



UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI – URCA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA BIOLÓGICA – DQB
PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA E
RECURSOS NATURAIS - PPGDR

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Biodiversidade de parasitos dos lambaris *Astyanax*
***bimaculatus* e *Astyanax fasciatus* (Characiformes:**
Characidae) de riachos da Chapada do Araripe, Ceará, Brasil

Bruno Anderson Fernandes da Silva

Crato – CE

2020

**Biodiversidade de parasitos dos lambaris *Astyanax*
bimaculatus e *Astyanax fasciatus* (Characiformes:
Characidae) de riachos da Chapada do Araripe, Ceará, Brasil**

Bruno Anderson Fernandes da Silva

Orientador: Prof. Dr. Fábio Hideki Yamada

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais – PPGDR da Universidade Regional do Cariri – URCA, como requisito para obtenção do título de mestre em Diversidade Biológica e Recursos Naturais.

Crato – CE

2020

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade Regional do Cariri – URCA
Bibliotecária: Ana Paula Saraiva de Sousa CRB: 3/1000

Silva, Bruno Anderson Fernandes da.
S586b Biodiversidade de parasitos dos lambaris *Astyanax bimaculatus*
e *Astyanax fasciatus* (Characiformes: Characidae) de riachos da
Chapada do Araripe, Ceará, Brasil/ Bruno Anderson Fernandes da Silva.
– Crato-CE, 2020.

101p.; il.

Dissertação Apresentada ao Programa de Pós-graduação em
Diversidade Biológica e Recursos Naturais da Universidade Regional
do Cariri – URCA

Orientador: Prof. Dr. Fábio Hideki Yamada

1. Bacia do Salgado, 2. Caatinga, 3. Diversidade, 4. Lambaris, 5.
Metazoários parasitos; I. Título.

CDD: 597

Bruno Anderson Fernandes da Silva

**Biodiversidade de parasitos dos lambaris *Astyanax*
bimaculatus e *Astyanax fasciatus* (Characiformes:
Characidae) de riachos da Chapada do Araripe, Ceará, Brasil**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais – PPGDR, área de concentração em Biodiversidade, para obtenção do título de mestre.

Aprovada em 29/09/2020

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Fábio Hideki Yamada (Orientador)
Universidade Regional do Cariri – URCA

Prof^a. Dr^a. Ana Carolina Figueiredo Lacerda (Membro Externo)
Universidade Federal de João Pessoa – UFPB

Prof. Dr. Drausio Honório Moraes (Membro Interno)
Universidade Federal de Uberlândia – UFU

Prof. Dr. José Reinaldo da Silva (Suplente do Membro Externo)
Universidade do Estado de São Paulo – UNESP

Prof. Dr. Samuel Cardozo Ribeiro (Suplente do Membro Interno)
Universidade Federal do Cariri – UFCA

*“Me perdi pelo caminho
Mas não paro, não
Já chorei mares e rios
Mas não afogo não”*

Iza – Dona de mim

Agradecimientos

Agradecimentos

Agradecer primeiramente a Deus pelo dom da sabedoria, por ter me dado força e coragem ao longo dessa jornada acadêmica.

A minha família, em especial a minha mãe por todo o apoio necessário e por nunca ter desistido de mim. A vó Maria, as minhas tias Nina, Vânia, Fofa, Tia Socorro, Vaninha e aos meus tios Baia, Zé Cícero por me apoiarem a me mostrar todos os dias por quais caminhos eu devo seguir. E a “carrada de primos”: Larissa Lima, Alan Almeida, Fiama Almeida, Lucas Almeida, Italo Almeida, Yuri Almeida e Fernando Almeida por me apoiarem e me proporcionarem os melhores momentos já vividos até aqui. E aos pimpolhos que tenho um carinho enorme Caio Noam e Raphael Almeida. Eu amo todos vocês.

Ao meu orientador Fábio Hideki Yamada, que tenho respeito e admiração, os meus sinceros agradecimentos por essa oportunidade e por todo o conhecimento compartilhado, pela paciência e apoio.

A Priscilla de Oliveira Fadel Yamada por todos os momentos de descontrações e conhecimento compartilhado, os meus sinceros agradecimentos. E ao “pistolinha” Felipe Yamada pelas partidas jogadas e boas risadas, obrigado!

Ao professor Reinaldo José da Silva do Laboratório de Parasitologia de Animais Silvestres (LAPAS) – Unesp, por ter me acolhido em seu laboratório e ter a oportunidade de crescer e expandir o meu conhecimento na Taxonomia e Sistemática de parasitos, e pelo apoio e ajuda durante minha estadia em seu laboratório. Em especial a Cristiana Silva e Edna Paulino pela paciência e companheirismo durante esse tempo, o meu muito obrigado!

Aos meus colegas de Pós-graduação, em especial a Dalilange Batista, Heitor Machado, Leonides Azevedo e Whanderson Machado por toda a loucura compartilhada e vivida desde os tempos de graduação, o meu muito obrigado e sucesso!

Aos colegas do Laboratório de Ecologia Parasitária – LABEP, o meu muito obrigado, em especial a Fernanda, Wallas, Dhenes, Andrei e Naiane pelas boas risadas.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (2019 - 143996/2019-3), e a Fundação Cearense de Apoio e Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio científico e financeiro.

Resumo

Resumo

O gênero *Astyanax* Baird e Girard, 1854 engloba peixes popularmente conhecidos como “piabas” ou “lambaris”, sendo um dos gêneros dominantes na ictiofauna de água doce da região Neotropical, possuindo cerca de 150 espécies. Foram investigadas a fauna parasitária de duas espécies de lambaris, *Astyanax bimaculatus* e *Astyanax fasciatus*, do rio Batateiras e riacho do Carás, Bacia Hidrográfica do rio Salgado, município do Crato, Ceará, Brasil. Do total de 273 espécimes analisados, 217 de *A. bimaculatus* e 56 de *A. fasciatus*, foram registrados 15 táxons de parasitos: um mixozoário, sete monogenéticos (táxon com a maior riqueza de espécies); três digenéticos, três nematoides e um crustáceo. *Characithecium costaricensis*, metacercárias de Diplostomidae gen. sp., *Wallinia* sp., *Spiroxys* sp., *Procamallanus (Spirocamallanus) hilarii* e Ergasilidae gen. sp. foram os taxa com ocorrência nas duas espécies hospedeiras. O táxon mais prevalente de parasitos no rio Batateiras foram os monogenéticos: *Characithecium* sp.1 (28%), *Diaphorocleidus kabatai* (28%), *Urocleidoides trinidadensis* (25%). No riacho Carás o táxon mais prevalente foi o monogenético *U. trinidadensis* (76%), seguido de Ergasilidae gen. sp. (52%). Diplostomidae gen. sp. apresentou os maiores valores de intensidade média de infecção ($25,04 \pm 3,20$) e abundância média ($13,02 \pm 2,31$), seguido por *Spiroxys* sp. (larva) com intensidade média de infecção ($12 \pm 2,78$) e abundância média ($5,28 \pm 1,85$), sendo que ambos os helmintos foram recuperados de *A. bimaculatus* do riacho Carás. Helmintos com o maior número de espécimes encontrados foram as metacercárias de Diplostomidae (n= 651), seguido pelos monogenéticos de *U. trinidadensis* (n= 428). *Characithecium costaricensis* foi a única espécie observada em ambas as espécies de lambaris e em ambos os locais de estudos. O inventário da fauna de parasitos dessas espécies de lambaris do presente neste estudo incluiu novos registros para a Bacia Hidrográfica do Salgado, com dez possíveis novas espécies e três novos registros. Por fim, o presente estudo amplia o conhecimento da diversidade de parasitos de peixes do gênero *Astyanax* na região Neotropical.

Palavras-chave: Bacia do Salgado; Caatinga; Diversidade; Lambaris; Metazoários parasitos; Região Neotropical.

Abstract

The genus *Astyanax* Baird and Girard, 1854 encompasses fish popularly known as “piabas” or “lambaris”, being one of the dominant genera in the freshwater ichthyofauna of the Neotropical region, possessing about 150 species. The parasitic fauna of two species of lambaris, *Astyanax bimaculatus* and *Astyanax fasciatus*, the Batateiras River and Carás stream, Hydrographic Basin of the Salgado river, municipality of Crato, Ceará, Brazil, were investigated. Of the total of 273 specimens analyzed, 217 of *A. bimaculatus* and 56 of *A. fasciatus*, 15 parasite taxa were recorded: one myxozoan, seven monogenetic (taxon with the highest species richness); three digenetics, three nematodes and a crustacean. *Characithecium costaricensis*, metacercariae of Diplostomidae gen. sp., *Wallinia* sp., *Spiroxys* sp., *Procamallanus (Spirocamallanus) hilarii* and Ergasilidae gen. sp. were the taxa occurring in the two host species. The most prevalent taxon of parasites in the Batateiras River were monogenetics: *Characithecium* sp.1 (28%), *Diaphorocleidus kabatai* (28%), *Urocleidoides trinidadensis* (25%). In the Carás stream the most prevalent taxon was the monogenetic *U. trinidadensis* (76%), followed by Ergasilidae gen. sp. (52%). Diplostomidae gen. sp. presented the highest values of mean intensity of infection (25.04 ± 3.20) and mean abundance (13.02 ± 2.31), followed by *Spiroxys* sp. (larvae) with mean intensity of infection (12 ± 2.78) and mean abundance (5.28 ± 1.85), both helminths being recovered from *A. bimaculatus* from Carás stream. Helminths with the largest number of specimens found were Diplostomidae metacercariae ($n = 651$), followed by monogenetic *U. trinidadensis* ($n = 428$). *Characithecium costaricensis* was the only species observed in both species of lambaris and in both study sites. The inventory of the parasite fauna of these lambaris species in this study included new records for the Salgado Hydrographic Basin, with ten possible new species and three new host records and increased knowledge of the diversity of fish parasites of the genus *Astyanax* in the Neotropical Region.

Keywords: Salgado Basin; Caatinga; Diversity; Lambaris; Metazoan parasites; Neotropical Region.

Lista de figuras

Lista de Figuras

- Figura 1.** Localização geográfica do rio Batateiras e riacho Carás, localizados no estado do Ceará. **Fonte:** elaborados pelo autor.....22
- Figura 2.** Em (A) Rio Batateiras, Parque Estadual Sítio Fundão e (B) Riacho do Carás, localizados no município do Crato, estado do Ceará, Brasil. **Fonte:** elaborados pelo autor.....23
- Figura 3.** Espécies de peixes do gênero *Astyanax* Baird e Girard, 1854 coletados em riachos da Chapada do Araripe, município do Crato, Ceará, Brasil. (A) *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758; (B) *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819. **Fonte:** elaborados pelo autor.....33
- Figura 4.** *Henneguya* sp. encontrados em brânquias de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758, do rio Batateiras e riacho Carás, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) e (B) esporos de *Henneguya* sp.; (C) Esporos de *Henneguya* sp. Setas indicam a cauda (C) e a cápsula polar (CP). **Fonte:** elaborados pelo autor.....51
- Figura 5.** *Characithecium costaricensis* Mendonza-Franco, Reina e Torchinn, 2009. encontrado em brânquias de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 e *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do rio Batateiras e riacho Carás, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo vista ventral; (B) Órgão copulatório masculino (OCM) em vista ventral; (C) haptor contendo âncoras, barras e ganchos. **Fonte:** elaborados pelo autor.....52
- Figura 6.** *Characithecium* sp.1 encontrado em brânquias de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758, do rio Batateiras e riacho Carás, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo vista ventral; (B) Órgão copulatório masculino (OCM) em vista ventral; (C) haptor contendo âncoras, barras e ganchos. **Fonte:** elaborados pelo autor.....53
- Figura 7.** *Characithecium* sp.2 encontrado em brânquias de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758, do rio Batateiras, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo vista

dorsal; B) Órgão copulatório masculino (OCM) em vista ventral; (C) haptor contendo âncoras, barras e ganchos. **Fonte:** elaborados pelo autor.....54

Figura 8. *Diaphorocleidus* sp.1 encontrado em brânquias de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758, do rio Batateiras e riacho do Carás, município de Crato, Ceará, Brasil: (A) Corpo vista dorsal; B) Órgão copulatório masculino (OCM) em vista ventral; (C) haptor contendo âncoras, barras e ganchos. **Fonte:** elaborados pelo autor.....55

Figura 9. *Urocleidoides trinidadensis* Molnar, Hanek e Fernando, 1974. encontrado em brânquias de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758, do rio Batateiras e riacho do Carás, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo vista ventral; B) Órgão copulatório masculino (OCM) em vista ventral; (C) haptor contendo âncoras, barras e ganchos. **Fonte:** elaborados pelo autor.....56

Figura 10. *Anacanthocotyle anacanthocotyle* Kritsky e Fritts, 1970. encontrado em brânquias de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758, do rio Batateiras e riacho do Carás, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo vista ventral; (B) Órgão copulatório masculino (OCM) em vista dorsal; (C) haptor contendo ganchos. **Fonte:** elaborados pelo autor.....57

Figura 11. *Diaphorocleidus kabatai* Jogunoori, Kritsky e Venkatanarasaiah, 2004. encontrado em brânquias e superfície de *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do rio Batateiras, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo vista ventral; (B) Órgão copulatório masculino (OCM) em vista ventral; (C) haptor contendo âncoras, barras e ganchos. **Fonte:** elaborados pelo autor.....58

Figura 12. *Diaphorocleidus* sp.2 encontrado em brânquias de *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do rio Batateiras e riacho do Carás, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo vista ventral; (B) Órgão copulatório masculino (OCM) em vista ventral; (C) haptor contendo âncoras, barras e ganchos. **Fonte:** elaborados pelo autor.....59

Figura 13. *Trinibaculum pinctiarum* Narciso, Brandão, Yamada, Benine e Silva, 2014. encontrado em brânquias de *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do rio Batateiras, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo vista dorsal; (B) Órgão copulatório masculino (OCM)

em vista dorsal; (C) haptor contendo âncoras, barras e ganchos. **Fonte:** elaborados pelo autor.....60

Figura 14. Dactylogyridae gen. sp. encontrado na superfície do corpo de *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do rio Batateiras, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo vista ventral; (B) Órgão copulatório masculino (OCM) em vista ventral; (C) haptor contendo ganchos. **Fonte:** elaborados pelo autor.....61

Figura 15. *Gyrodactylus* sp.1 encontrado na superfície do corpo de *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do rio Batateiras, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo vista ventral; (B) Órgão copulatório masculino (OCM) em vista ventral; (C) haptor contendo âncoras e ganchos. **Fonte:** elaborados pelo autor.....62

Figura 16. *Gyrodactylus* sp.2 encontrado nas brânquias de *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do rio Batateiras, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo vista ventral; (B) Órgão copulatório masculino (OCM) em vista ventral; (C) haptor contendo âncoras e ganchos. **Fonte:** elaborados pelo autor.....63

Figura 17. Diplostomidae gen. sp. (metacercária) encontrado nos olhos de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 e *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do rio Batateiras e riacho do Carás, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo em vista ventral; (B) Extremidade anterior; (C) Extremidade posterior. **Fonte:** elaborados pelo autor.....64

Figura 18. *Wallinia* sp. encontrado nos cecos e intestino de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 e *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do rio Batateiras, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo vista em vista ventral; (B) Extremidade anterior em vista ventral; (C) Extremidade posterior em vista ventral. **Fonte:** elaborados pelo auto.....65

Figura 19. *Clinostomum* sp. (metacercária) encontrado nas brânquias e mesentério de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 do riacho do Carás, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo em vista ventral. As setas indicam a ventosa ventral (VV) e ceco intestinal (CI); (B) Extremidade anterior. As setas indicam a ventosa oral (VO) e faringe

(F); (C) Extremidade posterior. AS setas indicam o testículo anterior (TA), ovário (OV) e testículo posterior (TP); (D) Extremidade posterior. A seta indica o útero (UT). **Fonte:** elaborados pelo autor.....66

