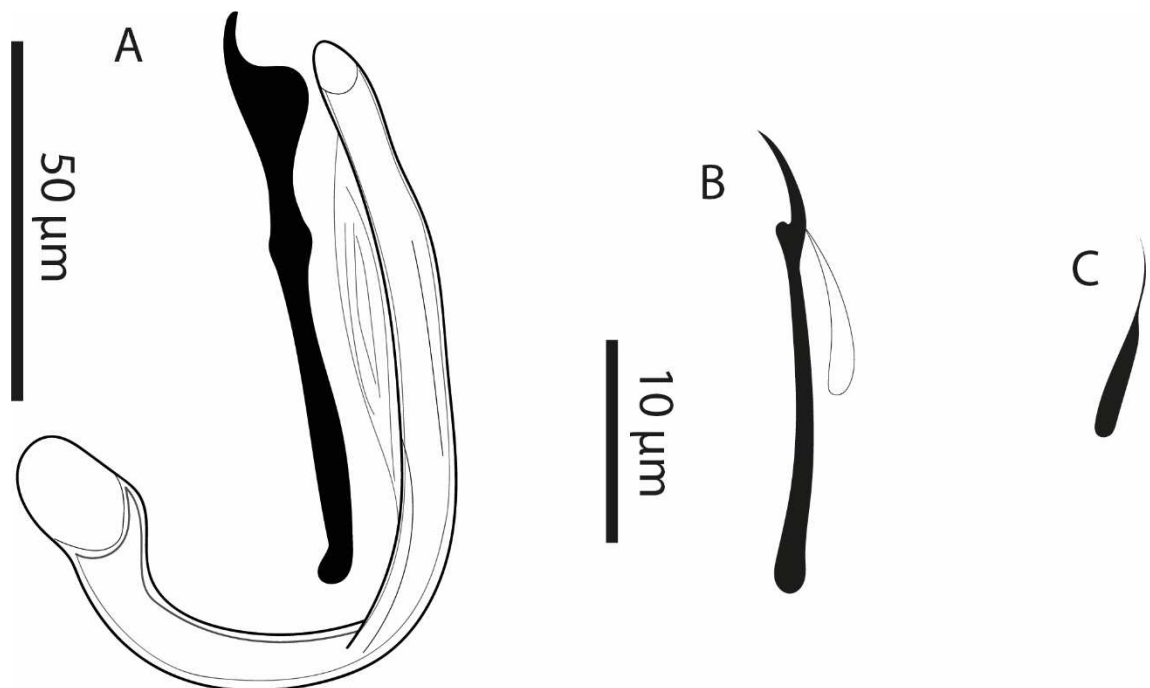


Figura 7. *Anacanthorus amazonicus* das brânquias de *Serrasalmus rhombeus*. A. Complexo copulador. B. Gancho. C. Gancho 4A.

Fonte: O autor, 2024.

Amphithecium calycinum

Essa espécie é caracterizada pelo cirro como um tubo com uma leve curvatura perto da base, depois ereto, com uma fina expansão lateral. A peça acessória é articulada à base do cirro, que apresenta uma base expandida e robusta, curvada em sua parte central, com uma expansão direcionada posteriormente, terminando em um ponto. As barras são arqueadas em forma de “V”. As raízes são semelhantes em forma e tamanho, com raízes desenvolvidas (Figura 8).

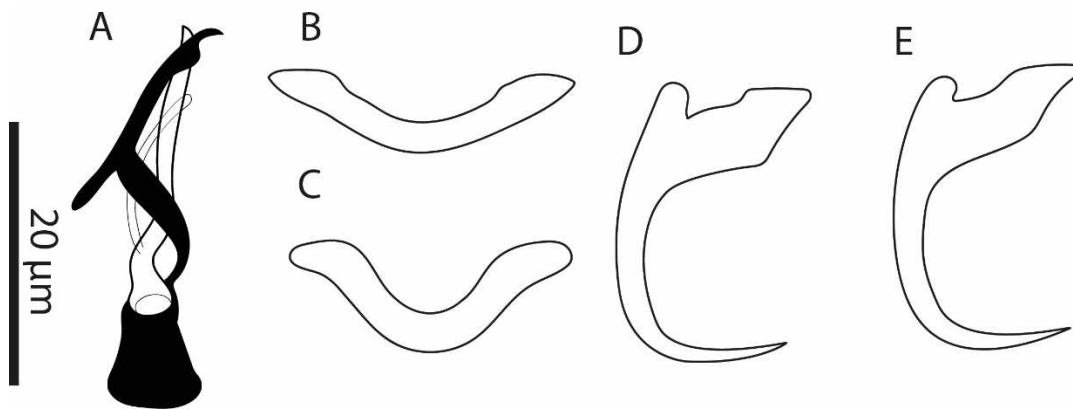


Figura 8. *Amphithecium calycinum*. A. Complexo copulador. B. Barra ventral. C. Barra dorsal. D. Âncora ventral. E. Âncora dorsal.

Fonte: O autor, 2024.

Amphithecium falcatum

Essa espécie é caracterizada pela presença de um cirro espesso e curvo que se afunila em sua parte distal, terminando em uma ponta semelhante a uma agulha. A peça acessória tem uma membrana fina, quase transparente, através da qual se articula com a base do cirro. A peça acessória tem uma terminação em forma de gancho. As barras são arqueadas em forma de “V”, com âncoras que apresentam raízes bem desenvolvidas, sendo a âncora ventral mais grossa e maior do que a dorsal (Figura 9).

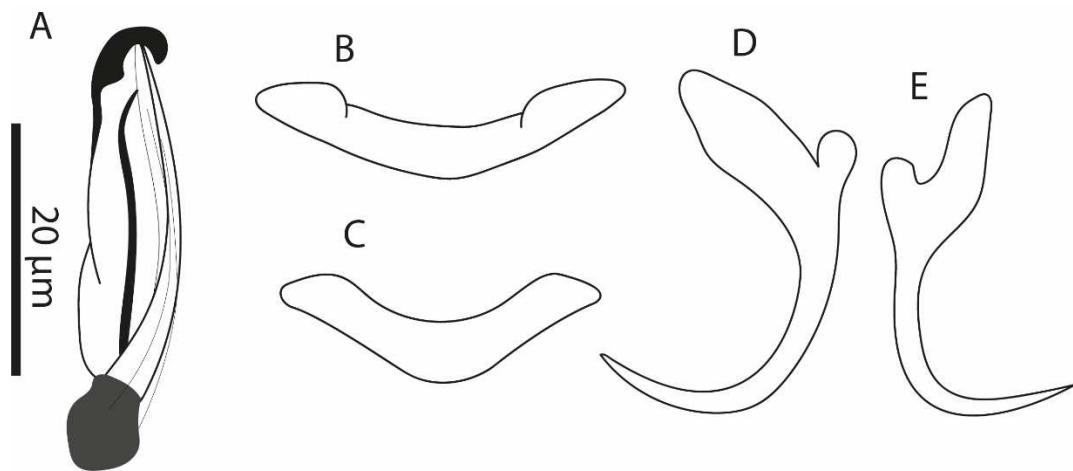


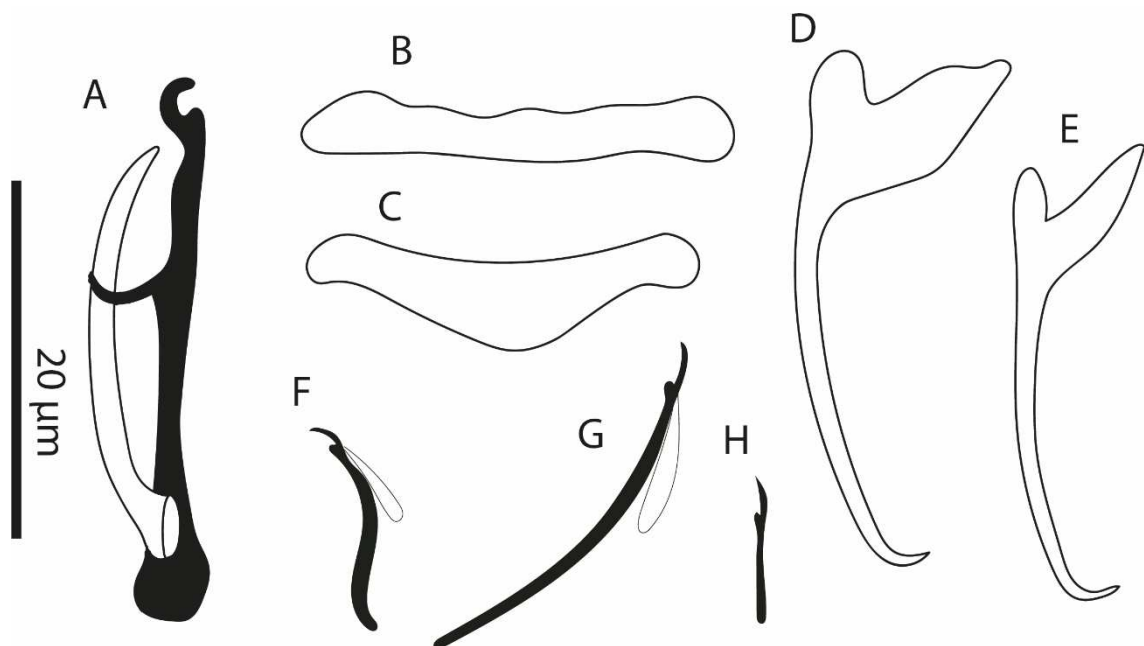
Figura 9.