Figura 20. *Spiroxys* sp. (larva) encontrado no mesentério de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 e *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do rio Batateiras e riacho do Carás, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Região anterior; (B) Deirídios (setas apontam sua localização); (C) Extremidade posterior. **Fonte:** elaborados pelo autor.....67

Figura 21. *Procamallanus (Spirocamallanus) hilarii* Pinto, 1976. encontrado nos cecos e intestino de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 e *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do rio Batateiras, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Região anterior com cápsula bucal; (B1 e B2) papilas cloacais; (C) Região anterior contendo espículas (EP) do macho. **Fonte:** elaborados pelo autor.....68

Figura 22. *Hysterothylacium* sp. (larva) encontrado no mesentério de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 do riacho do Carás, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Região anterior; (B) Região anterior evidenciando o dente cefálico (DC); (C) Extremidade anterior evidenciando o poro excretor (PE); (D) Região posterior. **Fonte:** elaborados pelo autor.....69

Figura 23. Ergasilidae gen. sp. encontrado nas brânquias de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 e *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819 do riacho do Carás, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo em vista dorsal; (B) Região anterior; (C) Região posterior. **Fonte:** Fotos do autor.....70

Lista de tabelas

Lista de Tabelas

- Tabela I.** Lista de parasitos registrados em hospedeiros do gênero *Astyanax* da região Neotropical.....25
- Tabela II.** Dados biométricos das espécies de peixes *Astyanax bimaculatus* e *Astyanax fasciatus* analisados neste estudo, provenientes do rio Batateiras e riacho do Carás, bacia do Salgado, município de Crato, Ceará, Brasil. Comprimento padrão (em centímetros) e peso (em gramas). Valores mostrados como média \pm desvio padrão (mínimo – máximo).....34
- Tabela III.** Número de peixes *Astyanax bimaculatus* e *Astyanax fasciatus* coletados e períodos de amostragem no rio Batateiras e riacho do Carás, Bacia do rio Salgado, município do Crato, Ceará, Brasil.....41
- Tabela IV.** Fauna parasitária das espécies de peixes *Astyanax bimaculatus* e *Astyanax fasciatus* do rio Batateiras, Bacia do Salgado, município de Crato, Ceará, Brasil. NF – Número da figura; NRH - novo registro de hospedeiro; NRG - novo registro geográfico para bacia hidrográfica; PNS – possível nova espécie.....42
- Tabela V.** Fauna parasitária das espécies de peixes *Astyanax bimaculatus* e *Astyanax fasciatus* do riacho Carás, Bacia do Salgado, município de Crato, Ceará, Brasil. NF – Número da figura; NRH - novo registro de hospedeiro; NRG - novo registro geográfico para bacia hidrográfica; PNS – possível nova espécie.....44
- Tabela VI.** Número de hospedeiros analisados (NH), número de parasitos coletados (N), Prevalência (P), intensidade média (IM) de infecção/infestação, abundância média (AM) e local de infestação/infecção dos parasitos de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 e *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do rio Batateiras, município de Crato, Ceará, Brasil.....46

Tabela VII. Número de hospedeiros analisados (NH), número de parasitos coletados (N), Prevalência (P), intensidade média (IM) de infecção/infestação, abundância média (AM) e local de infestação/infecção dos parasitos de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 e *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do riacho Carás, município de Crato, Ceará, Brasil.....48

Sumário

Sumário

1. Introdução geral	22
1.1 Biodiversidade de peixes e seus parasitos	22
1.2 Área de estudo e sua ictiofauna	23
1.3 Gênero <i>Astyanax</i> e hospedeiros investigados	26
2. Objetivos	38
2.1 Objetivo geral	38
2.2 Objetivos específicos	38
3. Material e Métodos	40
3.1 Delineamento amostral	40
3.2 Coleta, processamento e identificação dos parasitos	40
3.3 Análise dos dados	41
4. Resultados	43
4.1 Amostragem de peixes <i>Astyanax bimaculatus</i> e <i>Astyanax fasciatus</i>	43
4.2 Fauna parasitária de <i>Astyanax bimaculatus</i> e <i>Astyanax fasciatus</i>	43
5. Discussão	74
6. Considerações finais	84
7. Referências	

Introdução geral

1 Introdução geral

1.1 Biodiversidade de peixes e seus parasitos

Segundo Magurran (2013) a diversidade biológica ou biodiversidade engloba a variabilidade entre os organismos vivos de todos os sistemas, incluindo terrestres, marinhos ou outros sistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que eles fazem parte, compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas.

Parasitos são parte fundamental das comunidades e ecossistemas, não podendo ser negligenciados (BROOKS e HOBERG, 2001; POULIN e MORAND, 2004; TAKEMOTO et al., 2005; LUQUE e POULIN, 2007). Inventários desses organismos têm um papel importante para estudos de biodiversidade (LUQUE et al., 2004); tais estudos permitem conhecer a biogeografia, filogenia, distribuição das populações de parasitos e de seus hospedeiros intermediários e definitivos requeridos para o ciclo de vida (MARCOGLIESE, 2003). Como ciência, a Ictioparasitologia busca entender as interações existentes entre os peixes e seus parasitos, bem como as doenças originadas dessa associação (POULIN, 2007; APPELTANS et al., 2012; PAVANELLI et al., 2013).

Os peixes de água doce representam 20-25% da biodiversidade de vertebrados global, concentrando cerca de 0,01% da biodiversidade de água doce do planeta (VARI e MALABARBA, 2015). A região Neotropical detém a mais rica fauna de peixes de água doce do mundo, onde estima-se serem encontradas 8.000 espécies (VARI e MALABARBA, 2015; BERTACO et al., 2016) e dessa estimativa, os rios brasileiros registram a ocorrência de 2.587 espécies (BUCKUP et al., 2007). Por terem vivido em estreita associação durante um logo período de tempo com uma grande variedade de formas de invertebrados, os peixes apresentam uma maior quantidade e diversidade de parasitos do que qualquer outra classe de vertebrados (THATCHER, 2006). Estes organismos são componentes onipresentes em peixes de ambientes de água doce e muito sensíveis as perturbações ambientais ou antrópicas (MÖLLER, 1987; CATALANO et al., 2014). Sendo assim, os parasitos de peixes podem indicar a qualidade ambiental, o habitat de seu hospedeiro e interagir com diferentes níveis da comunidade estrutural de

microrganismos de peixes, constituindo assim potenciais bioindicadores (ADAMS e GREELEY, 2000; MACHADO, 2015).

Considerando a biodiversidade de peixes, também se espera uma grande diversidade de parasitos para o Brasil e, sendo assim, estudos que envolvem parasitos de peixes na América do Sul são de grande relevância para que se possa compreender o papel-chave destes no ecossistema, bem como para desenvolver melhores medidas de conservação da biodiversidade, conhecimento este, que pode servir de embasamento para outras áreas, como a de impacto do parasitismo, em pisciculturas e zoonoses transmitidas por parasitos de peixe (LUQUE et al., 2017).

Na América do Sul, menos de 10% das espécies de peixes conhecidas tiveram sua fauna parasitária catalogada (LUQUE et al., 2017). Neste contexto, estudos de parasitos de peixes em diferentes localidades do Brasil ampliariam a distribuição do conhecimento acerca da biodiversidade de metazoários parasitos, para que se teste com consistência, diferentes hipóteses sobre distribuição de espécies de helmintos parasitos de peixes neotropicais (LUQUE e POULIN, 2007; LUQUE et al., 2017).

1.2 Área de estudo e sua ictiofauna

As Bacias Hidrográficas do Nordeste do Brasil estão em parte sob influência do Domínio Caatinga (ROSA et al., 2003). A bacia do Salgado é formada principalmente pelo Rio Batateiras e riacho dos Porcos, sendo este o principal afluente da margem direita do Rio Jaguaribe (COGERH, 1999; PINHEIRO et al., 2011). O presente estudo foi realizado no Rio Batateiras e riacho do Carás que estão inseridos na bacia do Salgado (Figura 1).

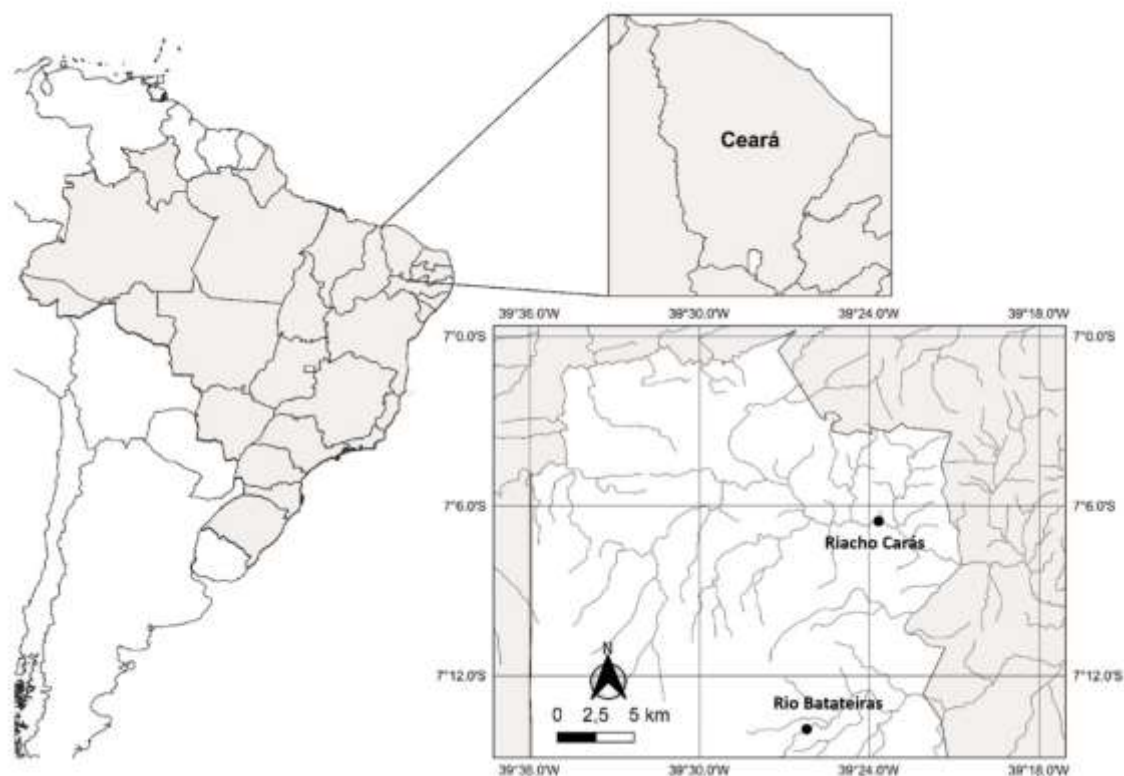


Figura 1. Localização geográfica do rio Batateiras e riacho Carás, localizados no estado do Ceará. **Fonte:** elaborados pelo autor.

A bacia hidrográfica do Salgado drena uma área de aproximadamente 12.636 Km² abrangendo 23 municípios, totalizando 9% do território cearense. A região localizada entre a bacia do rio Salgado possui quatro unidades de conservação, cujas fronteiras ultrapassam os limites da bacia, entre elas a Área de Proteção Ambiental (APA) da Chapada do Araripe e o Parque Estadual Sítio Fundão, localizado no município do Crato, onde nasce o rio Batateiras (Figura 2A). Entre os municípios do Crato e Juazeiro do Norte, existe uma área que detém a passagem do riacho do Carás (Figura 2B), afluente da margem direita do rio Batateiras (PINHEIRO et al., 2011; PACTO DAS ÁGUAS, 2013).



Figura 2. Em (A) Rio Batateiras, Parque Estadual Sítio Fundão e (B) Riacho do Carás, localizados na Área de Proteção Ambiental, no município do Crato, estado do Ceará Brasil. **Fonte:** elaborados pelo autor.

A ictiofauna da Caatinga nordestina é resultante de processos históricos de especiação vicariante, que podem ter sido determinados por: transgressões marinhas (LUNDBERG et al., 1998), expansões do clima semiárido (AB’SÁBER, 1995) e reordenações nas redes de drenagens (AB’SÁBER, 1957), de processos ecológicos que determinaram a adaptação de espécies as condições climáticas e o regime hidrológico da região.

As espécies da ictiofauna da Caatinga nordestina distribuem-se em bacias interiores e costeiras do nordeste brasileiro, por isso há uma dificuldade em caracterizar uma ictiofauna típica ou exclusiva deste ecossistema, já que a distribuição de muitas espécies nos rios que cortam a Caatinga estende-se para além de seus limites, atingindo outros ecossistemas adjacentes. Dentre as espécies dos limites geográficos do domínio

Caatinga, destacamos peixes do gênero *Astyanax* Baird e Girard, 1854, conhecidas popularmente por “lambaris ou piabas” (ROSA et al., 2003).

1.3 Gênero *Astyanax* e hospedeiros investigados

Astyanax Baird e Girard, 1854 representa um dos gêneros dominantes da ictiofauna de água doce na América do Sul (GÉRY, 1997) possuindo aproximadamente 150 espécies (FRICKE et al., 2018). As espécies são de pequeno porte, hábito alimentar onívoro e formam pequenos cardumes (SUZUKI e ORSI, 2008). O fato de apresentar hábito alimentar onívoro e compor a dieta de vários vertebrados, como mamíferos aquáticos, aves e peixes piscívoros, caracteriza estes peixes como hospedeiros intermediários ou definitivos de várias espécies de endoparasitos (AZEVEDO et al., 2007; LIZAMA et al., 2008). Estudos prévios sobre a helmintofauna de peixes no gênero *Astyanax* já evidenciaram uma alta diversidade de parasitos, além de identificá-los como potenciais indicadores faunísticos através das diferentes espécies e formas evolutivas encontradas (AZEVEDO et al., 2007) (Tabela I).

Tabela I. Lista de parasitos registrados em hospedeiros do gênero *Astyanax* da região Neotropical.