Amphithecium falcatum. A. Complexo copulador. B. Barra ventral. C. Barra dorsal. D. Âncora ventral. E. Âncora dorsal.

Fonte: O autor, 2024.

Notozothecium sp.

Essa espécie é caracterizada pelo cirro como um tubo curvo na base, quase reto a partir do meio; a base é articulada à peça acessória, que tem uma projeção semelhante a uma pinça em sua parte anterior; a terminação é em forma de gancho ou de dedo. As barras são alongadas, sendo a ventral mais reta do que a dorsal, que é alargada posteriormente em sua parte central. As âncoras têm uma lâmina bastante alongada, fina, com uma ponta curta e raízes desenvolvidas. Os ganchos são diferentes em tamanho, sendo o par I diferente dos



pares II; III; IV; VI e VII, que são de igual tamanho, assim como o par V, que é menor do que os outros ganchos (Figura 10).

Figura 10. *Notozothecium* sp. A. Complexo copulador. B. Barra ventral. C. Barra dorsal, D. Âncora ventral. E. Âncora dorsal. F. Gancho par I. G. Gancho par VI. H. Gancho par V.

Fonte: O autor, 2024.

Correlação do tamanho dos hospedeiros com a abundância de endoparasitas no período chuvoso

Os resultados das análises de correlação registraram uma correlação positiva não significativa (figura) entre o tamanho dos peixes e a quantidade de nematódeos registrados ($r_s = 0.22$; $p = 0.1073$). O comprimento padrão médio dos hospedeiros foi 14,61.

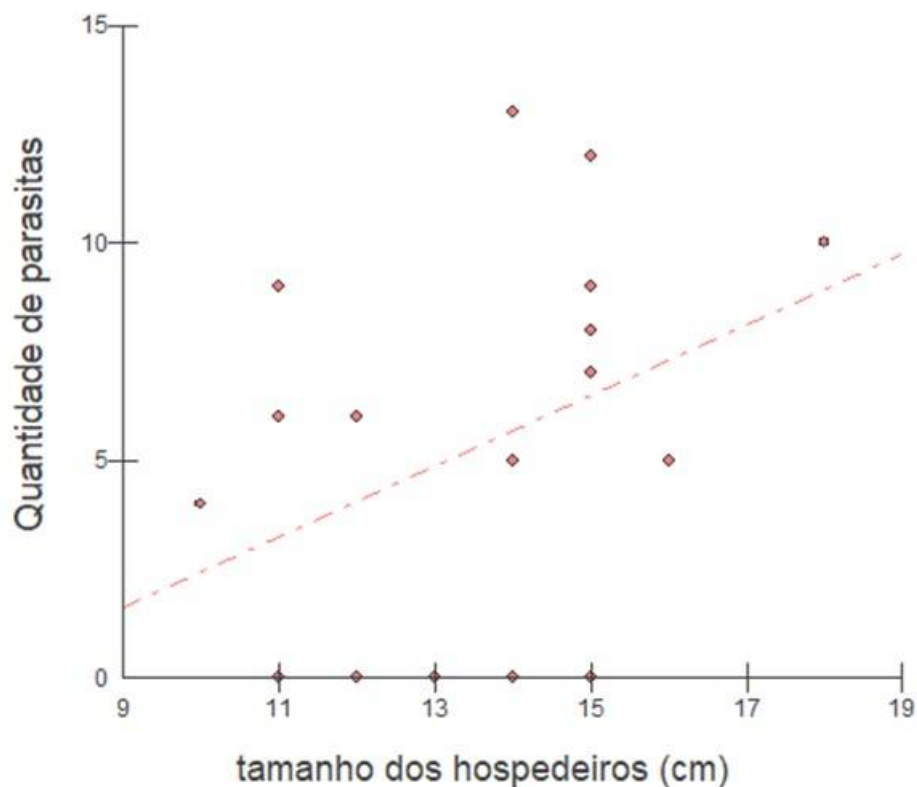


Figura 11. Correlação entre o tamanho dos hospedeiros e a quantidade de nematódeos registrados em *Serrasalmus rhombeus* no período chuvoso.

Fonte: O autor, 2024.

Isso significa que, embora tenha sido observada uma tendência de que peixes maiores podem ter uma maior quantidade de nematódeos (já que o valor de correlação foi positivo: $r_s = 0.22$), essa relação não é estatisticamente significativa. Ou seja, não há evidência suficiente para afirmar que o tamanho do peixe influencia a quantidade de nematódeos de forma confiável. O valor de $p = 0.1073$ indica que essa relação observada pode ser atribuída ao acaso, pois um valor de p maior que 0.05 (geralmente considerado o limite para significância) sugere que a correlação não é forte o suficiente para ser considerada relevante ou significativa.

Correlação do tamanho e peso dos hospedeiros com a abundância de endoparasitas na primeira coleta do período seco.

Os resultados das análises de correlação registraram uma correlação positiva não significativa (figura) entre o tamanho dos peixes e a quantidade de nematódeos registrados ($r_s = 0.39$; $p = 0.1025$). O comprimento padrão médio dos hospedeiros foi 13,63.

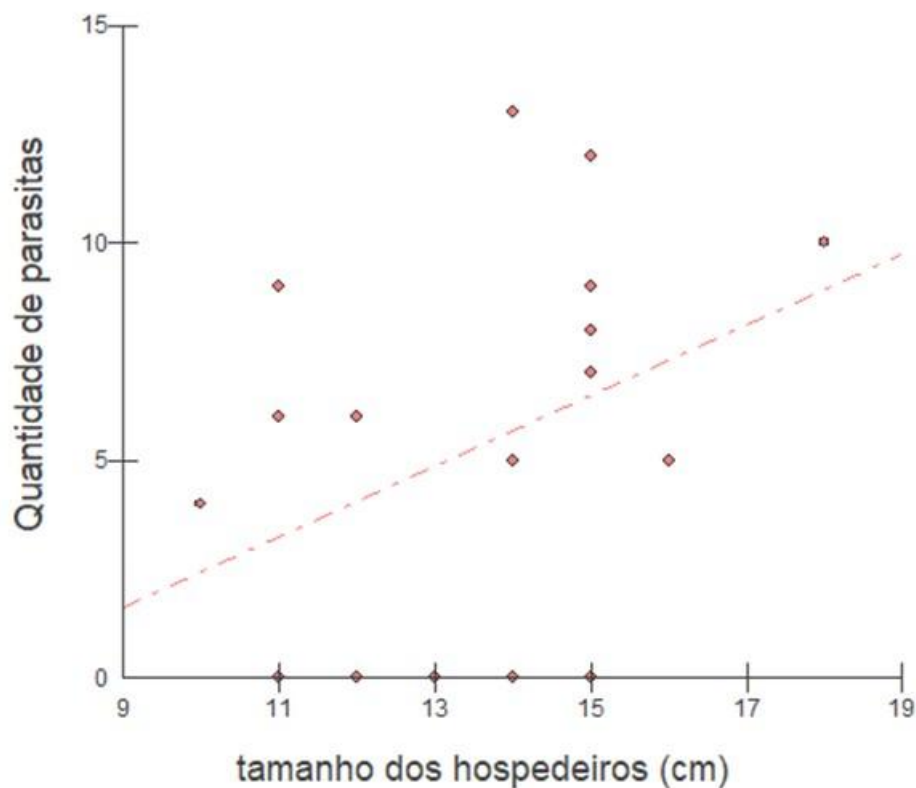


Figura 12. Correlação entre o tamanho dos hospedeiros e a quantidade de nematódeos registrados em *Serrasalmus rhombeus* na primeira coleta do período seco.