Parasitos	Referências
Myxozoa	
Myxobolidae Thélohan, 1892	
<i>Henneguya intracornea</i> Gioia, Cordeira e Artigas, 1986	Gioia et al., 1986
<i>Henneguya cesarpinto</i> Guimarães, 1931	Guimarães, 1931
<i>Henneguya bergamini</i> Guimarães, 1931	Guimarães, 1931
<i>Henneguya travassoi</i> Guimarães e Bergamin, 1933	Guimarães e Bergamin, 1933
<i>Henneguya hoimba</i> Cordeiro e Gioia, 1987	Cordeiro e Gioia, 1987
<i>Henneguya artigasi</i> Gioia e Cordeiro, 1987	Gioia e Cordeiro, 1987
<i>Henneguya</i> sp.	Camargo et al., 2016
<i>Henneguya axtyanax</i> Vital, Corral, Matos e Azevedo, 2003	Vita et al., 2003
<i>Henneguya chydadea</i> Barassa, Cordeiro e Arana, 2003	Barassa et al., 2003; Milanin et al., 2018
Monogenea	
Dactylogyridae Bychowsky, 1933	
<i>Amphithecium</i> sp.	Ferrari-Hoeinghaus et al., 2006; Lizama et al., 2008
<i>Cacatuocotyle guaibensis</i> Gallas, Calegari-Marques e Amato, 2014	Gallas et al., 2014; Negrelli et al., 2018
<i>Cacatuocotyle</i> sp.	Franco et al., 2013
<i>Cacatuocotyle chajuli</i> Franco, Caspeta-Mandujano e Salgado-Maldonado, 2013	Franco et al., 2013; Salgado-Maldonado et al., 2019
<i>Cacatuocotyle exiguum</i> Franco, Caspeta-Mandujano e Salgado-Maldonado, 2013	Franco et al., 2013; Salgado-Maldonado et al., 2019
<i>Cacatuocotyle papilionis</i> Zago, Franceschini, Müller e Silva, 2018	Zago et al., 2018
<i>Cacatuocotyle paranaensis</i> Boeger, Domingues e Kritsky, 1997	Acosta et al., 2015
<i>Characithecium costaricensis</i> Mendonza-Franco, Reina e Torchinn, 2009	Mendonza-Franco et al., 2009; Caspeta-Mandujano et al., 2009; Mora-Bonilla, 2010; Pérez-Ponce de León et al., 2010; Salgado-Maldonado et al., 2011; Aguilar-Aguilar et al., 2014; Acosta et al., 2015; Jiménez-Sánchez et al., 2019; Salgado-Maldonado et al., 2019

<i>Characithecium triprolatum</i> Gallas, Calegari-Marques e Amato, 2016	Gallas et al., 2016
<i>Diaphorocleidus kabatai</i> Jogunoori, Kritsky e Venkatanarasaiah, 2004	Jogunoori et al., 2004; Mendonza-Franco et al., 2009; Mora-Bonilla, 2010; Almeida e Cohen, 2011; Acosta et al., 2015; Camargo et al., 2016; Negrelli et al., 2018; Jiménez-Sánchez et al., 2019; Salgado-Maldonado et al., 2019
<i>Diaphorocleidus orthodus</i> Mendonza-Franco, Reina e Torchin, 2009	Mendonza-Franco et al., 2009; Camargo et al., 2016
<i>Jainus hexops</i> Kritsky e Leiby, 1972	Kritsky e Leiby, 1972; Camargo et al., 2016
<i>Notozothecium</i> sp.	Ferrari-Hoeinghaus et al., 2006; Lizama et al., 2008; Acosta et al., 2015
<i>Trinigyrus</i> sp.	Negrelli et al., 2018
<i>Trinibaculum altiparanae</i> Abdallhah, Azevedo e Silva, 2013	Abdallhah et al., 2013; Camargo et al., 2016
<i>Trinibaculum pinctiarum</i> Narciso, Brandão, Yamada, Benine e Silva 2014	Narciso et al., 2014
<i>Palombitrema heteroancistrum</i> Price e Bussing, 1968	Mendonza-Franco et al., 1999; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado et al., 2011; Jiménez-Sánchez et al., 2019; Salgado-Maldonado et al., 2019
<i>Urocleidoides trinidadensis</i> Molnar, Hanek e Fernando, 1974	Molnar et al., 1974; Camargo et al., 2016
<i>Urocleidoides astyanacis</i> Gioia, Cordeiro e Artigas, 1988	Gioia et al., 1988; Azevedo et al., 2007; Camargo et al., 2016
<i>Urocleidoides strombicirrus</i> Kritsky e Thatcher, 1974	Kritsky e Thatcher, 1974; López-Jiménez, 2001; Texta-Camacho et al., 2003; Salgado-Maldonado et al., 2004; Múgica-Ruiz e Caspeta-Mandujano 2009; Caspeta-Mandujano et al., 2009; Mora-Bonilla, 2010; Pérez-Ponce de León et al., 2010; Salgado-Maldonado et al., 2011; Salgado-Maldonado et al., 2016; Ruiz et al., 2018; Jiménez-Sánchez et al., 2019; Salgado-Maldonado et al., 2019
Gyrodactylidae Van Beneden and Hesse, 1863	
<i>Anacanthocotyle anacanthocotyle</i> Kritsky e Fritts, 1970	Kritsky e Fritts, 1970; Mendonza-Franco et al., 1999; Salgado-Maldonado et al., 2005; Mora-Bonilla, 2010; Loya-Cancino, 2012; Jiménez-Sánchez et al., 2019; Salgado-Maldonado et al., 2019
<i>Gyrodactylus neotropicalis</i> Kritsky e Fritts, 1970	Kritsky e Fritts, 1970; Mendonza-Franco et al., 1999; Salgado-Maldonado et al., 2019

<i>Gyrodactylus pakan</i> Ranzo-Mendivil, Garcia-Vasquez e Rubio Godoy, 2016	Ranzo-Mendivil et al., 2016
<i>Gyrodactylus teken</i> Ranzo-Mendivil, Garcia-Vasquez e Rubio Godoy, 2016	Ranzo-Mendivil et al., 2016
Digenea	
Allocreadiidae Looss, 1902	
<i>Auriculostoma astyanace</i> Scholz, Aguirre-Macedo e Choudhury, 2004	Scholz et al., 2004
<i>Auriculostoma totonacapanensis</i> Ranzo-Mendivil, Mendonza-Garfias, De León e Rubio-Godoy, 2014	Ranzo-Mendivil et al., 2014
<i>Creptotrematina aguirrepequeno</i> Jiménez-Guzmán, 1973	Aguilar-Aguilar et al., 2014
<i>Wallinia chavarriae</i> Choudhury, Daverdin e Brooks, 2002	Choudhury et al., 2002
<i>Wallinia mexicana</i> Pérez-Ponce de León, Ranzo-Mendivil, Mendonza-Garfias, Rubio-Godoy e Choudhury, 2015	Pérez-Ponce de León et al., 2015
<i>Wallinia brasiliensis</i> Dias, Müller, De Almeida, Da Silva, De Azevedo, De León e Abdallah, 2018	Dias et al., 2018
<i>Wallinia anindoi</i> Hernández-Mena, Pinacho-Pinacho, García-Varela, Mendonza-Garfias e De León, 2019	Hernández-Mena et al., 2019
Bucephalidae Poche, 1907	
<i>Prosorhynchus costai</i> Travassos, Artigas e Pereira, 1928	Travassos et al., 1928
<i>Rhipidocotyle santanaensis</i> Lunaschi, 2004 (metacercária)	Negrelli et al., 2018
<i>Rhipidocotyle</i> sp.	Salgado-Maldonado et al., 2005
Callodistomidae Odhner, 1910	
<i>Prosthenhystera obesa</i> Diesing, 1850	Kohn et al., 1997; Eiras et al., 2010; Vasconcelos et al., 2013
<i>Pseudoprosthenhystera microtesticulata</i> Kloss, 1966	Kloss, 1966; Kohn et al., 1997
Cladorchiidae Fiscoeder, 1091	
<i>Dadaytremoides grandistomis</i> Thatcher, 1979	Thatcher, 1979
Clinostomidae Lühe, 1901	
<i>Clinostomum</i> sp. (metacercária)	Lizama et al., 2008
<i>Clinostomum complanatum</i> (Rudolphi, 1814) Braun, 1899 (metacercária)	Abdallah et al., 2004; Espinal-Carrión e Lopez-Lopez, 2010; Ruiz et al., 2018

Cryptogonimidae Ward, 1917

<i>Acanthostomum americanum</i> Pérez-Vigueras, 1956	Salgado-Maldonado, 2008
<i>Oligogonotylus manteri</i> Watson, 1976	Salgado-Maldonado, 2008
<i>Olmeca laurae</i> Lamothe-Argumedo e Pineda-López, 1990	Salgado-Maldonado, 2008

Diplostomidae Poirier, 1886

<i>Diplostomum</i> sp.	Salgado-Maldonado et al., 2005
<i>Austrodiplostomum compactum</i> Lutz, 1928	Scholz et al., 2004
<i>Tylodelphys</i> sp. (metacercária)	Lizama et al., 2008
<i>Uvulifer ambloplitis</i> (Hughes, 1927) Dubois, 1938 (metacercária)	Salgado-Maldonado et al., 2005; Espinal-Carrión e Lopez-Lopez, 2010

Derogenidae Nicoll, 1910

<i>Genarchella parva</i> Travassos, Artigas e Pereira, 1928	Travassos et al., 1928; Kohn et al., 1990
<i>Genarchella astyanactis</i> Watson, 1976	Scholz e Vargas-Vázquez, 1999; Scholz et al., 1995; Salgado-Maldonado, 2008
<i>Genarchella fragilis</i> Lunaschi, 1990	Ostrowski et al., 2017
<i>Genarchella genarchella</i> Travassos, Artigas e Pereira, 1928	Eiras et al., 2010
<i>Genarchella overstreeti</i> Brooks, Mayes e Thorson, 1979	Scholz et al., 1995; Ostrowski et al., 2017
<i>Halipegus</i> sp.	Kohn e Fernandes, 1987
<i>Halipegus tropicus</i> Manter, 1936	Kloss, 1966
<i>Halipegus dubius</i> Klein, 1905	Tatcher, 2006

Echinochasmidae Odhner, 1910

<i>Echinochasmus leopoldinae</i> Scholz, Ditrich e VargasVazquez, 1996	Violante-González et al., 2007
<i>Echinochasmus macrocaudatus</i> Ditrich, Scholz e Vargas-Vazquez, 1997	Scholz e Vargas-Vázquez, 1999

Faustulidae Poche, 1926

<i>Antorchis lintoni</i> Travassos, Artigas e Pereira, 1928	Travassos et al., 1928; Acosta et al., 2015
<i>Antorchis</i> sp. (metacercária)	Lizama et al., 2008
<i>Bacciger astyanactis</i> Lunaschi, 1998	Lunaschi, 1998; Ostrowski et al., 2017

Gorgoderidae Loss, 1899	
<i>Dendrorchis retrobilona</i> Volonterio e Ponce de León, 2005	Volonterio e Ponce de León, 2005; Gallas e Utz, 2019a
Haploporidae Nicoll, 1904	
<i>Chalcinotrema ruedasuelensis</i> Thatcher, 1978	Kohn et al., 1999; Tatcher, 2006
<i>Saccocoelioides octavus</i> Szidat, 1970	Szidat, 1970
<i>Saccocoelioides bacilliformis</i> Szidat, 1973	Gallas e Utz, 2019b
<i>Saccocoelioides chauhani</i> Lameto-Argumedo, 1974	Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2008
<i>Saccocoelioides</i> cf. <i>sogandaresi</i> Lumsden, 1961	Salgado-Maldonado et al., 2005
Heterophyidae Leiper, 1909	
<i>Ascocotyle (Ascocotyle) tenuicollis</i> Price, 1935 (metacercária)	Salgado-Maldonado et al., 2005; Lizama et al., 2008; Pozza et al., 2017
<i>Ascocotyle (Phagicola) longa</i> Ransom, 1920	Violante-González et al., 2007
<i>Ascocotyle (Phagicola) nana</i> Ransom, 1920	Scholz et al., 1997
<i>Centrocestus formosanus</i> Nishigori, 1924	Salgado-Maldonado et al., 2001; Aguilar-Aguilar et al., 2014
Macroderoididae McMullen, 1937	
<i>Magnivitellinum simplex</i> Kloss, 1966	Salgado-Maldonado et al., 2005; Kohn et al., 2011
Proterodiplostomidae Dubois, 1936	
<i>Herpetodiplostomum</i> sp. (metacercária)	Lizama et al., 2008
Zonocotylidae Yamaguti, 1963	
<i>Zonocotyle haroltravassossi</i> (Phadila, 1978) Kohn et al., 1985	Camargo et al., 2016
Cestoda	
Bothriocephalidae Blanchard, 1849	
<i>Senga</i> sp.	Azevedo et al., 2007
<i>Schyzocotyle acheilognathi</i> Yamaguti, 1934	Salgado-Maldonado et al., 2001
Gryporhynchidae Spassky e Spasskaya, 1973	
<i>Dendrouterina papillifera</i> Fuhrmann, 1908	Ortega-Olivares et al., 2014
<i>Glossocercus aurita</i> Rudolphi, 1819	Salgado-Maldonado et al., 2001; Ortega-Olivares et al., 2014
Proteocephalidea Mola, 1928	
Proteocephalidea gen. sp. (metacestoides)	Salgado-Maldonado et al., 2005; Azevedo et al., 2007
Acanthocephala	
Quadrigyridae Van Cleave, 1920	

<i>Quadrigyrus</i> sp.	Lizama et al., 2008
<i>Quadrigyrus torquatus</i> Van Cleave, 1920 (cistacanto)	Tatcher, 2006; Gallas e Utz, 2019c
<i>Quadrigyrus nickolin</i> Schmidt e Huggins, 1973	Fujimoto et al., 2013
Polymorphidae Meyer, 1931	
<i>Polymorphus</i> sp.	Abdallah et al., 2004; Espinal-Carrión e Lopez-Lopez, 2010
<i>Southwellina hispida</i> (Van Cleave, 1925) Witenberg, 1932	Violante-González et al., 2007
Rhadinorhynchidae Lüher, 1912	
<i>Pseudoleptorhynchoides lamothei</i> Salgado-Maldonado, 1976	Violante-González et al., 2007
Nematoda	
Anisakidae Railliet e Henry, 1912	
<i>Contraecaecum</i> sp. (larva)	Salgado-Maldonado et al., 2005; Lizama et al., 2008; Eiras et al., 2010; Abdallah et al., 2012; Mancini et al., 2014; Camargo et al., 2016; Vieira-Menezes et al., 2017; Negrelli et al., 2018
<i>Hysterothylacium</i> sp. (larva)	Vieira-Menezes et al., 2017
Capillariidae Railliet, 1915	
<i>Capillaria sentinosa</i> Travassos, 1927	Travassos et al., 1928
<i>Capillaria</i> sp.	Luque et al., 2011
<i>Capillostrongyloides sentinosa</i> Travassos, 1927	Travassos, 1927
<i>Capillaria (Hepatocapillaria) cyprinodonticola</i> Huff-man e Bullock, 1973	Salgado-Maldonado et al., 2001
Camallanidae Railliet e Henry, 1915	
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) hilarii</i> Van e Pereira, 1934	Abdallah et al., 2004; Eiras et al., 2010; Vasconcelos et al., 2013; Gallas et al., 2015
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) ihenrigi</i> Travassos, Artigas e Pereira, 1928	Luque et al., 2011
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus</i> Travassos, Artigas e Pereira, 1928	Pinto e Noronha, 1976; Azevedo et al., 2007; Kohn et al., 2011; Abdallah et al., 2012; Acosta et al., 2015; Camargo et al., 2016; Negrelli et al., 2018
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) neocaballeroi</i> Caballero-Deloya, 1977	Moravec e Vagas-Vázquez, 1996; Aguilar-Aguilar et al., 2014

<i>Procamallanus (Spirocamallanus) saofrancicensis</i> Moreira, Oliveira e Costa, 1994	Luque et al., 2011; Vieira-Menezes et al., 2017
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) rebecae</i> (AndradeSalas, Pineda-López et García-Magaña, 1994)	Salgado-Maldonado et al., 2008
<i>Procamallanus</i> sp.	Lizama et al., 2008; Vieira-Menezes et al., 2017
Cystidicolidae Skrjabin, 1946	
<i>Cystidicoloides</i> sp.	Vieira-Menezes et al., 2017
<i>Spinitectus rodolphiheringi</i> Vaz e Pereira, 1934 (larvas e adultos)	Vieira-Menezes et al., 2017
Diectophymatidae Railliet, 1915	
<i>Eustrongylides</i> sp.	Vieira-Menezes et al., 2017
Gnathostomatidae Railliet, 1895	
<i>Spiroxys</i> sp. (larva)	Salgado-Maldonado et al., 2005; Lizama et al., 2008; Espinal-Carrión e Lopez-Lopez, 2010; Aguilar-Aguilar et al, 2014; Vieira-Menezes et al., 2017
Heterocheilidae Railliet e Henry, 1915	
<i>Brevimulticaecum</i> sp.	Vieira-Menezes et al., 2017
Pharyngodonidae Travassos, 1919	
<i>Cosmoxynemoides aguirrei</i> Travassos, 1949	Kohn et al., 2011; Negrelli et al., 2018
<i>Travnema travnema</i> Pereira, 1938	Kohn et al., 2011
<i>Travnema</i> sp.	Kohn et al., 2011
Raphidascarididae Hartwich, 1954	
<i>Goezia</i> sp. (larva)	Vieira-Menezes et al., 2017
Rhabdochonidae Skrjabin, 1946	
<i>Rhabdocona mexicana</i> Caspeta-Mandujano, Moravec e Salgado-Maldonado 2000	Salgado-Maldonado et al., 2005; Ruiz et al., 2018
<i>Rhabdochona acuminata</i> Molin, 1860	Eiras et al., 2010
<i>Rhabdochona fasciata</i> Kloss, 1966	Kloss, 1966
<i>Rhabdochona</i> sp.	Vasconcelos et al., 2013; Vieira-Menezes et al., 2017
Crustacea	
Brachyura	

Argulidae Leach, 1819

<i>Argulus juparanaensis</i> Lemos de Castro, 1949	Lemos de Castro, 1949
<i>Dolops</i> sp.	Vasconcelos et al., 2013

Copepoda

Ergasilidae Burmeister, 1835

<i>Acusicola</i> sp.	Lizama et al., 2008; Pádua et al., 2015
<i>Amplexibranchius bryconis</i> Tatcher e Paredes, 1985	Camargo et al., 2016
<i>Brasergasilus</i> sp.	Lizama et al., 2008
<i>Duoergasilus basilongus</i> Narciso, Brandão, Perbiche-Neves e Da Silva, 2019	Narciso et al., 2019
<i>Ergasilus</i> sp.	Lizama et al., 2008; Camargo et al., 2016
<i>Vaigamus</i> sp.	Lizama et al., 2008; Camargo et al., 2016

Lernaeidae Cobbold, 1879

<i>Lernaea cyprinacea</i> Linnaeus, 1758	Gallio et al., 2007; Vasconcelos et al., 2013
<i>Minilernaea floricapitella</i> Tatcher e Huergo, 2005	Tatcher e Huergo, 2005

Isopoda

Cymothoidae Leach, 1818

<i>Paracymothoa astyanactis</i> Lemos de Castro, 1955	Lemos de Castro, 1955
---	-----------------------

No presente estudo foram examinadas duas espécies de peixes do gênero *Astyanax*: *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 (Figura 3A) e *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819 (Figura 3B), que são conhecidas popularmente por “lambari-do rabo-amarelo e lambari-do-rabo-vermelho, respectivamente (ROSA et al., 2003) (Figura 3; Tabela II).



Figura 3. Espécies de peixes do gênero *Astyanax* Baird e Girard, 1854 coletados em riachos da Chapada do Araripe, município do Crato, Ceará, Brasil. **(A)** *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758; **(B)** *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819. **Fonte:** elaborados pelo autor.

Tabela II. Dados biométricos das espécies de peixes *Astyanax bimaculatus* e *Astyanax fasciatus* analisados neste estudo, provenientes do rio Batateiras e riacho do Carás, Bacia do Salgado, município de Crato, Ceará, Brasil. Comprimento padrão (em centímetros) e peso (em gramas). Valores mostrados como média \pm desvio padrão (mínimo – máximo).

Hospedeiro	Comprimento padrão (cm)	Peso (g)
Rio Batateiras		
<i>Astyanax bimaculatus</i>	5,63 \pm 1,16 (3,39 – 12,31)	5,30 \pm 2,79 (1,14 \pm 22,82)
<i>Astyanax fasciatus</i>	5,01 \pm 1,20 (1,47 – 7,8)	3,56 \pm 2,15 (1,14 – 8,79)
Riacho do Carás		
<i>Astyanax bimaculatus</i>	6,19 \pm 1,2 (4,1 – 9,2)	7,53 \pm 4,71 (3,12 – 26,7)
<i>Astyanax fasciatus</i>	5,71 \pm 0,51 (5,2 – 6,4)	3,96 \pm 0,83 (3,26 – 5,28)

Objetivos

2 Objetivos

2.1 Objetivo geral

Inventariar a biodiversidade parasitária de *Astyanax bimaculatus* e *Astyanax fasciatus* de riachos localizados em uma área da Chapada do Araripe, no município do Crato, Ceará.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar e descrever os parasitos encontrados em ambas as espécies do gênero *Astyanax* nas duas localidades amostradas;
- Fazer o levantamento de parasitos de peixes do gênero *Astyanax* na região Neotropical;
- Calcular os descritores ecológicos (i. e. prevalência, intensidade média de infecção/infestação e abundância média infecção/infestação).

Material e Métodos

3 Material e Métodos

3.1 Delineamento amostral

As coletas foram realizadas em períodos de estiagem e chuvoso durante os períodos de agosto a dezembro de 2018 e agosto a dezembro de 2019 e fevereiro a junho de 2019, o que contabilizou quatro coletas (duas no período de estiagem e duas no período de cheia). No mínimo 30 indivíduos de cada espécie hospedeira foram coletados nos riachos amostrados utilizando-se de diferentes aparatos de pesca (tarrafas, pulsar, rede de arrasto e cercado), de acordo com as características e necessidades do local.

Após amostragem, os peixes foram individualizados em sacos plásticos, congelados e levados ao laboratório para realização de análises parasitológicas. Dos peixes capturados foram tomados os seguintes dados: data e ponto da amostragem, comprimento padrão (cm), peso total (gramas) e sexo dos hospedeiros. O projeto está de acordo com as normas federais para coleta e transporte de animais silvestres (**SISBIO #61328-1**) e com os princípios éticos na experimentação animal (**CEUA – Protocolo #00165/2018.1**).

3.2 Coleta, processamento e identificação dos parasitos

O corpo, as nadadeiras e a cavidade nasal dos peixes foram examinadas para ectoparasitos. As brânquias foram removidas, colocadas em placa de Petri e examinadas para ectoparasitos. Após as análises externas, uma incisão longitudinal na superfície ventral foi feita e todos os órgãos internos foram removidos e separados. A cavidade visceral e todos os órgãos foram examinados com auxílio de um estereomicroscópio. Todos os parasitos recuperados foram preservados em álcool a 70%.

Monogenéticos e crustáceos foram diafanizados em meio Gray & Wess para visualização de estruturas esclerotizadas. Alguns espécimes de monogenéticos foram

removidos das brânquias e fixados em mistura de glicerina amônio picrato (GAP) (ERGENS, 1969) para visualização de estruturas esclerotizadas. Digenéticos foram corados com carmim clorídrico e clarificados com eugenol, os nematoides foram diafanizados com ácido láctico (EIRAS et al., 2006). Os parasitos foram identificados com base em chaves de identificação de acordo com Cohen et al. (2013), Moravec (1998) e Thatcher (2006) e bibliografias especializadas. Análises morfológicas e morfométricas foram realizadas utilizando um sistema computadorizado para análise de imagens com contraste de interferência diferencial (DIC) - LAS V3 (Leica Application Suite V3; Leica Microsystems, Wetzlar, Alemanha). Material-tipo e espécimes representativos das espécies parasitos serão depositados na Coleção Helmintológica da Fundação Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro (CHIOC) e Coleção Helmintológica do Instituto de Biociências (CHIBB), UNESP, campus de Botucatu.

3.3 Análise dos dados

As análises quantitativas foram realizadas em nível de comunidade componente (isto é, todos os parasitos de todos os peixes de um local amostrado) e infracomunidade (i.e., todos os parasitos em cada indivíduo hospedeiro). Os descritores ecológicos de prevalência, intensidade e abundância de cada componente das comunidades parasitárias foram calculados de acordo com Bush et al. (1997).

Resultados

4 Resultados

4.1 Amostragem de peixes *Astyanax bimaculatus* e *Astyanax fasciatus*

Foram realizadas coletas durante os períodos de agosto a dezembro de 2018 e agosto a dezembro de 2019 e fevereiro a junho de 2019, totalizando 273 espécimes de peixes analisados (tabela III).

Tabela III. Número de peixes *Astyanax bimaculatus* e *Astyanax fasciatus* coletados e períodos de amostragem no rio Batateiras e riacho do Carás, bacia do rio Salgado, município do Crato, Ceará, Brasil

Hospedeiro	08/18	11/18	12/18	02/19	07/19	08/19	12/19	Total
Rio Batateiras								
<i>A. bimaculatus</i>	66	24	-	29	48	-	-	167
<i>A. fasciatus</i>	15	13	-	-	2	9	11	50
Riacho do Carás								
<i>A. bimaculatus</i>	-	-	25	-	-	25	-	50
<i>A. fasciatus</i>	-	-	-	-	-	6	-	6
Total	81	37	25	29	50	40	11	273

4.2 Fauna parasitária de *Astyanax bimaculatus* e *Astyanax fasciatus*

Do total de 273 espécimes analisados, 217 de *A. bimaculatus* e 56 de *A. fasciatus*, foram registradas 15 *taxa* (tabelas IV e V). Os dados sobre o número de amostras de parasitos coletados, prevalência, intensidade média de infecção/infestação, abundância média e locais de infecção/ infestação para todos os parasitos encontrados são mostrados na Tabela VI e VII.

Tabela IV. Fauna parasitária das espécies de peixes *Astyanax bimaculatus* e *Astyanax fasciatus* do rio Batateiras, Bacia do Salgado, município de Crato, Ceará, Brasil. NF – Número da figura; NRH - novo registro de hospedeiro; NRG - novo registro geográfico para bacia hidrográfica; PNS – possível nova espécie.

Characidae	Parasitos	NF	NRH	NRG	PNS
<i>Astyanax bimaculatus</i> Linnaeus, 1758	Myxozoa				
	Myxobolidae Thélohan, 1892				
	<i>Henneguya</i> sp.	4		x	x
	Monogenea				
	Dactylogyridae Bychowsky, 1933				
	<i>Characithecium costaricensis</i> Mendonza-Franco, Reina e Torchin, 2009	5	x	x	
	<i>Characithecium</i> sp.1	6	x	x	x
	<i>Characithecium</i> sp.2	7	x	x	x
	<i>Diaphorocleidus</i> sp.1	8		x	x
	<i>Urocleidoides trinidadensis</i> Molnar, Hanek e Fernando, 1974	9		x	
	Gyrodactylidae Van Beneden e Hesse, 1863				
	<i>Anacanthocotyle anacanthocotyle</i> Kritsky e Fritts, 1970	10	x	x	
	Digenea				
	Allocreadiidae Looss, 1902				
	<i>Wallinia</i> sp.	18	x	x	x
Nematoda					
Camallanidae Railliet e Henry, 1915					

	<i>Procamallanus (Spirocamallanus) hilarii</i> Pinto, 1976	21		x	
<i>Astyanax fasciatus</i> Cuvier, 1819	Monogenea				
	Dactylogyridae Bychowsky, 1933				
	<i>C. costaricensis</i> Mendonza-Franco, Reina e Torchin, 2009	5		x	
	<i>Diaphorocleidus kabatai</i> Jogunoori, Kritsky e Venkatanarasaiah, 2004	11		x	x
	<i>Diaphorocleidus</i> sp.2	12	x	x	x
	<i>Trinibaculum pinctiarum</i> Narciso, Brandão, Yamada, Benine e Silva, 2014	13		x	
	Dactylogyridae gen. sp.	14	x	x	x
	Gyrodactylidae Van Beneden e Hesse, 1863				
	<i>Gyrodactylus</i> sp.1	15	x	x	
	<i>Gyrodactylus</i> sp.2	16	x	x	x
	Allocreadiidae Looss, 1902				
	<i>Wallinia</i> sp.	18	x	x	x
	Diplostomidae Poirier, 1886				
	Diplostomidae gen. sp. (metacercária)	17	x	x	x
	Nematoda				
	Camallanidae Railliet e Henry, 1915				
	<i>Procamallanus (Spirocamallanus) hilarii</i> Pinto, 1976	21		x	
	Gnathostomatidae Railliet, 1895				
	<i>Spiroxys</i> sp. Schneider, 1866 (larva)	20		x	

Tabela V. Fauna parasitária das espécies de peixes *Astyanax bimaculatus* e *Astyanax fasciatus* do riacho Carás, Bacia do Salgado, município de Crato, Ceará, Brasil. NF – Número da figura; NRH - novo registro de hospedeiro; NRG - novo registro geográfico para bacia hidrográfica; PNS – possível nova espécie.

Characidae	Parasitos	NF	NRH	NRG	PNS
<i>Astyanax bimaculatus</i> Linnaeus, 1758	Myxozoa				
	Myxobolidae Thélohan, 1892				
	<i>Henneguya</i> sp.	4		x	x
	Monogenea				
	Dactylogyridae Bychowsky, 1933				
	<i>Characithecium costaricensis</i> Mendonza-Franco, Reina e Torchin, 2009	5	x	x	
	<i>Characithecium</i> sp.1	6	x	x	x
	<i>Diaphorocleidus</i> sp.1	8	x	x	x
	Gyrodactylidae Van Beneden e Hesse, 1863				
	<i>Anacanthocotyle anacanthocotyle</i> Kritsky e Fritts, 1970	10	x	x	
	Diplostomidae Poirier, 1886				
	Diplostomidae gen. sp. (metacercária)	17	x	x	x
	Clinostomidae Lühe, 1901				
	<i>Clinostomum</i> sp. (metacercária)	19		x	
Nematoda					
Gnathostomatidae Railliet, 1895					
<i>Spiroxys</i> sp. Schneider, 1866 (larva)	20	x	x		
Anisakidae Railliet e Henry, 1912					

	<i>Hysterothylacium</i> sp. (larva)	22	x	x	
	Crustacea				
	Ergasilidae Burmeister, 1835				
	Ergasilidae gen. sp.	23		x	x
<i>Astyanax fasciatus</i> Cuvier, 1819	Monogenea				
	Dactylogyridae Bychowsky, 1933				
	<i>C. costaricensis</i> Mendonza-Franco, Reina e Torchinn, 2009	5		x	
	<i>Diaphorocleidus</i> sp.2.	12	x	x	x
	Digenea				
	Diplostomidae Poirier, 1886				
	Diplostomidae gen. sp. (metacercária)	19	x	x	
	Nematoda				
	Gnathostomatidae Railliet, 1895				
	<i>Spiroxys</i> sp. Schneider, 1866 (larva)	20		x	
	Crustacea				
	Ergasilidae Burmeister, 1835				
	Ergasilidae gen. sp.	23		x	x

Tabela VI. Número de hospedeiros analisados (NH), número de parasitos coletados (N), Prevalência (P), intensidade média (IM) de infecção/infestação, abundância média (AM) e local de infestação/infecção dos parasitos de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 e *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do rio Batateiras, município de Crato, Ceará, Brasil.

Characidae	NH	N	P (%)	IM ± EP	AM ± EP	Sítio de infecção/infestação
<i>Astyanax bimaculatus</i>	167					
Myxozoa						
<i>Henneguya</i> sp.		1	1	-	0,01 ± 0,01	Brânquias
Monogenea						
Dactylogyridae						
<i>Characithecium costaricensis</i>		75	20	2,27 ± 0,26	0,45 ± 0,12	Brânquias
<i>Characithecium</i> sp.1		200	28	4,35 ± 0,43	1,20 ± 0,22	Brânquias
<i>Characithecium</i> sp.2		13	6	1,30 ± 0,15	0,08 ± 0,04	Brânquias
<i>Urocleidoides trinidadensis</i>		79	25	1,88 ± 0,16	0,47 ± 0,08	Brânquias
<i>Diaphorocleidus</i> sp.1		178	23	4,68 ± 0,70	1,07 ± 0,35	Brânquias
Gyrodactylidae						
<i>Anacanthocotyle anacanthocotyle</i>		20	7	1,82 ± 0,21	0,12 ± 0,05	Brânquias
Digenea						
<i>Wallinia</i> sp.		130	8	10,00 ± 1,78	0,78 ± 0,50	Cecos e Intestino
Nematoda						
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) hilarii</i>		44	14	1,83 ± 0,16	0,26 ± 0,06	Intestino
<i>Astyanax fasciatus</i>	50					
Monogenea						
Dactylogyridae						
<i>Characithecium costaricensis</i>		6	8	1,50 ± 0,22	0,12 ± 0,06	Brânquias
<i>Diaphorocleidus kabatai</i>		146	28	10,43 ± 1,95	2,92 ± 1,03	Brânquias e superfície
<i>Diaphorocleidus</i> sp.2		2	2	-	0,04 ± 0,04	Brânquias

<i>Trinibaculum pinctiarum</i>	30	20	3,00 ± 0,50	0,60 ± 0,22	Brânquias
Dactylogyridae gen. sp.	2	2	-	0,04 ± 0,04	Superfície
Gyrodactylidae					
<i>Gyrodactylus</i> sp.1	2	2	-	0,04 ± 0,04	Superfície
<i>Gyrodactylus</i> sp.2	1	2	-	0,02 ± 0,02	Brânquias
Digenea					
<i>Wallinia</i> sp.	4	4	2,00 ± 0,28	0,08 ± 0,06	Intestino
Diplostomidae gen. sp.	8	10	1,60 ± 0,24	0,16 ± 0,08	Olhos
Nematoda					
<i>Procamallanus</i> (<i>Spirocamallanus</i>) <i>hilarii</i>	12	14	1,71 ± 0,30	0,24 ± 0,11	Intestino
<i>Spiroxys</i> sp.	1	2	-	0,02 ± 0,02	Mesentério

Tabela VII. Número de hospedeiros analisados (NH), número de parasitos coletados (N), Prevalência (P), intensidade média (IM) de infecção/infestação, abundância média (AM) e local de infestação/infecção dos parasitos de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 e *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do riacho Carás, município de Crato, Ceará, Brasil.