Fonte: O autor, 2024.

Isso significa que, embora tenha sido observada uma tendência de que peixes maiores podem ter uma maior quantidade de nematódeos (já que o valor de correlação foi positivo: $r_s = 0,39$), essa relação não é estatisticamente significativa. Ou seja, não há evidência suficiente para afirmar que o tamanho do peixe influencia a quantidade de nematódeos de forma confiável. O valor de $p = 0.1025$ indica que essa relação observada pode ser atribuída ao acaso, pois um valor de p maior que 0.05 (geralmente considerado o limite para significância) sugere que a correlação não é forte o suficiente para ser considerada relevante ou significativa. O tamanho de amostra pequeno na primeira coleta do período seco pode ter dificultado a detecção de uma correlação forte e significativa. Pequenas amostras geralmente têm maior variabilidade e podem não representar adequadamente a população total, o que pode resultar em resultados não significativos ou com menos poder estatístico.

Correlação do tamanho e peso dos hospedeiros com a abundância de ectoparasitas na primeira coleta do período seco.

Os resultados das análises de correlação registraram uma correlação positiva significativa (figura) entre o tamanho dos peixes e a quantidade de monogenóides registrados ($r_s = 0.93$; $p = 0.0001$). O comprimento padrão médio dos hospedeiros foi 13,63.

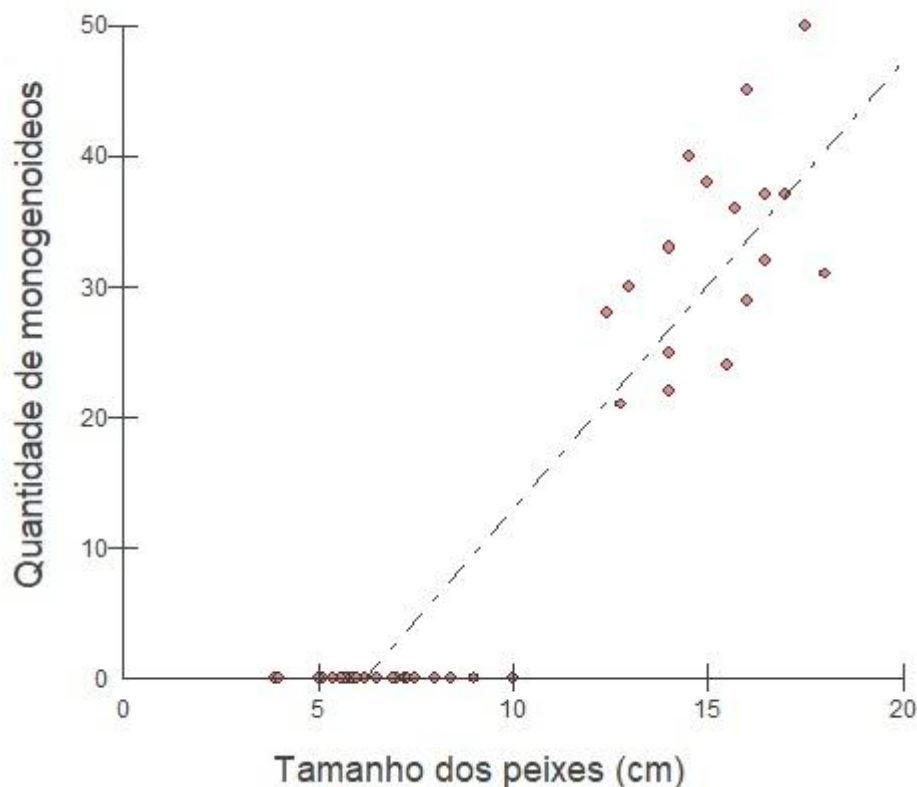


Figura 13. Correlação entre o tamanho dos hospedeiros e a quantidade de monogenóides registrados em *Serrasalmus rhombeus* na primeira coleta do período seco.

Fonte: O autor, 2024

A correlação positiva indica que à medida que o tamanho dos peixes aumenta, a quantidade de monogenóides também tende a aumentar. E o fato de ser significativa (com $p = 0.0001$) significa que essa relação não ocorreu por acaso e é estatisticamente confiável. Em outras palavras, o aumento no tamanho do peixe parece estar fortemente associado ao aumento na carga parasitária de monogenóides.

Correlação do tamanho e peso dos hospedeiros com a abundância de endoparasitas na segunda coleta do período seco.

Os resultados das análises de correlação registraram uma correlação positiva significativa (figura) entre o tamanho dos peixes e a quantidade de nematódeos registrados ($r_s = 0.62$; $p = 0.0001$). O comprimento padrão médio dos hospedeiros foi 14,8.

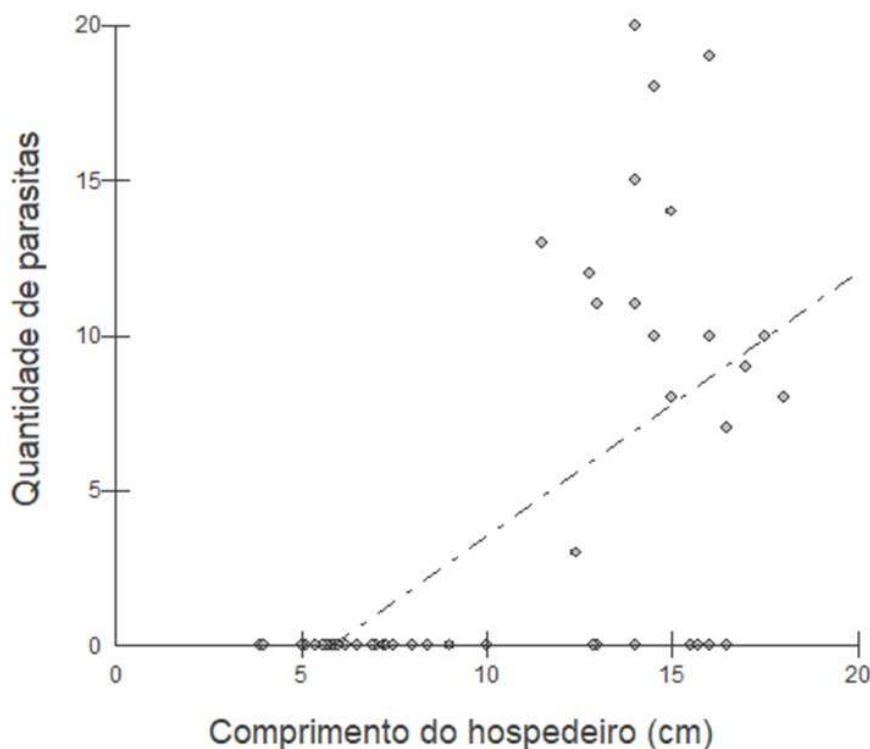


Figura 14. Correlação entre o tamanho dos hospedeiros e a quantidade de nematódeos registrados em *Serrasalmus rhombeus* na segunda coleta do período seco.

Fonte: O autor, 2024.

O número de amostras da segunda coleta, no período seco, foi superior ao da primeira, indicando maior poder estatístico, sendo a correlação positiva significativa encontrada entre o tamanho do peixe e a quantidade de monogenóides. De modo geral, os hospedeiros apresentam variação quanto a riqueza e diversidade parasitária, sofrendo influência de fatores ecológicos como nível trófico, alimentação, habitat, disponibilidade de formas infectantes dos parasitos, tamanho e faixa etária (Tavares-Dias et al. 2014, Cardoso et al. 2017).

Espécies de hospedeiros carnívoros e onívoros manifestam alta carga e diversidade parasitária, se comparadas as espécies herbívoras (Beevi; Radhakrishnan, 2012). Em um estudo de Valtonen et al. (2010) verificou-se que peixes onívoros apresentaram maior diversidade de parasitos e de alimentos ingeridos, ao contrário de peixes bentofagos. A abundância e a prevalência de parasitos apresentaram correlação positiva ao tamanho dos peixes, sendo estes parâmetros maiores nos peixes onívoros.

Salgado-Maldonado et al. (2016) observaram que a composição de parasitos pode estar relacionada a especificidade do parasito, na qual um grupo de peixes pode apresentar um conjunto exclusivo de parasitos. Os hospedeiros geralmente ingerem os endoparasitos de forma passiva, levando a baixa especificidade, já os ectoparasitos são obtidos por meio da dispersão ativa, possibilitando que sejam mais específicos na escolha de hospedeiros

DISCUSSÃO

Neste estudo, *Contracaecum* sp foi o único endoparasito encontrado em *S. rhombeus*, nas estações chuvosa e seca, apresentando diferenças temporais quanto à prevalência e abundância. A intensidade média foi de 6,2 no período chuvoso; 7,91 na 1ª coleta do período seco, e 11,64 na 2ª coleta. A abundância média foi de 3,72 no período chuvoso, e 5,2 e 2,38 no período seco. O nível trófico que o hospedeiro, *S. rhombeus*, ocupa interfere diretamente nos resultados, pelo fato de ser carnívoro e se alimentar de peixes menores previamente infectados, sendo assim mais disposto a infecções por *Contracaecum* sp. (Benigno et al., 2012; Alcantara et al., 2015; Gonçalves et al., 2016). O elevado número de formas larvais indica que essa espécie de hospedeiro é intermediária na cadeia alimentar (Bellay et al. 2013; Poulin e Leung 2011).

Observou-se que no período chuvoso, os 50 exemplares adultos de *S. rhombeus*, apresentaram 186 larvas de *Contracaecum* sp, com prevalência de 60%. Segundo a literatura, os peixes da família Serrasalminidae passam por modificações ontogenéticas, sendo que na fase adulta a preferência alimentar é por peixes menores, logo a diversidade parasitária é maior (Oliveira et al., 2004; Behr; Signor, 2008). Nos primeiros estágios de desenvolvimento as piranhas pretas costumam se alimentar de plantas e sementes, isto explica o motivo de os 59 exemplares de peixes juvenis, da segunda coleta do período seco, não apresentarem parasitas (Machado Allison; Garcia, 1986).

Em um estudo semelhante, Silva et. al (2021) identificaram larvas de *Contracaecum* sp em quatro espécies de peixes coletadas no canal principal do rio Pericumã, no Maranhão, Brasil: *Cichlasoma zarskei*, *Trachelyopterus galeatus*, *Hoplias malabaricus* e *Serrasalmus rhombeus*. Mello (2021) verificou a presença de larvas de nematódeos, gêneros *Contracaecum* sp e *Capillaridae* sp, parasitando o intestino de *S. rhombeus*, e parasitos do filo Acanthocephala e larvas de cestóides em estômago, sendo a espécie proveniente do Rio Pericumã, no município de Pinheiro.

Geralmente as larvas de *Contracaecum* sp alojam-se nos órgãos viscerais e no mesentério dos peixes, limitando assim a sua ameaça zoonótica, o que pode explicar porque os casos humanos são raros (Barros, 2006). Não foram encontradas larvas de *Contracaecum* sp na musculatura esquelética dos peixes examinados, sendo a cavidade visceral e órgãos internos os locais comuns de parasitismo. Há relatos de *Contracaecum* sp. parasitando *P.*

nattereri do Lago Arari, na Ilha de Marajó, Estado do Pará, Brasil com prevalência de 84% (Benigno et. al, 2012), e em Cuiabá, Estado de Mato Grosso com prevalências superiores a 95% (Barros et. al, 2006).

Segundo Anderson et al. (1993) muitos parasitos são restritos não apenas a certos locais do hospedeiro, mas particularmente à espécie hospedeira, como foi o caso do hospedeiro *S. rhombeus* e do parasito *Contracaecum* sp. No último caso, pode ser definido como especificidade parasitária, onde a afinidade do parasito com a espécie ou grupo de espécies de hospedeiros é expressa como uma adaptação mútua do parasito e do hospedeiro (Varella, 1992). Estudos sobre a fauna de parasitos de peixes, podem gerar várias informações sobre aspectos diversos da biologia e história natural dos hospedeiros, como hábito alimentar, reprodução e movimentos migratórios (Mackenzie, 1983).

Durante o ciclo biológico de *Contracaecum* sp. os crustáceos são hospedeiros intermediários e as aves piscívoras, Íbis-escarlata ou guará, são hospedeiros definitivos. Os peixes podem atuar como segundos hospedeiros intermediários, consumindo crustáceos parasitados ou hospedeiros paratênicos, no caso de peixes predadores. Em ambas situações, os peixes podem ser uma fonte de infecção para aves piscívoras e outros vertebrados aquáticos, como répteis ou mamíferos (Anderson, 2000). Observou-se que na Baixada Maranhense e principalmente no município de Pinheiro, ao redor do Rio Pericumã, há presença de guarás. Este fato pode explicar a presença de espécies de peixes infectados por *Contracaecum* sp. que habitam os corpos d'água da Baixada Maranhense.

Os valores da análise do coeficiente de correlação revelaram correlações positivas não significativas entre o tamanho de *S. rhombeus* e o número total de *Contracaecum* sp. registrados no período chuvoso ($r_s = 0.22$; $p = 0.1073$) e 1º coleta do período seco ($r_s = 0.39$; $p = 0.1025$). Na 2º coleta do período seco a correlação positiva foi significativa ($r_s = 0,62$; $p = 0,0001$). Gil de Pertierra; Ostrowskyi de Núñez (1995) e Pavanelli et al. (2004) afirmaram que a correlações positivas não significativa entre o tamanho do hospedeiro e a quantidade de parasitas refletem a pequena amplitude no comprimento e no peso dos hospedeiros, bem como à sazonalidade dos parasitos e de seus hospedeiros intermediários.

A correlação entre tamanho do hospedeiro e quantidade de parasitas é influenciada por fatores como restrições biológicas (fisiologia e imunologia) e ecológicas (dinâmica de distribuição) dos hospedeiros, bem como por eventos estocásticos e/ou relações ecológicas como competição, regulação dependente de intensidade e dieta. Estas restrições dificultam

a abundância e a diversidade de espécies parasitas nos peixes (Case; Cody 1987; Alves; Luque 2006; Bellay et al. 2013). A prevalência de parasitos advindos de exemplares obtidos no período seco foi maior em decorrência da alta concentração de matéria orgânica, ao contrário do período chuvoso. Isso favorece a reprodução de grupos parasitários.

Em relação ao parasitismo por ectoparasitas, foram identificados os monogenóideos dos gêneros *Anacanthorus* sp, *Notozothecium* sp e *Amphitecium* sp, sendo o primeiro o de maior prevalência. A espécie *Anacanthorus amazonicus* apresentou alta especificidade em relação a espécie *S. rhombeus*. Este parasito é comumente encontrado em indivíduos da família Serrasalmidae. É encontrado parasitando as brânquias de seus hospedeiros. Apresenta âncoras, barras e ganchos robustos, com a presença de duas vaginas bilaterais não esclerotizadas. Peça acessória com a porção distal bem pronunciada em forma de gancho. Há registros de espécies do gênero *Anacanthorus* no Brasil (alta incidência), Bolívia, Colômbia, Peru e Venezuela (Boeger et al., 2023). Os respectivos Monogenoidea apresentaram correlação positiva significativa ($r_s = 0,93$; $p = 0.0001$), tendo alta prevalência apenas no período seco. A incidência desses parasitos é maior na estação de verão e primavera, sendo menores na estação de chuvas (Zago et al., 2014; Pala et al., 2015; Igeh et al., 2020). A partir do presente estudo verificou-se a necessidade de análises moleculares para melhor identificação de algumas espécies que ainda não foram descritas.

Na Baixada Maranhense, o sistema de fiscalização de pescados é precário, assim como o controle adequado da qualidade e segurança do alimento. Uma possível solução para esta problemática seria a implementação de políticas de controle mais rigorosas. Há medidas para evitar a ingestão acidental de parasitas que, conseqüentemente, podem causar danos à saúde pública. É recomendado acondicionar o pescado a temperatura de -20 a -30 °C, entre 12 a 24 horas, para inativar os parasitas. Além disso, preparações que utilizam temperaturas acima de 60 °C, como fritar, assar, grelhar e defumar, são eficazes na eliminação dos parasitas.

6. CONCLUSÃO

O conhecimento a respeito da parasitofauna de *S. rhombeus*, da bacia do Pericumã, foi importante para compreensão de aspectos biológicos do hospedeiro, como a posição na cadeia alimentar, assim como o potencial zoonótico dos parasitos e as condições do ambiente em que vivem. As larvas de *Contracaecum* sp foram identificadas, com alta prevalência nas estações chuvosa e seca, e os parasitos monogenoídeos tiveram maior incidência no período seco.

O consumo mundial de peixes vem se intensificando a cada ano, desse modo as doenças transmitidas por peixes parasitados carecem de total atenção dos órgãos de fiscalização e inspeção. No Brasil, a maioria dos casos de parasitoses em humanos são subnotificados, sendo necessário mais estudos epidemiológicos que nos mostrem a real distribuição e prevalência destas enfermidades no Brasil.