Characidae	NH	N	P (%)	IM ± EP	AM ± EP	Sítio de infecção/infestação
<i>Astyanax bimaculatus</i>	50					
Myxozoa						
<i>Henneguya</i> sp.		149	12	24,83 ± 4,40	2,98 ± 1,52	Brânquias
Monogenea						
Dactylogyridae						
<i>Characithecium costaricensis</i>		24	28	1,71 ± 0,24	0,48 ± 0,12	Brânquias
<i>Characithecium</i> sp.1		2	4	-	0,04 ± 0,04	Brânquias
<i>Urocleidoides trinidadensis</i>		428	76	11,26 ± 1,74	8,56 ± 1,51	Brânquias
<i>Diaphorocleidus</i> sp.1		53	28	3,79 ± 1,01	1,06 ± 0,54	Brânquias
Gyrodactylidae						
<i>Anacanthocotyle anacanthocotyle</i>		7	8	1,75 ± 0,27	0,14 ± 0,07	Brânquias
Digenea						
Diplostomidae gen. sp. (metacercária)		651	52	25,04 ± 3,20	13,02 ± 2,31	Olhos
<i>Clinostomum</i> sp. (metacercária)		6	6	2,00 ± 0,34	0,12 ± 0,08	Brânquias e Mesentério
Nematoda						
<i>Spiroxys</i> sp. (larva)		264	44	12,00 ± 2,78	5,28 ± 1,85	Mesentério
<i>Hysterothylacium</i> sp. (larva)		1	2	-	0,02 ± 0,02	Mesentério
Crustacea						
Ergasilidae gen. sp.		254	48	10,58 ± 3,08	5,08 ± 2,13	Brânquias
<i>Astyanax fasciatus</i>	6					
Monogenea						

Dactylogyridae					
<i>Characithecium costaricensis</i>	2	33	1,00 ± 0,36	0,33 ± 0,21	Brânquias
<i>Diaphorocleidus</i> sp.2	27	100	4,50 ± 1,56	4,50 ± 1,56	Brânquias
Digenea					
Diplostomidae gen. sp. (metacercária)	43	83	8,60 ± 2,27	7,17 ± 2,07	Olhos
Nematoda					
<i>Spiroxys</i> sp. (larva)	3	33	1,50 ± 0,59	0,50 ± 0,34	Mesentério
Crustacea					
Ergasilidae gen. sp.	44	67	11,00 ± 5,12	7,33 ± 4,18	Brânquias

Foram identificados 15 táxons de parasitos compreendendo um total de 2.904 parasitos, classificados taxonomicamente em: um mixozoário, sete monogenéticos (táxon mais diverso); três digenéticos, três nematoides e um crustáceo.

Characithecium costaricensis, metacercárias de Diplostomidae gen. sp., *Wallinia* sp., *Spiroxys* sp., *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *hilarii* e Ergasilidae gen. sp. foram os táxons amplamente distribuídos ocorrendo nas duas espécies hospedeiras investigadas.

O táxon mais prevalente de parasitos no rio Batateiras para o hospedeiro *A. bimaculatus* (n= 167) foram os monogenéticos *Characithecium* sp.1 (28%), seguido de *Urocleidoides trinidadensis* (25%). Para *A. fasciatus* (n= 50) o táxon mais prevalente foram os monogenéticos *Diaphorocleidus kabatai* (28%) e *Trinibaculum pinctiarum* (20%).

No riacho Carás considerando os espécimes de *A. bimaculatus* (n= 50), o táxon mais prevalente foram os monogenéticos *U. trinidadensis* (76%) seguido de Ergasilidae gen. sp. (52%). A fauna parasitária de *A. fasciatus* (n= 6) apresentou *Diaphorocleidus* sp. com 100%, seguido de Diplostomidae gen. sp. (83%) e Ergasilidae gen. sp. (67%).

O Diplostomidae gen. sp. apresentou os maiores valores de intensidade média de infecção ($25,04 \pm 3,20$) e abundância média ($13,02 \pm 2,31$), seguido por *Spiroxys* (larvas) com intensidade média de infecção $12 \pm 2,78$ e abundância média $5,28 \pm 1,85$, ambos os helmintos recuperados em *A. bimaculatus* do riacho Carás.

Helmintos com o maior número de espécimes recuperadas foram as metacercárias de Diplostomidae gen. sp. (n= 651), seguido pelos monogenéticos da espécie *U. trinidadensis* (n= 428).

Characithecium costaricensis foi a única espécie recuperada em ambas as espécies de lambaris e em ambos os locais de estudos.

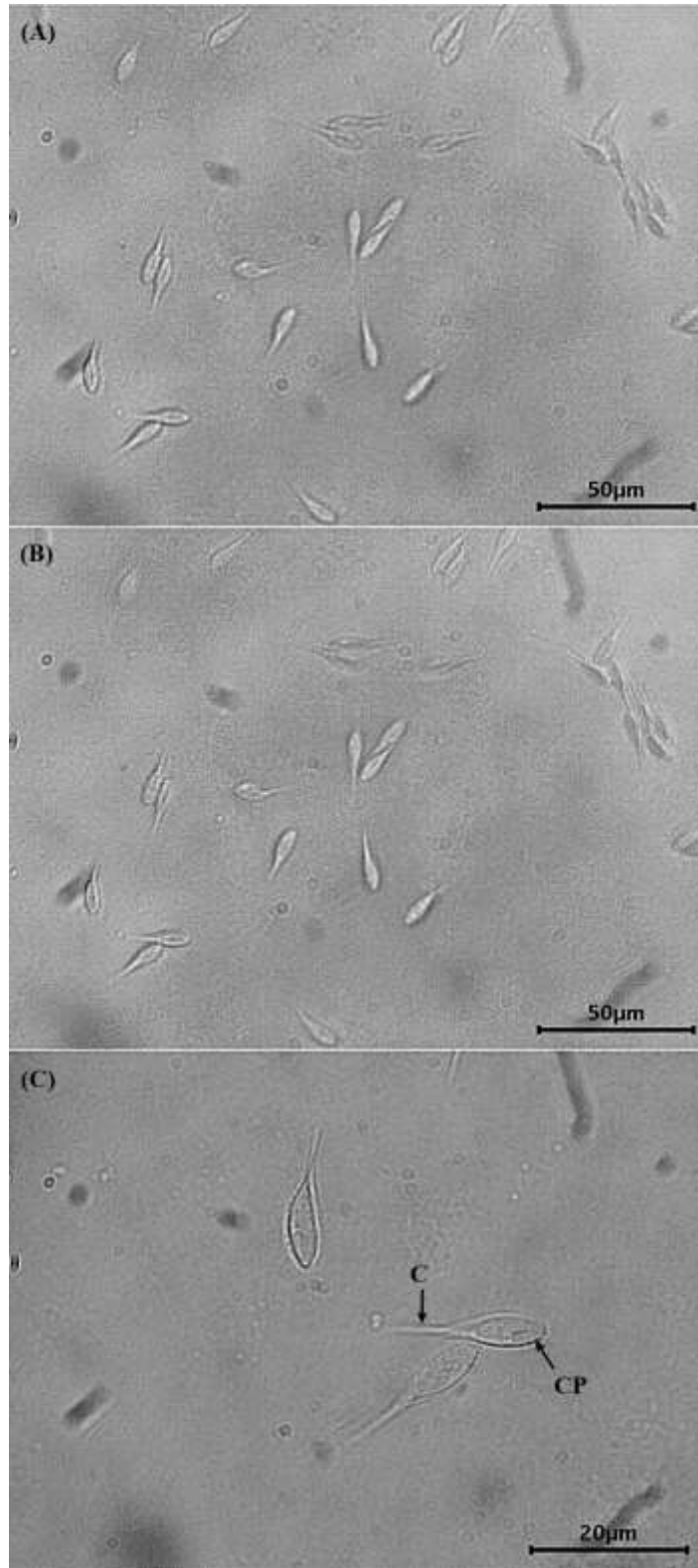


Figura 4. *Henneguya* sp. encontrados em brânquias de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758, do rio Batateiras e riacho Carás, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) e (B) esporos de *Henneguya* sp.; (C) Esporos de *Henneguya* sp. as setas indicam a cauda (C) e a cápsula polar (CP). **Fonte:** elaborados pelo autor.

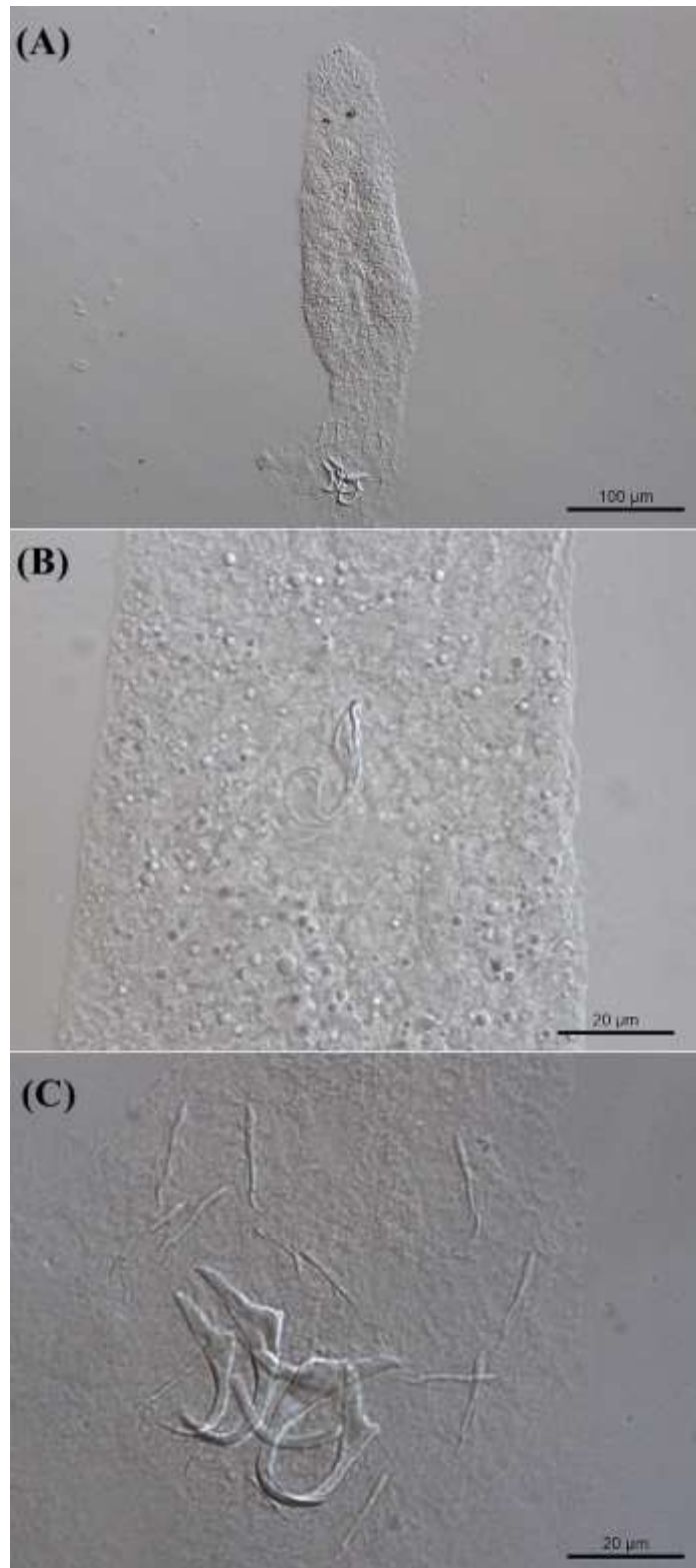


Figura 5. *Characithecium costaricensis* Mendonza-Franco, Reina e Torchin, 2009. encontrado em brânquias de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 e *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do rio Batateiras e riacho Carás, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo vista ventral; (B) Órgão copulatório masculino (OCM) em vista ventral; (C) haptor contendo âncoras, barras e ganchos. **Fonte:** elaborados pelo autor.

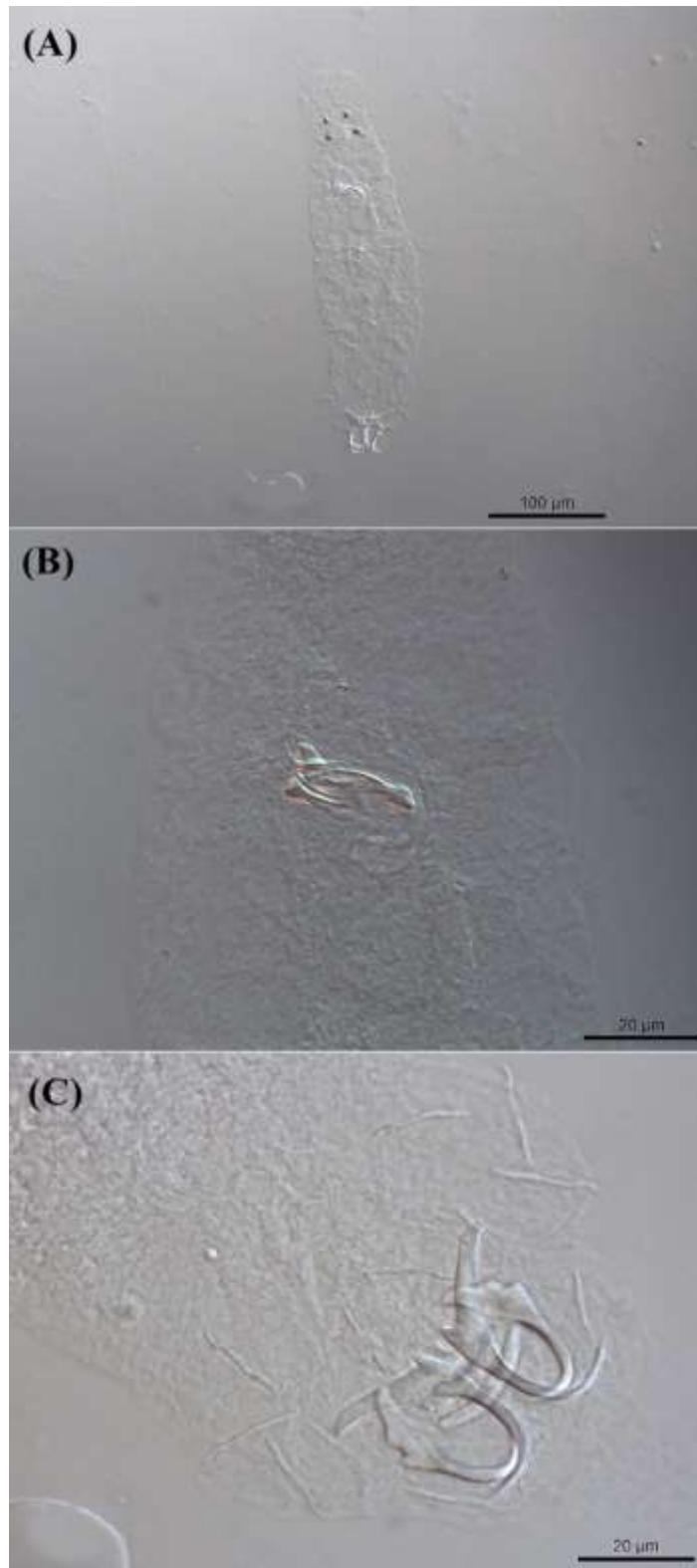


Figura 6. *Characithecium* sp.1 encontrado em brânquias de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758, do rio Batateiras e riacho Carás, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo vista ventral; (B) Órgão copulatório masculino (OCM) em vista ventral; (C) haptor contendo âncoras, barras e ganchos. **Fonte:** elaborados pelo autor.