8. REFERENCIAS

- ACOSTA, A. A.; GODOY, A. T.; YAMADA, F. H.; BRANDÃO, H.; PAES, J. V. K.; BONGIOVANI, M. F.; MÜLLER, M. I.; YAMADA, P. O. F.; NARCISO, R. B.; SILVA, R. J. Aspectos parasitológico dos peixes. In: SILVA, R. J. (Org). Integridade ambiental da represa de Jurumirim: ictiofauna e relações ecológicas. São Paulo: UNESP, 2016. p. 115-192.
- AGOSTINHO, C.S.; HAHN, N.S.; MARQUES, E.E. Patterns of food resource use by two congeneric species of piranhas (*Serrasalmus*) on the upper Paraná River floodplain. **Brazilian Journal of Biology**, 63:177-182, 2003.
- ALCANTARA, N. M.; TAVARES-DIAS, M. Structure of the parasites communities in two Erythrinidae fish from Amazon river system (Brazil). **Brazilian Journal Veterinay Parasitology**, v. 24, n. 2, 183-190, 2015.
- ALVES, D.R.; LUQUE, J.L.; PARAGUASSÚ, A.R. Ectoparasitos da tilápia nilótica *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) da estação de piscicultura da UFRRJ. **Revista da Universidade Rural**, v. 22, n. 1, p. 81-85, 2000a.
- ALVES, D.R.; LUQUE, J. L. Ecologia das comunidades de metazoários parasitos de cinco espécies de escombrídeos (Perciformes: Scombridae) do litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, 15:167-181, 2006.
- ALVES, D. R.; SANTOS, D. S. Ocorrência de *Anisakis simplex* (nematoda: anisakidae) em bacalhau comercializado em Volta Redonda, Rio de Janeiro- RJ, Cadunifoa, v. 11, n. 31, 2016.
- AMATO, J. F. R.; BOEGER, W. A.; AMATO, S. B. 1991. Coleta e processamento de parasitos de pescado. Seropedica: UFRRJ, 1991. 81p.
- ANDERSON, J.A.; BLAZEK, K.J.; PERCIVAL, T.J.; JANOVY-JR, J. The niche of gill parasite *Dactylogyrus banghami* (Monogenea: Dactylogyridae) on *Notropis stramineus* (Pisces: Cyprinidae). **Journal of Parasitology**, 79(3): 435-437. 1993.
- ANDERSON RC. 2000. Nematode Parasites of Vertebrates: Their Development and Transmission. ed. London: CAB Publishing, 2000. 672p.
- ARAÚJO, N. A.; PINHEIRO, C. U. 2008. Avaliação sócio-econômica da pesca artesanal e do potencial aquícola na região lacustre de penalba - apa da baixada maranhense. **BOLETIM DO LABORATÓRIO DE HIDROBIOLOGIA**, 21:41-50.
- BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. 2005. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Editora UFSM., Santa Maria, RS, p. 468.
- BANDEIRA, I. C. N. 2013. Geodiversidade do Estado do Maranhão, Teresina: CPRM.
- BANETH, G.; THAMSBORG, S. M.; OTRANTO, D.; GUILLOT, J.; BLAGA, R.; DEPLAZES, P.; SOLANO-GALLEGO, L. Major parasitic zoonoses associated with dogs and cats in Europe. **Journal of Comparative Pathology**, v. 155, n. 1, p. 54-74, 2016.
- BARRETO, N. S. E.; MORENO-MOURA, F. C.; TEIXEIRA, J. A.; ASSIM, D. A.; MIRANDA, P. C. Avaliação das condições higiênico-sanitárias do pescado comercializado no Município de Cruz das Almas, Bahia. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 3, p. 86-95, 2012.

- BARROS L. A, MORAES J FILHO, OLIVEIRA RL. Nematóides com potencial zoonótico em peixes com importância econômica provenientes do rio Cuiabá. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária** [Internet].;13(1): 7–55, 2006.
- BATISTELLA, M.; BOLFE, E. L.; VICENTE, L. E.; VICTORIA, D. de C. Relatório do Banco de Dados do Macrozoneamento Ecológico Econômico Estado do Maranhão. Relatório técnico. Campinas, SP: Embrapa, 2013. 124 p.
- BEEVI, M.R., S. RADHAKRISHNAN. 2012. Community ecology of the metazoan parasites of freshwater fishes of Kerala. **Journal of Parasitic Diseases** 36(2): 184–196.
- BEHR, E.R.; SIGNOR, C.A. Distribuição e alimentação de duas espécies simpátricas de piranhas *Serrasalmus maculatus* e *Pygocentrus nattereri* (Characidae, Serrasalminae) do rio Ibicuí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, 98:501 507, 2008.
- BELLAY, S.; OLIVEIRA, E.F.; ALMEIDA-NETO, M.; LIMA JUNIOR, D.P.; TAKEMOTO, R.M.; LUQUE, J.L. Developmental stages of parasites influences the structure of fish-parasite networks. **PLoS ONE**, 8: 1-6, 2013.
- BERNADI, C. C. Conflitos sócio-ambientais decorrentes da bubalinocultura em territórios pesqueiros artesanais: o caso Olinda Nova do Maranhão. 2005. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental) – Universidade Católica de Brasília, Brasília.
- BENIGNO RNM, CLEMENTE SC DE S, MATOS ER, PINTO RM, GOMES DC, KNOFF M. Nematodes in *Hopleryttrinus unitaeniatus*, *Hoplías malabaricus* and *Pygocentrus nattereri* (Pisces: Characiformes) in Marajó Island, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária** [Internet].; 21(2): 70–165, 2012.
- BERNOT, J. P., BOXSHALL, G. A., & CRANDALL, K. A. A synthesis tree of the Copepoda: integrating phylogenetic and taxonomic data reveals multiple origins of parasitism. **PeerJ**, 9, e12034, 2021.
- BOEGER, W. A.; VIANA, R. T. Monogenoidea. In: THATCHER, V. E. (Ed). Amazon fish parasites. 2 ed. Sofia, Moscow: Pensoft Publishers, 2006. p. 42-116.
- BOEGER, W. A.; COHEN, S. C.; DOMINGUES, M. V.; JUSTO, M.; PARISELLE, A. Monogenoidea. In: Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD, 2022. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/65>. Acesso em: 04 mai. 2023
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada Nº 275 de 21 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 06 nov. de 2002, Seção 1, p. 126.
- BRUCE, N.L., & SCHOTTE, M. Cymothoidae. In: Boyko, C.B; Bruce, N.L.; Merrin, K.L.; Ota, Y.; Poore, G.C.B.; Taiti, S.; Schotte, M. & Wilson, G.D.F.(Eds). World Marine, Freshwater and Terrestrial Isopod Crustaceans database. 2015.
- BUSH, A.O., LAFFERTY, K.D., LOTZ, J.M. and SHOSTAK, A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: margolis et al. revisited. **The Journal of Parasitology**, vol. 83, no. 4, pp. 575-583.
- CABRAL, N. R. A. J.; SOUZA, M. P. Área de Proteção Ambiental: planejamento e gestão de áreas protegidas. São Carlos: Rima. 2002.

- CARDOSO, M. F. 2001. O Maranhão por dentro. São Luís: **LITHOGRAF**, 610 p.
- CARDOSO, A. C. F.; OLIVEIRA, M. S. B.; NEVES, L. R.; TAVARES-DIAS, M. 2017. Metazoan fauna parasitizing *Peckoltia braueri* and *Pterygoplichthys pardalis* (Loricariidae) catfishes from the northeastern Brazilian Amazon. **Acta Amazonica** 47:147–154.
- CASARIN, F., & DOS SANTOS, M. Água: o ouro azul: Usos e abusos dos recursos hídricos. Editora Garamond. (2018).
- CASE, T.J.; CODY, M.L. 1987. **Testing theories of island biogeography American Scientist**, 75:402-411.
- CHAGAS JO. Análise da dinâmica de expansão dos sítios urbanos de Anajatuba – MA e Pinheiro – MA e seus impactos socioambientais: perspectivas de um planejamento sustentável. UFMA. Dissertação de Mestrado, 2006.
- CONCEIÇÃO, M. V. S.; MOREIRA, J. F.; FARIAS FILHO, M. S. O espaço natural da Baixada Maranhense. In: FARIAS FILHO, M. S. (Ed.). O espaço geográfico da Baixada Maranhense. São Luís: JK Gráfica Editora, 2012.
- COSTA-NETO, J. P.; BARBIERI, R. IBÁÑEZ, M. S. R.; CAVALCANTE, P. R. S.; PIORSKI, N. M. 2001/2002. Limnologia de três ecossistemas aquáticos característicos da Baixada Maranhense. Boletim Laboratório de Hidrobiologia, São Luis, n. 14/15, p. 19-38.
- COSTA, C. E. S. S.; DE SANTANA, T. C.; TEIXEIRA, E. G. Pesca artesanal no município de São Bento – MA: estudos preliminares. IV Semana Acadêmica das Ciências Agrárias, UEMA. 2015.
- CRIBB, T. H. Digenea (endoparasitic flukes), IN: ROHDE, K. (Ed.) Marine parasitology. pp. 76-87, 2005.
- DEANGELIS, D. L.; TREXLER, J. C. & LOFTUS, W. F. Life history trade-offs and community dynamics of small fishes in a seasonally pulsed wetland. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science** 62:781-790, 2005.
- DUARTE, G. S. C.; LEHUN, A. L.; LEITE, L. A. R.; FILHO, N. C.; BELLAY, S.; TAKEMOTO, R. M. Acanthocephalans parasites of two Characiformes fishes as bioindicators of cadmium contamination in two neotropical rivers in Brazil. Science of the total environment, v. 738, p. 140-339, 2020.
- EIRAS, J. C. Elementos de Ictioparasitologia. 1 ed. Porto: Fundação Engenheiro António de Almeida, 1994. 339 p.
- EIRAS, J. C., TAKEMOTO, R. M., & PAVANELLI, G. C. Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes. Editora da Universidade Estadual de Maringá-PR. 2000.
- EIRAS, J. C.; PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. M. Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes. **2 ed. Maringá: EDUEM**, 2006, 199 p.
- EVANGELISTA, B.; DAMACENA, S.S; CARDOSO, L.G; MARQUES, V.F; SILVA, I.P. Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal, v.11, n.1, p.60-74, 2017.
- FREEMAN, B.; NICO, L.G.; OSENTOSKI, M.; JELKS, H.L.; COLLINS, T.M. Molecular systematic of Serrasalminae: Deciphering the identities of piranha species and unraveling their evolutionary histories. Zootaxa, 1484:1-38, 2007.

- FERREIRA, L. C.; FILHO, M. S. F.; FERREIRA, V. G. S. Pesca artesanal e desenvolvimento socioeconômico do município de São João Batista – Maranhão, Amazônia Oriental. Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. **Revista de Geografia**, (Recife) v. 40, no. 3, 2023.
- GARCÍA DÁVILA, C.; SÁNCHEZ, H.; FLORES, M.; MEJIA, J.; ANGULO, C.; CASTRO-RUIZ, D.; ESTIVALS, G.; GARCÍA, A.; VARGAS, G.; NOLORBE, C.; NÚÑEZ, J.; MARIAC, C.; DUPONCHELLE, F.; RENNO, J.-F. Peces de consumo de la Amazonía Peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Iquitos, Perú, 218 p, 2018.
- GIL DE PERTIERRA, A.A.; OSTROWSKI DE NÚÑEZ, M. 1995. Ocurrencia estacional de *Acanthostomum gnerii* Szidat, 1954 (Acanthostomidae, Acanthostominae) y de dos especies de Derogenidae, Halipeginae, Parasitos del bagre sapo, *Rhamdia sapo* Valenciennes, 1840 (Pisces, Pimelodidae) em Argentina. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, n. 2, p. 305-314.
- GONÇALVES, R. A.; OLIVEIRA, M. S. B.; NEVES, L. R.; TAVARES-DIAS, M. Seasonal pattern in parasite infracommunities of *Hoplerythrinus unitaeniatus* and *Hoplias malabaricus* (Actinopterygii: Erythrinidae) from the Brazilian Amazon. **Acta Parasitologica**, v. 61, n. 1, 119-129, 2016.
- GOMES, P. M. A.; BARBOSA, J. G.; COSTA, E.R.S.; JUNIOR, I.G. Avaliações das condições higiênico-sanitárias das carnes comercializadas na feira livre do município de Catolé do Rocha - PB [Reviews of sanitary hygienic conditions of the meat sold in the open street of the city of Catole of the Rocha - PB] (in Portuguese with summary in English). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** 7(1): 225–232, 2012.
- GUTMAN, S.M. 2005. Caracterização do sistema de produção lavrador-pescador em comunidades rurais no entorno do Lago em Viana, na Baixada Maranhense. São Luís, MA: UEMA.
- HO, J. Why do symbiotic copepods matter? *Copepoda: Developments in Ecology, Biology and Systematics*, 1–7, 2001.
- HORTON, T., & KEYMER, A. E. Comparing life histories using phylogenies. *Philosophical Transactions of The Royal Society of London*. 332: 31-39. 2003.
- HOSHINO, M.D.F.G. Parasito fauna em peixes Characidae e Acestrorhynchidae da Bacia do Igarapé Fortaleza, Estado do Amapá, Amazônia Oriental. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2013. Dissertação de Mestrado, 85 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção pecuária municipal. Rio de Janeiro, v. 42, p.1-39, 2014.
- IBGE. Brasil, Maranhão, Pinheiro. 2019. Disponível. Acesso em: 07 out. 2019.
- IBGE. Perfil dos municípios brasileiros. 2015. Disponível Acesso em: 04 de abril de 2020.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Pecuária Municipal, Maranhão, 2016, v.40, p.1-71

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2020. Produção da pecuária municipal, v.45.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama. 2020. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/panorama>. Acesso em: 27 abr. 2022.

IGEH, P. C.; GILBERT, B. M.; AVENANT-OLDEWAGE, A. Variação sazonal na qualidade da água, traços de metais e variáveis de infecção de *Cichlidogyrus philander* Douëllou, 1993 (Monogenea, Ancyrocephalidae) infectando as brânquias de *Pseudocrenilabrus philander* (Weber, 1897) na Barragem de Padda, África do Sul. *African Journal of Aquatic Science*, p. 1–12, set. 2020.

JAVED, M.; USMANI, N. An overview of the adverse effects of heavy metal contamination on fish health. **Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences**, v. 89, n. 2, p. 389-403, 2019.

JEGÚ, M.; SANTOS, G.M. Lê genre *Serrasalmus* (Pisces: Serrasalminidae) dans lê bas Tocantins (Brésil, Pará), avec a description dune espèce nouvelle, *S. gerye*, da bassin Araguaia-Tocantins. **Revista Hydrobiologia Tropical**, 21(3): 239-274, 1998.

JÉGU, M. Serrasalminae (Pacus and piranhas) In: REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARI Jr., C. J. (Ed.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 182-196, 2003.

JÉGU, M.; INGENITO, L.F.S. - Serrasalminae. Em: BUCKUP, P.A.; MENEZES, N.A.; GHAZZI, M.S. Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Rio de Janeiro: Museu Nacional. páginas 40-43, 2007.

JÚLIO Jr, H.F.; TÓS, C.D.; AGOSTINHO, A.A.; PAVANELLI, C.S. A massive invasion of fish species after eliminating a natural barrier in the upper rio Paraná basin. **Neotropical Ichthyology**, 7:709-718, 2009.

KABATA, Z. Parasitic Copepoda of British fishes. The Ray Society, 1979.

KANAREK, G.; BOHDANOWICZ, J. Larval *Contraecaecum* sp. (Nematoda: Anisakidae) in the Great Cormorant [*Phalacrocorax carbo* (L., 1758)] from north-eastern Poland: A morphological and morphometric analysis. *Veterinary parasitology*, v. 166, n. 1-2, p. 90-97, 2009.

KIMURA, L. M. S. Principais zoonoses. Animais de laboratório: criação e experimentação. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2002.

KRITSKY, D.C.; BOEGER, W.A.; JEGÚ, M. 1998. Neotropical Monogenoidea. 31. Ancyrocephalinae (Dactylogyridae) of piranha and their relatives (Teleostei, Serrasalminidae) from Brazil: Species of *Notozothecium* Boeger e Kritsky, 1988, and *Enallothecium* gen. n. **Journal of the Helminthological Society of Washington**, 65(1): 31- 49.

KRITSKY, D.C.; BOEGER, W.A.; JEGÚ, M. 1997a. Neotropical Monogenoidea. 29. Ancyrocephalinae (Dactylogyridae) of piranha and their relatives (Teleostei, Serrasalminidae) from Brazil: Species of *Amphithecium* Boeger and Kritsky, 1988,

Heterothecium gen. n. and Pithanothecium gen. n. Journal of the Helminthological Society of Washington, 64(1): 25-54.