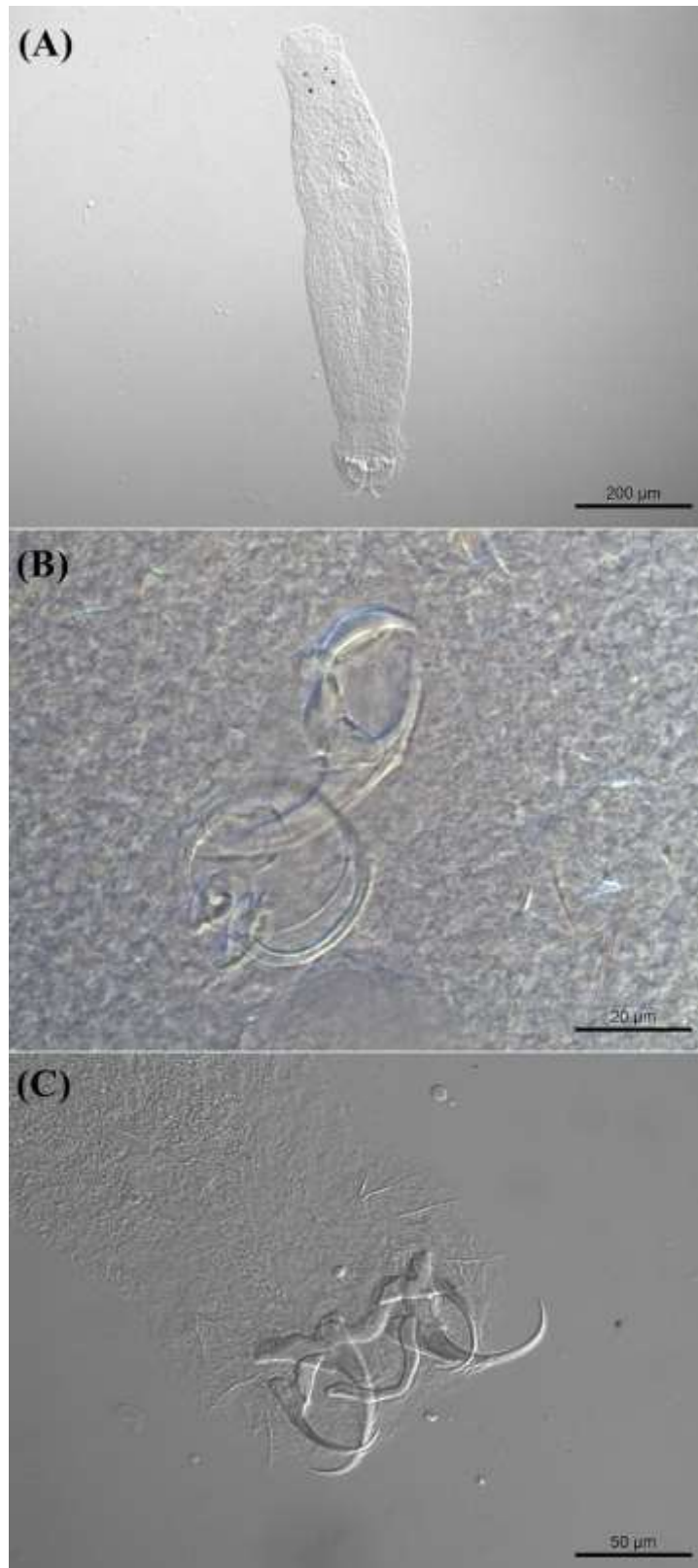


Figura 7. *Characithecium* sp.2 encontrado em brânquias de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758, do rio Batateiras, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo vista dorsal; B) Órgão copulatório masculino (OCM) em vista ventral; (C) haptor contendo âncoras, barras e ganchos. **Fonte:** elaborados pelo autor.

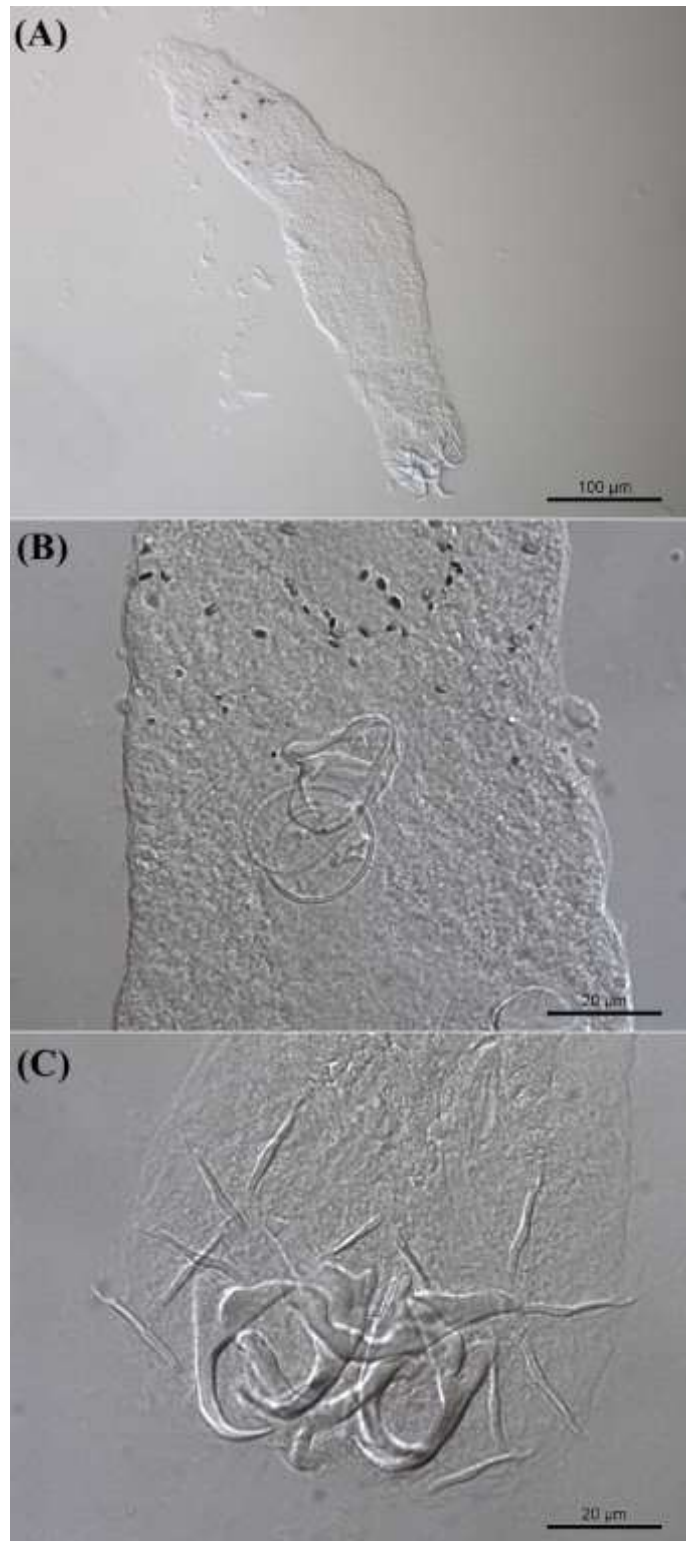


Figura 8. *Diaphorocleidus* sp.1 encontrado em brânquias de *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758), do rio Batateiras e riacho do Carás, município de Crato, Ceará, Brasil: (A) Corpo vista dorsal; B) Órgão copulatório masculino (OCM) em vista ventral; (C) haptor contendo âncoras, barras e ganchos. **Fonte:** elaborados pelo autor.

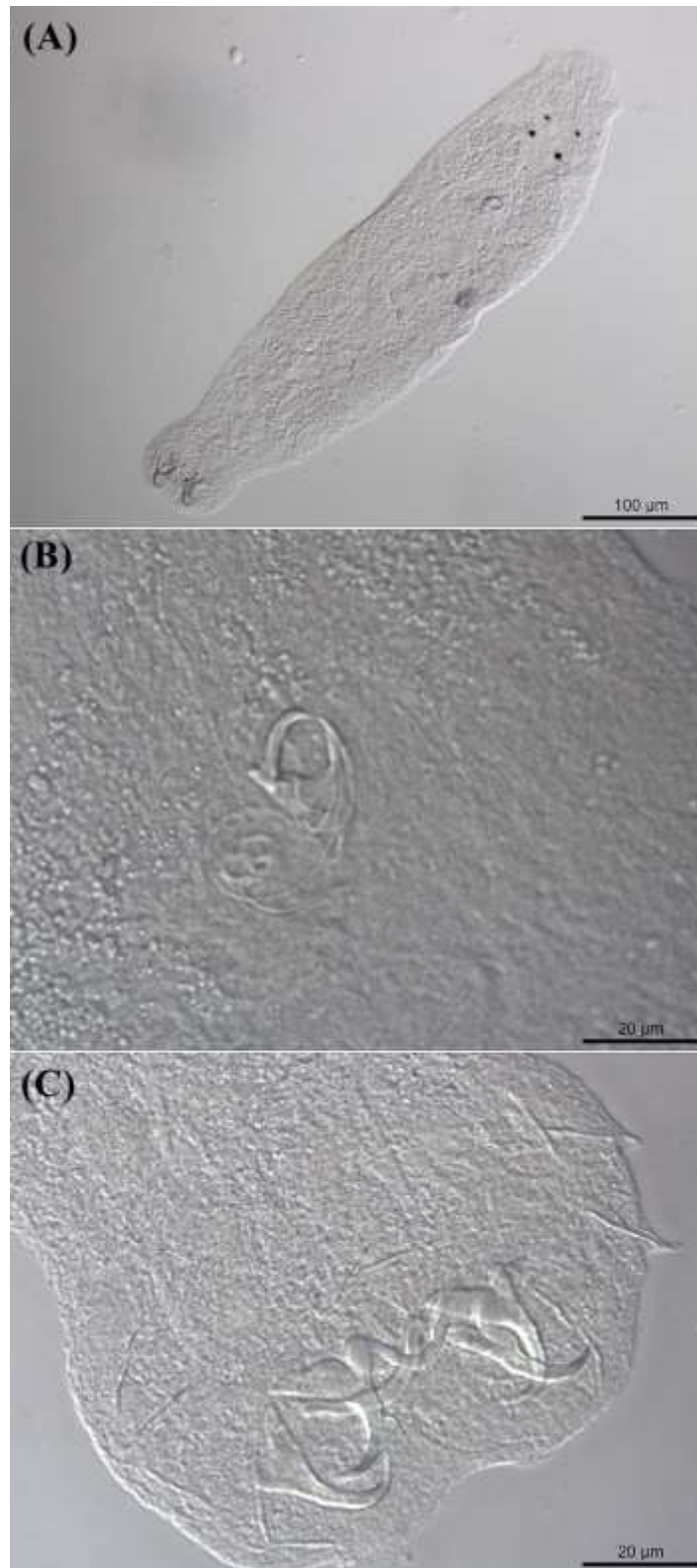


Figura 9. *Urocleidoides trinidadensis* Molnar, Hanek e Fernando, 1974 encontrado em brânquias de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758, do rio Batateiras e riacho do Carás, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo vista ventral; B) Órgão copulatório masculino (OCM) em vista ventral; (C) haptor contendo âncoras, barras e ganchos. **Fonte:** elaborados pelo autor.

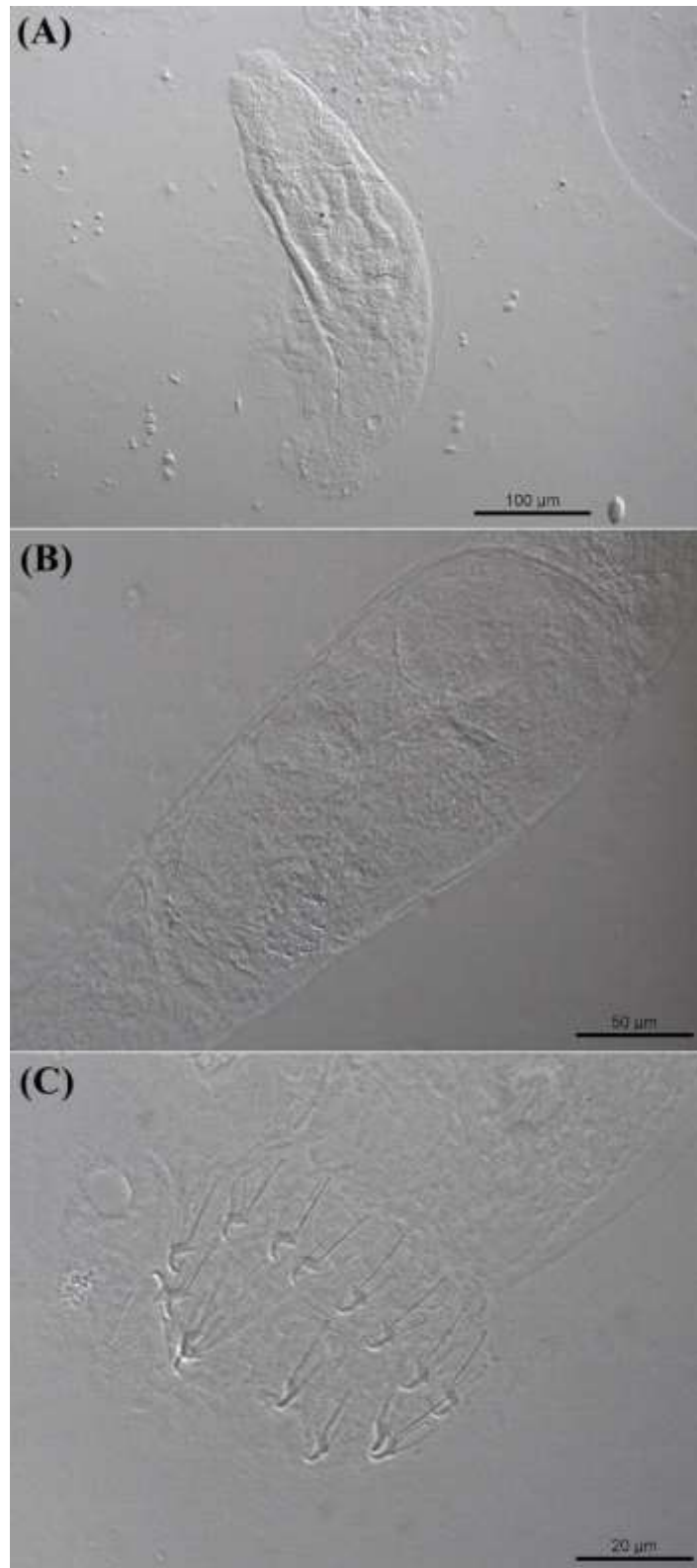


Figura 10. *Anacanthocotyle anacanthocotyle* Kritsky e Fritts, 1970. encontrado em brânquias de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758, do rio Batateiras e riacho do Carás, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo vista ventral; (B) Órgão copulatório masculino (OCM) em vista dorsal; (C) haptor contendo ganchos. **Fonte:** elaborados pelo autor.

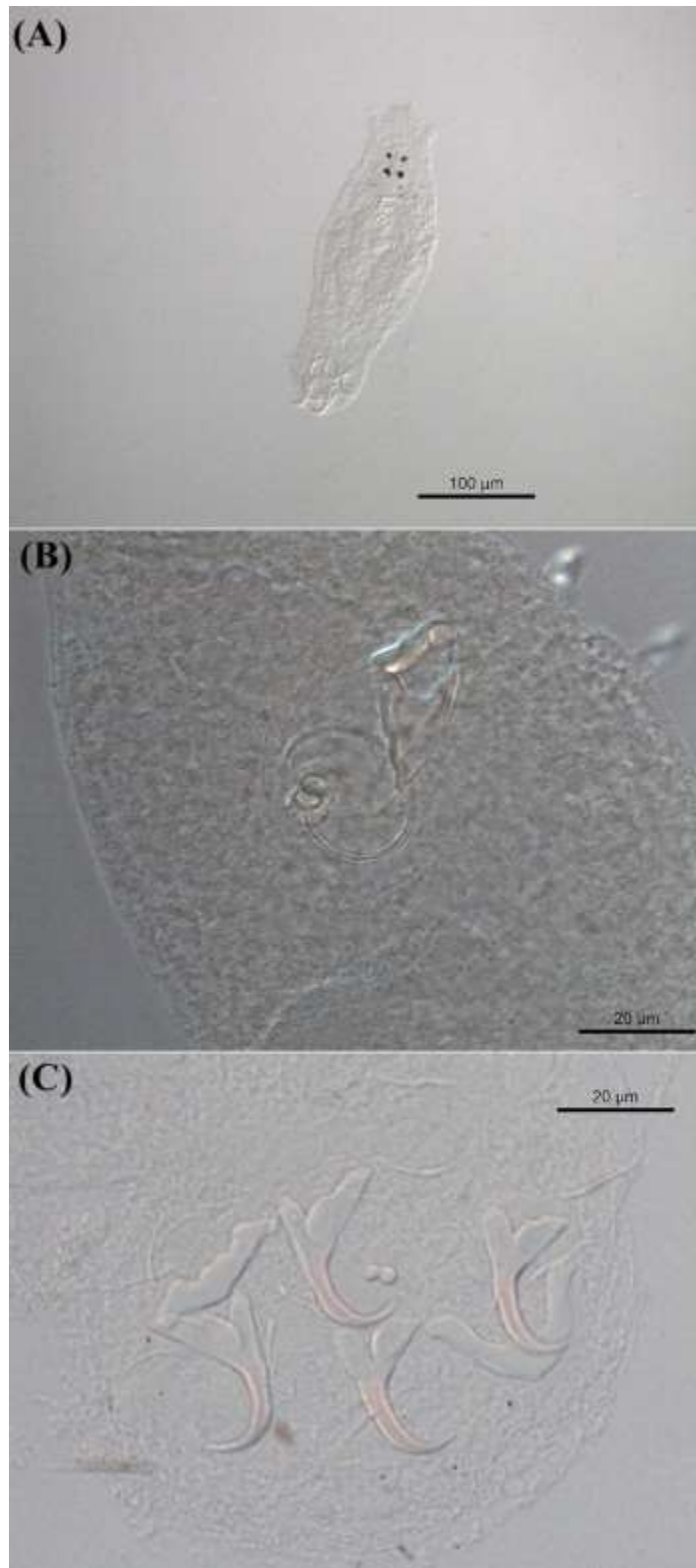


Figura 11. *Diaphorocleidus kabatai* Jogunoori, Kritsky e Venkatanarasaiah, 2004. encontrado em brânquias e superfície de *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do rio Batateiras, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo vista ventral; (B) Órgão copulatório masculino (OCM) em vista ventral; (C) haptor contendo âncoras, barras e ganchos. **Fonte:** elaborados pelo autor.

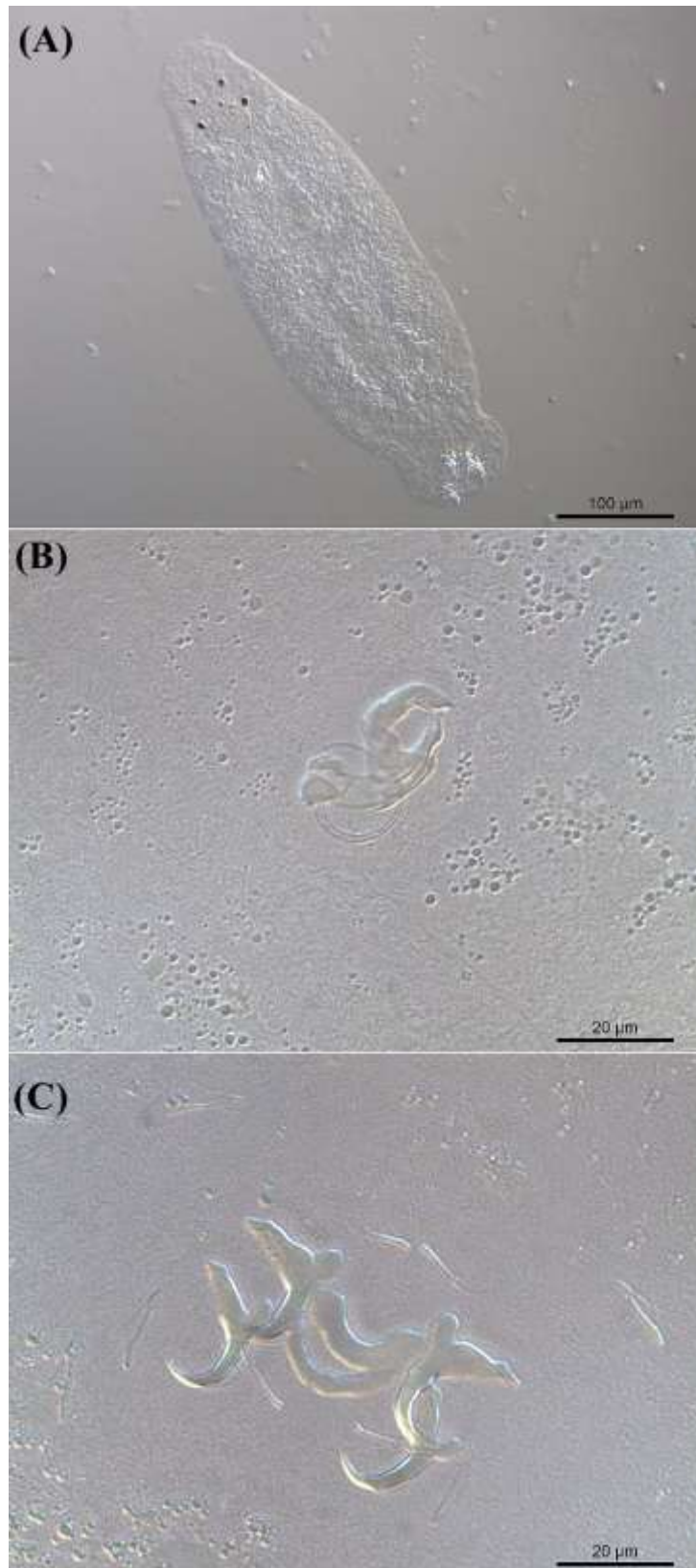


Figura 12. *Diaphorocleidus* sp.2 encontrado em brânquias de *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do rio Batateiras e riacho do Carás, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo vista ventral; (B) Órgão copulatório masculino (OCM) em vista ventral; (C) haptor contendo âncoras, barras e ganchos. **Fonte:** elaborados pelo autor.

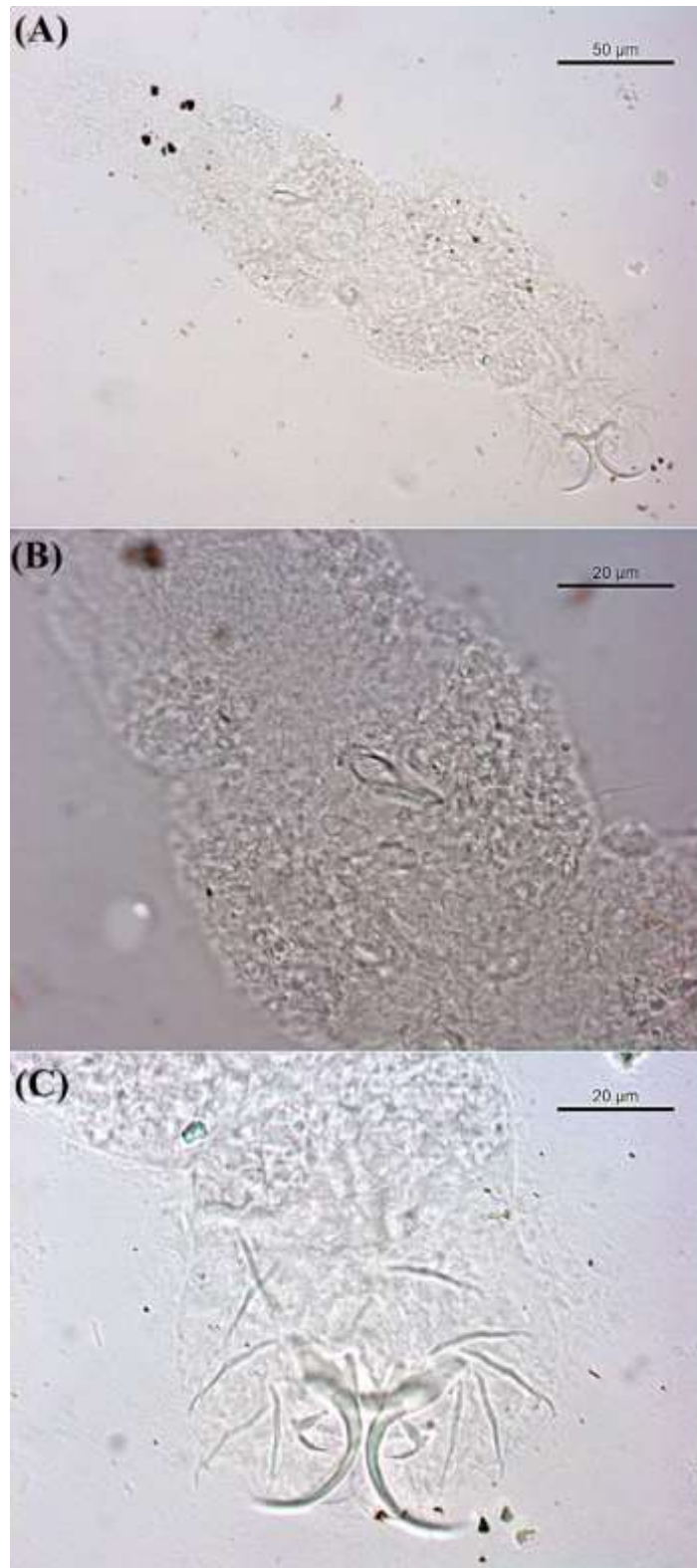


Figura 13. *Trinibaculum pinctiarum* Narciso, Brandão, Yamada, Benine e Silva, 2014. encontrado em brânquias de *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do rio Batateiras, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo vista dorsal; (B) Órgão copulatório masculino (OCM) em vista dorsal; (C) haptor contendo âncoras, barras e ganchos. **Fonte:** elaborados pelo autor.

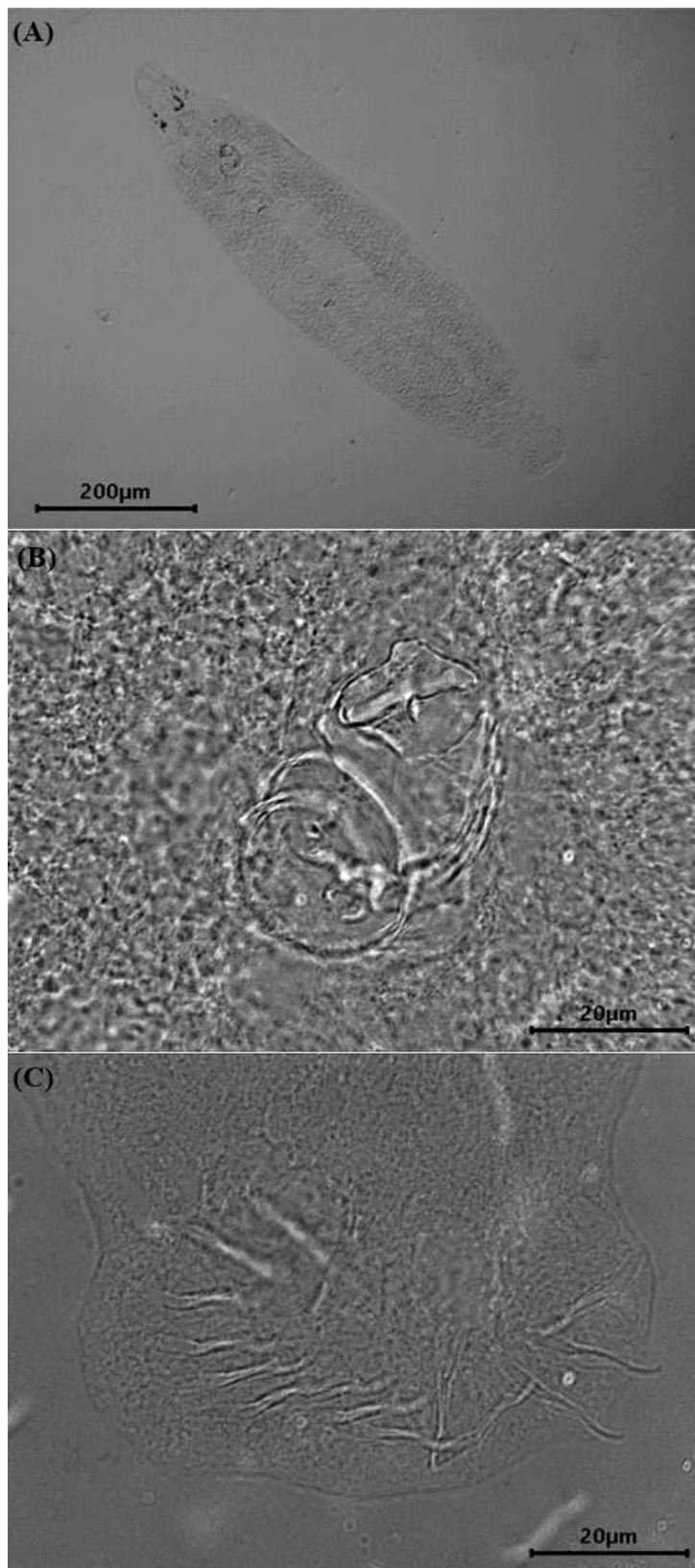


Figura 14. Dactylogyridae gen. sp. encontrado na superfície do corpo de *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do rio Batateiras, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo vista ventral; (B) Órgão copulatório masculino (OCM) em vista ventral; (C) haptor contendo ganchos. **Fonte:** elaborados pelo autor.