KRITSKY, D. C.; BOEGER, W. A.; JEGÚ, M. 1997b. Neotropical Monogenoidea. 30. Ancyrocephalinae (Dactylogyridae) of piranha and their relatives (Teleostei, Serrasalminidae) from Brazil: Species of Calpidothecium gen. n., Calpidothecioides gen. n., Odothecium gen. n., and Notothecioides gen. n. Journal of the Helminthological Society of Washington, 64(2): 208-218.

LEHUN, A. L.; HASUIKE, W. T.; SILVA, J. O. S.; CICCHETO, J. R. M.; MICHELAN, G.; RODRIGUES, A. F. C.; NICOLA, D. N.; LIMA, L. D.; CORREIA, A. N.; TAKEMOTO, R. M. Checklist of parasites in fish from the upper Paraná River floodplain: An update. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 29, n. 3, 2020.

LEONARDOS, I., & TRILLES, J. Host-parasite relationships: Occurrence and effect of the parasitic isopod *Mothocya epimerica* on sand smelt *Arterina boyeri* in the Mesolongi and Etolikon Lagoons (W. Greece). *Diseases of Aquatic Organism*.54:243-51. 2003.

LIMA, M. M.; TEIXEIRA, W. C.; RAMOS, R. A. N.; LIMA, A. M. A.; ALVES, L. C.; FAUSTINO, M. A. G. Ocorrência de ovos de *Capillaria* sp. em filé de peixe Saramunete (*Pseudupneus maculatus*) comercializado na Região Metropolitana de Recife PE/Brasil. *Medicina Veterinária, Recife*, v. 2, n.1, p.35-37, jan-mar, 2008.

LIMA, M. A. A fauna de parasitas de *Serrasalmus rhombeus* (Linnaeus, 1776) (Characiformes: Characidae) de lagos de várzea da Amazônia Central. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Manaus, 2010. Dissertação de mestrado, 43 p.

LOWE - MCCONNELL, R.H. 1999. Estudos ecológicos em comunidade de peixes tropicais. EDUSP, São Paulo, Brasil. 524pp.

LUQUE, J. L. Biologia, epidemiologia e controle de parasitos de peixes. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v.13, suplemento 1, p. 161-165, set. 2004.

MACHADO-ALLISON, A.; GARCIA, C. Food habits and morphological changes during ontogeny in three Serrasalmin fish species of the Venezuelan flood-plains. *Copeia*, 1:193-195, 1986.

MACHADO, M. H.; PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. M. Introdução ao estudo dos parasitos de peixes. Maringá, CCB/Nupelia, 1996.

MACHADO, C. & CASTRO, B. (2019). Relações hospedeiro-parasita, **Revista de Ciência Elementar**, V7(04): 076. doi.org/10.24927/rce2019.076.

MACIEL, P. B. Ocorrência de larvas de parasitas da Família Anisakidae em bacalhau (*Gadus macrocephalus*) comercializado em Florianópolis, SC. 2008, 53f. Monografia (conclusão de curso) – Universidade Castelo Branco, Curso de Pós-Graduação em Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal, Florianópolis.

MACKENZIE, K. 1983. Parasites as biological tags in fish populations study. **Advances in Applied Biology**, 7: 251-331.

MALTA, J.C.O. 1984. Os peixes de um lago de várzea da Amazônia Central (lago Janauacá, rio Solimões) e suas relações com os crustáceos ectoparasitas (Branchiura: Argulidae). **Acta Amazonica**, 14(3-4): 355-372.

- MARANHÃO, Secretaria de Estado do Planejamento e Orçamento (SEPLAN); Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC). Regiões de Desenvolvimento: proposta de regionalização do Maranhão. São Luís: IMESC/SEPLAN, 2015a.
- MARTINS, M. L.; ONAKA, E. M.; FENERICK JR, J. 2005. Larval *Contraecaecum* sp. (Nematoda: Anisakidae) in *Hoplias malabaricus* and *Hoplerythrinus unitaeniatus* (Osteichthyes: Erythrinidae) of economic importance in occidental marshlands of Maranhão, **Brazil Veterinary Parasitology**, v. 127, n. 1, p. 51-59.
- MARTINS, M.B.; OLIVEIRA, T. G. Amazônia Maranhense: diversidade e conservação. Belém: MPEG, 2011. 328 p.
- MELLO, M. M. S. Caracterização da fauna parasitária em peixes na Bacia do Rio Pericumã. Pinheiro, Curso de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, 2021. Trabalho de Conclusão de Curso, 26 p.
- MONTEIRO. S.G. Parasitologia na Medicina Veterinária. São Paulo, Editora Roca, 2011.
- MORAES, I. R. Estudo comparativo da sensibilidade de cistos de metacercárias de *Phagicola Faust, 1920* (Trematoda: Heterophyidae) à radiação ionizante e ao congelamento em peixes crus preparados a partir de tainha *Mugil Linnaeus, 1758* (Pisces: Mugilidae). 2005. 111f. Tese (Doutorado) – Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares, autarquia associada à Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MORAVEC, F. 1998. Parasitic nematodes of freshwater fishes of Neotropical region. **Academia, Praha, Czech Republic**. 464 pp.
- MOREY, G. 2019. Parasitología en peces de la Amazonía: Fundamentos y técnicas parasitológicas, profilaxis, diagnóstico y tratamiento. En Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. <http://repositorio.iiap.gob.pe/handle/20.500.12921/394>.
- OKUMURA, M. P. M.; DE PÉREZA. C. A.; & ESPÍNDOLA FILHO A. Principais zoonoses parasitárias transmitidas por pescado - revisão. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 2, n. 2, p. 66-80, 1 jul. 1999.
- OLIVEIRA, A.K.; ALVIM, M.C.C.; PERET, A.C.; ALVES, C.B.M. 2004. Diet shifts related to body size of the pirambeba *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875 (Osteichthyes, Serrasalminae) in the Cajuru reservoir, São Francisco River basin, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 64:117-124, 2004.
- OLIVEIRA, E.R.N.; VIEGAS, E.M.M. Qualidade do Pescado. In: RANZANI-PAIVA, M.J.T.; TAKEMOTO, R.M.; LIZAMA, M.A.P. Sanidade de Organismos Aquáticos. 1a ed., São Paulo: Livraria Varela. Parte VI. Capítulo 21, 2004. p.415-426.
- OLIVEIRA, S. A. L. Pesquisa de helmintos em musculatura e serosa abdominal de peixes de importância comercial capturados no litoral norte do Brasil. Dissertação (Pós-Graduação) – Universidade Federal do Pará, Curso de Mestrado em Ciência Animal, Belém, 2005. 70f.

- ORTÍ, G., SIVASUNDAR, A., DIETZ, K., & JÉGU, M. (2008). Phylogeny of Serrasalmidae (Characiformes) based on mitochondrial DNA sequences. *Genetics and Molecular Biology*, 31(1), 343-351.
- PAKDEENARONG, N.; SIRIBAT, P.; CHAISIRI, K.; DOUANGBOUPHA, B.; RIBAS, A.; CHAVAL, Y.; HERBRETEAU, V.; MORAND, S. Helminth communities in murid rodents from southern and northern localities in Lao PDR: The role of habitat and season. **Journal of Helminthology**, v. 88, p. 302-309, 2014.
- PALA, G.; COSTA, J. C.; KOTZENT, S.; ALVES, L. O.; VARANDAS, D. N.; PILARSKI, F. Relação da temperatura da água com os níveis de parasitismo por *Cichlidogyrus* spp. (Monogenea: Ancyrocephalidae) em *Oreochromis niloticus*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MEDICINA VETERINÁRIA PREVENTIVA, 2, 2015. Resumo. Jaboticabal, São Paulo: ARS Veterinária, v. 31, n.2, p. 114, 2015
- PAVANELLI, G.C.; MACHADO, M.H.; TAKEMOTO, R.M.; GUIDELLI, G.M.; LIZAMA, M.A.P. 2004. Helminth fauna of the fishes: diversity and ecological aspects. In: THOMAZ, S.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Org.) **The Upper Paraná River and its Floodplain: Physical aspects, Ecology and Conservation**, p.309-329.
- PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. M.; EIRAS, J. C. (Org.). Parasitologia de peixes de água doce do Brasil. Maringá: Eduem, 2013.
- PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C.; YAMAGUCHI, M. U.; TAKEMOTO, R. M. Zoonoses humanas transmitidas por peixes no Brasil. Maringá: Unicesumar. 2015. 145p.
- PEREIRA, T. D. J. F.; DE CASTRO, A. C. L.; FERREIRA, H. R. S.; SOARES, L. S.; SILVA, M. H. L.; DE JESUS AZEVEDO, J. W.; DOS SANTOS MOREIRA, M. Extrativismo de mariscos na Ilha do Maranhão (MA): implicações ecológicas e socioeconômicas. **Revista de Políticas Públicas**, v. 21, n. 2, p. 831-854, 2018.
- POMPEU, P. S.; GODINHO, H. P. Dieta e estrutura das comunidades de peixes de três lagoas marginais do médio São Francisco. In: Godinho, H. P.; Godinho, A. L. (Eds.) **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas. p. 183-194. 2003.
- POULIN, R.; LEUNG, T. L. F. Body size, trophic level, and the use of fish as transmission routes by parasites. **Oecologia**, v. 166, n. 3, p. 731-738, 2011.
- RIBAS, A.; JOLLIVET, C.; MORAND, S.; THONGMALAYVONG, B.; SOMPHAVONG, S.; SIEW, C-C.; TING, P-J.; SUPUTTAMONGKOL, S.; SAENSOMBATH, V.; SANGUANKIAT, S.; TAN, T-H.; PABORIBOUNE, P.; AKKHAVONG, K.; CHAISIRI, K. Intestinal Parasitic Infections and Environmental Water Contamination in a Rural Village of Northern Lao PDR. **The Korean Journal of Parasitology**, v. 55, n. 5, p. 523-532, 2017.
- RODRIGUES, T. C. S. Estudo da cobertura e uso da terra na microrregião do Gurupi, Amazônia maranhense, entre os anos 1976-2016 por meio da aplicação do sensoriamento remoto e SIG's. (2018).
- ROSIM, D. F., BOXSHALL, G. A., & CECCARELLI, P. S. A novel micro-habitat for parasitic copepods: a new genus of Ergasilidae (Copepoda: Cyclopoida) from the urinary bladder of a freshwater fish. *Parasitology*, 2013.

- SALGADO-MALDONADO, G.; NOVELO-TURCOTTE, M. T.; CASPETA-MANDUJANO, J. M.; VAZQUEZ HURTADO, G.; QUIROZ-MARTÍNEZ, B.; MERCADO-SILVA, N.; FAVILA, M. 2016. Host specificity and the structure of helminth parasite communities of fishes in a Neotropical river in Mexico. *Parasite* 23:61
- SANTOS, O. M. Avaliação dos usos e ocupação das terras da Bacia Hidrográfica do Rio Pericumã-MA, utilizando como parâmetro os padrões recomendáveis para uma Área de Proteção Ambiental. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade de Ecossistemas). Universidade Federal do Maranhão - São Luís, 2004.140 p.
- SANTOS, G.; Ferreira, E.; Zuanon, J. 2006. Peixes comerciais de Manaus. Ibama, Manaus, Brasil. 144pp.
- SANTOS, M. P. N.; SEIXAS S.; AGGIO R. B. M.; HANAZAKI N.; COSTA M.; SCHIAVETTI A., DIAS J. A.; AZEITEIRO U. M. A. Pesca enquanto Atividade Humana: Pesca Artesanal e Sustentabilidade. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v.12, n.4, p. 405-427, 2012.
- SANTOS, C. A. M. L. Doenças parasitárias associadas ao consumo de pescado no Brasil: incidência e epidemiologia. **Higiene Alimentar**, v. 31, n. 270/271, 2017.
- SAZIMA, I.; MACHADO, F.A. Underwater observation of piranhas in western Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, 28(1-4): 17-31. 1990.
- SILVA, A. F., 2009. Pesca artesanal: seu significado cultural. *Ateliê Geográfico*, v.3, n.1, p.132 –149.
- SILVA, V.V., FARIA, B.C., COSTA, J.C. Mapeamento de planícies alagáveis da microrregião da baixada maranhense nos anos de 2001 e 2010. **Revista Territorium Terram**, vol. 3, no. 5, pp. 80-87, 2015b.
- SILVA, A. S.; GALENO, L. S.; BASTOS, L. S.; JÚNIOR, F. G.; COSTA, F. N. Caracterização da pesca artesanal em municípios da Baixada Maranhense - BRASIL. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.13 n.23; p. 2016-253, 2016.
- SILVA MELLO, M. M., MIRANDA BEZERRA, C. A., CARVALHO VIANA, D., & CORRÊA LOPES, D. F. 2021. Identification of parasitic fauna in fishes of the Pericumã river basin in the state of Maranhão, Brazil. **Neotropical Helminthology**. 23–217.
- SOLER-JIMÉNEZ, L. C.; PAREDES-TRUJILLO, A. I.; VIDAL-MARTÍNEZ, V. M. Helminth 471 parasites of finfish commercial aquaculture in Latin America. **Journal of helminthology**, 472 v. 91, n. 2, p. 110, 2017.
- TAIRA, K. K. Principais parasitas com potencial zoonótico transmitidos pelo consumo de pescado no Brasil. Monografia de Especialização Digital - UFPR, Curitiba-Pr, Ago/2011.
- TAKEMOTO, R.M., AMATO, J.F.R.; LUQUE, J.L. 1996. Comparative analysis of the metazoan parasite communities of leatherjackets, *Oligoplites palometa*, *O. saurus*, and *O. saliens* (Osteichthyes: Carangidae) from Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, 56(4): 639-650.
- TAKEMOTO, R. M.; LUQUE, J. L.; BELLAY, S.; LONGHINI, C. E.; GRAÇA, R. J. Monogenea. In: PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. M.; EIRAS, J. C. (Orgs). *Parasitologia de peixes de água doce do Brasil*. Maringá: Eduem, p. 273-299, 2013.

- TAVARES-DIAS, M.; OLIVEIRA, M. S. B.; GONÇALVES, R. A.; SILVA, L. A. 2014. Ecology and seasonal variation of parasites in wild *Aequidens tetramerus* a Cichlidae from the Amazon. **Acta Parasitologica** 59:158–64.
- TAYLOR, M. A.; COOP, R. L.; WALL, RICHARD L. **Veterinary Parasitology**, São Paulo – SP, Editora Gen-Guanabara Koogan, 2000.
- TEIXEIRA, S. G.; SOUZA FILHO, P.W.M. Mapeamento de ambientes costeiros tropicais (Golfão Maranhense, Brasil) utilizando imagens de sensores remotos orbitais. **Revista Brasileira de Geofísica**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 1, p. 69-82, 2009.
- THATCHER, V. E. **Amazon Fish Parasites**. 2a ed. Bulgaria: Pensoft Publishers, 509 p, 2006.
- THEODOSIO, A, S. C. S.; MARTINS, A. S.; SILVA, A. A. O.; SILVA, D. F.; SILVA, M. R. C.; LIMA, N. S.; GOMES, W. C. Estudo físico-químico do Rio Pericumã na Baixada Maranhense. **Revista Interfaces**, v.11, n.3, 2023.
- TRAVASSOS, L. Introdução ao estudo da Helminologia. Edição da **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, 1950.
- VALTONEN, E. T., MARCOGLIESE, D. J.; JULKUNEN, M. 2010. Vertebrate diets derived from trophically transmitted fish parasites in the Bothnian Bay. *Oecologia* 162:139-152.
- VARELLA, A.M.B. 1992. Copépodos (Crustacea) parasitas das fossas nasais de peixes, coletados na região de Rondônia, Brasil. Tese de doutorado, Instituto de biociências do campus de rio claro, Universidade estadual paulista "Julio de Mesquita Filho". 105 pp.
- WALTER, T. C., & BOXSHALL, G. World of Copepods Database. Ergasilidae Burmeister, 1835. WoRMS, 2023.
- WILLIAN JR, E. H.; WILLIAMS, L. B. Parasites of offshore Big Game Fishes of Puerto Rico and the Western Atlantic. Sportfish Diseases Project. University of Puerto Rico, 1996.
- WORMS. Isopoda. World Register of Marine Species. 2015.
- YANONG, R. P. Nematode (Roundworm) infections in fish. University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, Gainesville, FL., 2002.
- ZAGO, A. C.; FRANCESCHINI, L.; GARCIA, F.; SCHALCH, S. H. C.; GOZI, K. S.; SILVA, R. J. Ectoparasitas de tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques-rede em um reservatório de usina hidrelétrica no Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 23, n. 2, p. 171-178, jun. 2014.