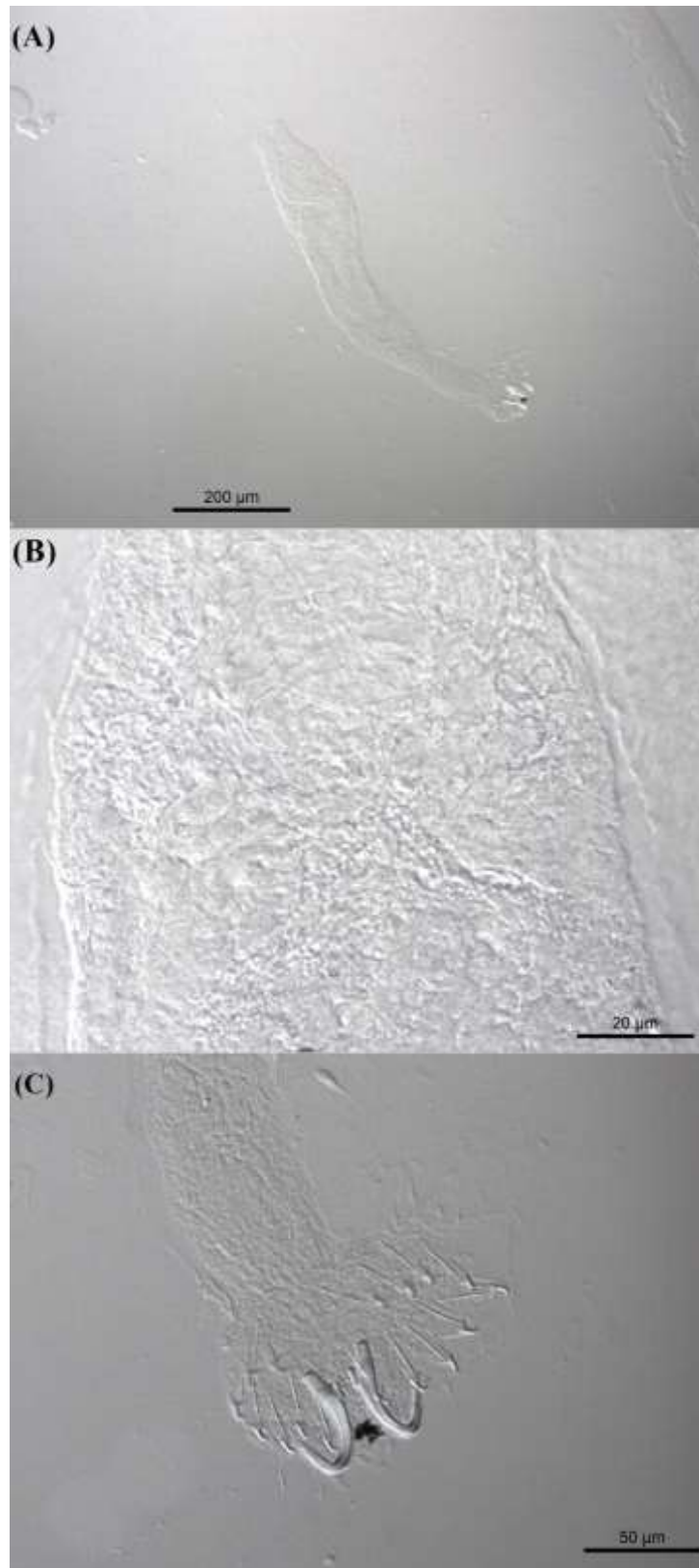


Figura 15. *Gyrodactylus* sp.1 encontrado na superfície do corpo de *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do rio Batateiras, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo vista ventral; (B) Órgão copulatório masculino (OCM) em vista ventral; (C) haptor contendo âncoras e ganchos. **Fonte:** elaborados pelo autor.

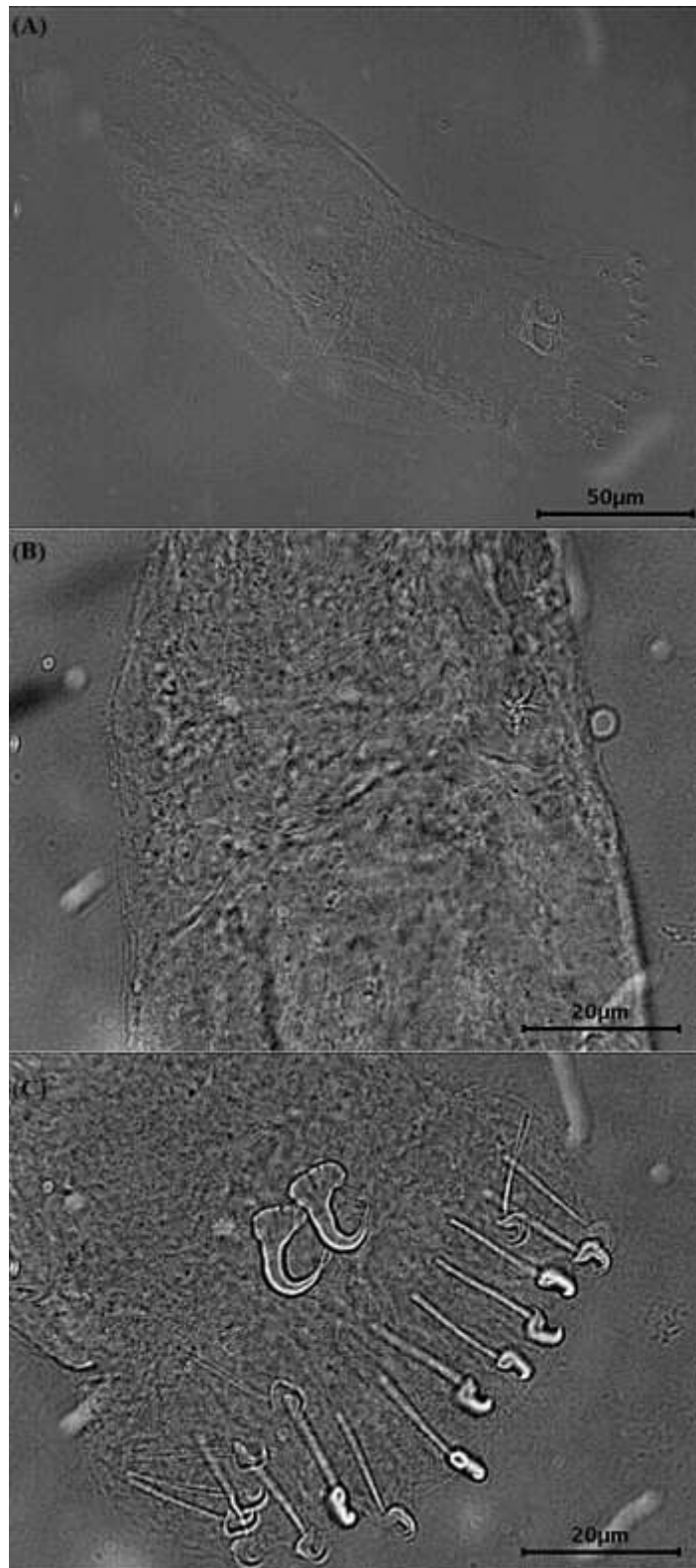


Figura 16. *Gyrodactylus* sp.2 encontrado nas brânquias de *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do rio Batateiras, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo vista ventral; (B) Órgão copulatório masculino (OCM) em vista ventral; (C) haptor contendo âncoras e ganchos. **Fonte:** elaborados pelo autor.

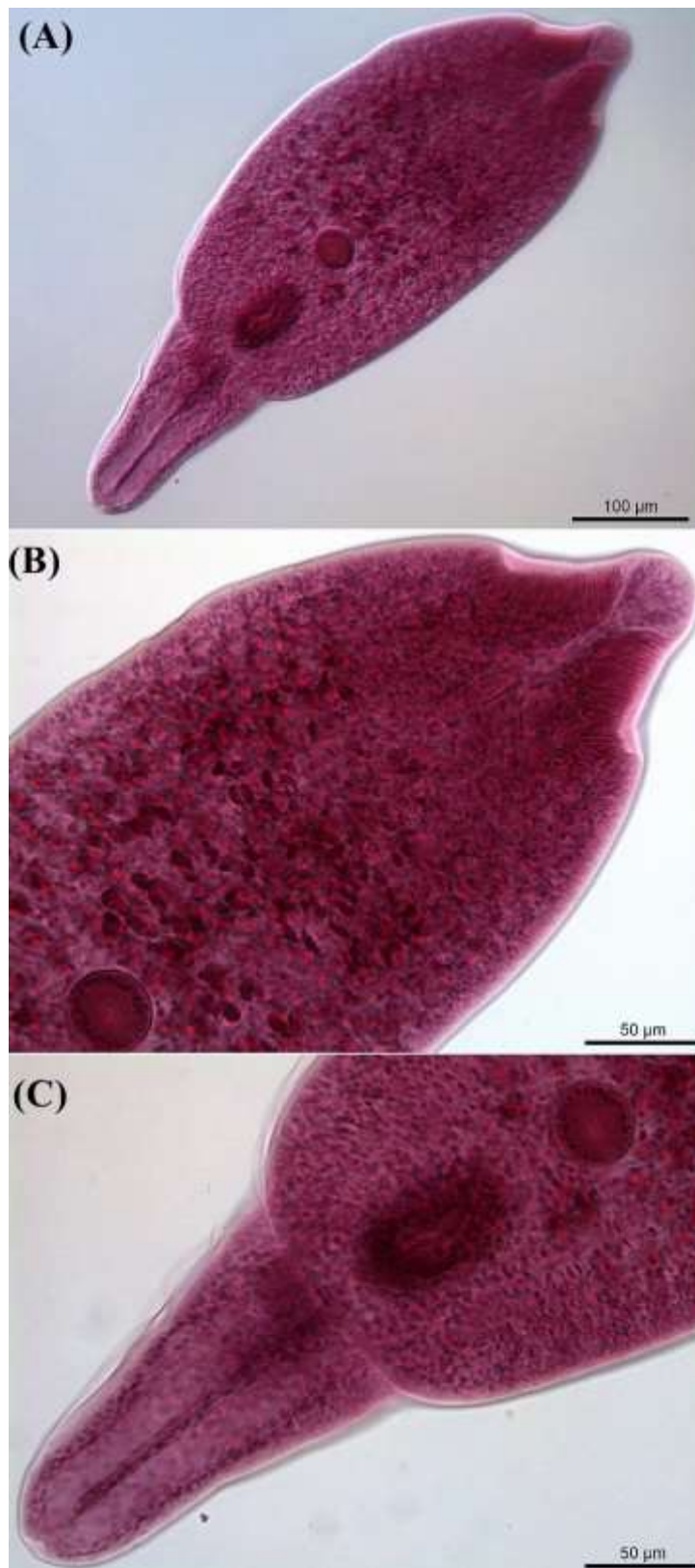


Figura 17. Diplostomidae gen. sp. (metacercária) encontrado nos olhos de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 e *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do rio Batateiras e riacho do Carás, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo em vista ventral; (B) Extremidade anterior; (C) Extremidade posterior. **Fonte:** elaborados pelo autor.

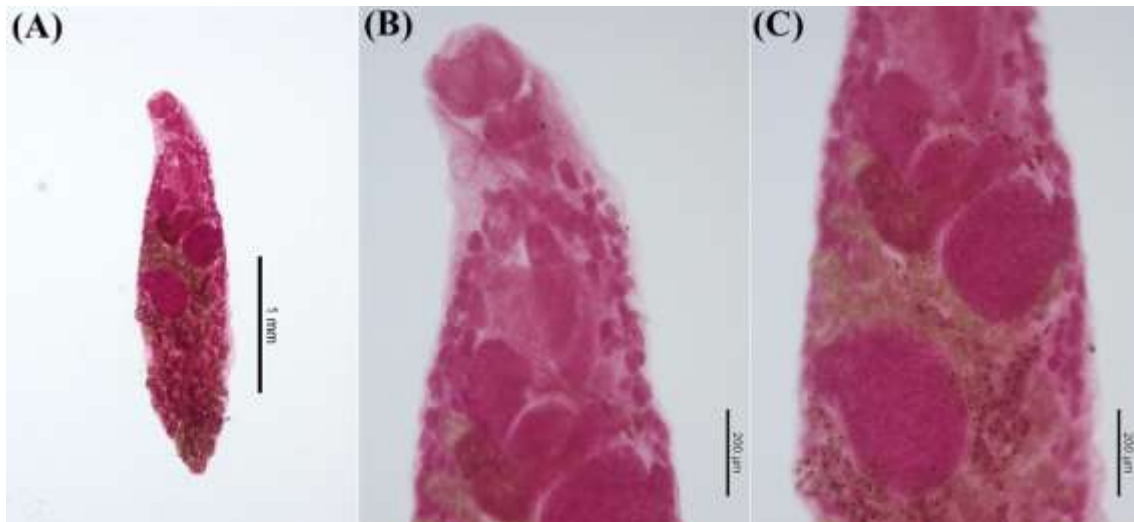


Figura 18. *Wallinia* sp. encontrado nos cecos e intestino de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 e *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do rio Batateiras, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo vista em vista ventral; (B) Extremidade anterior em vista ventral; (C) Extremidade posterior em vista ventral. **Fonte:** elaborados pelo autor.

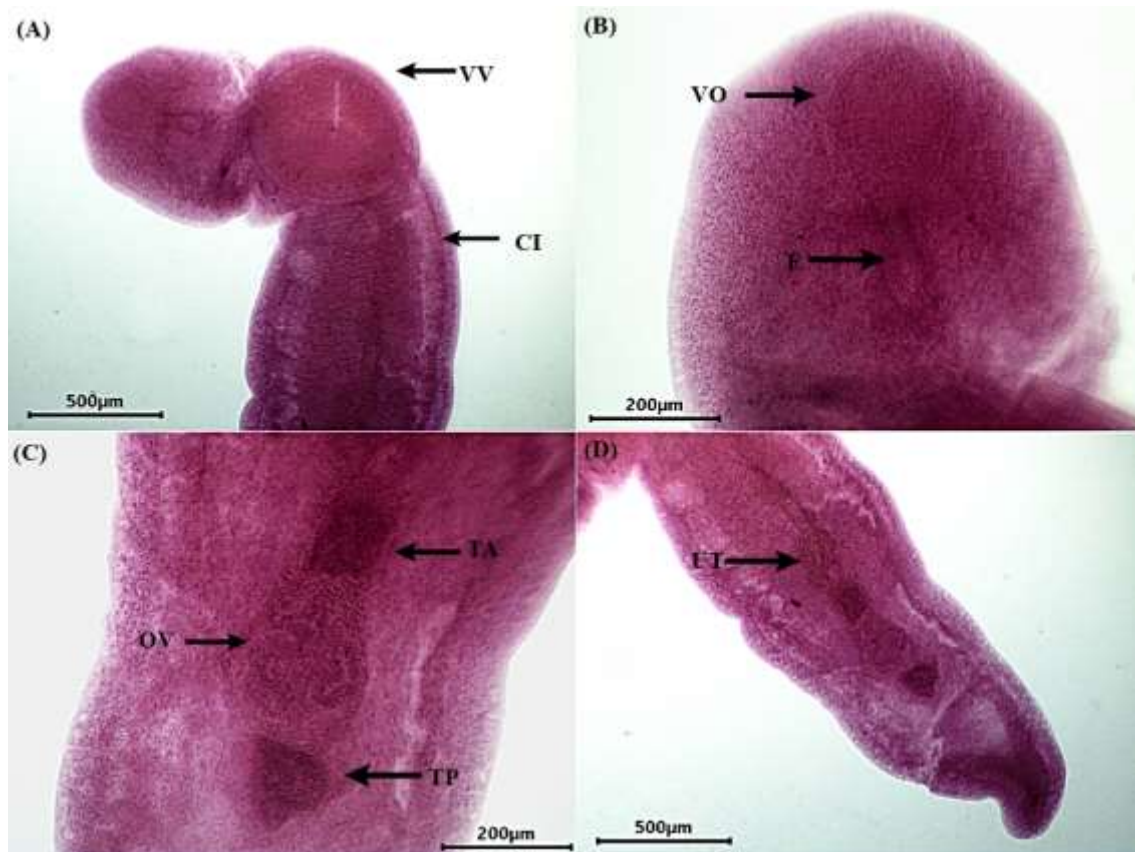


Figura 19. *Clinostomum* sp. (metacercária) encontrado nas brânquias e mesentério de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 do riacho do Carás, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo em vista ventral. As setas indicam a ventosa ventral (VV) e ceco intestinal (CI); (B) Extremidade anterior. As setas indicam a ventosa oral (VO) e faringe (F); (C) Extremidade posterior. Setas indicam o testículo anterior (TA), ovário (OV) e testículo posterior (TP); (D) Extremidade posterior. A seta indica o útero (UT). **Fonte:** elaborados pelo autor.

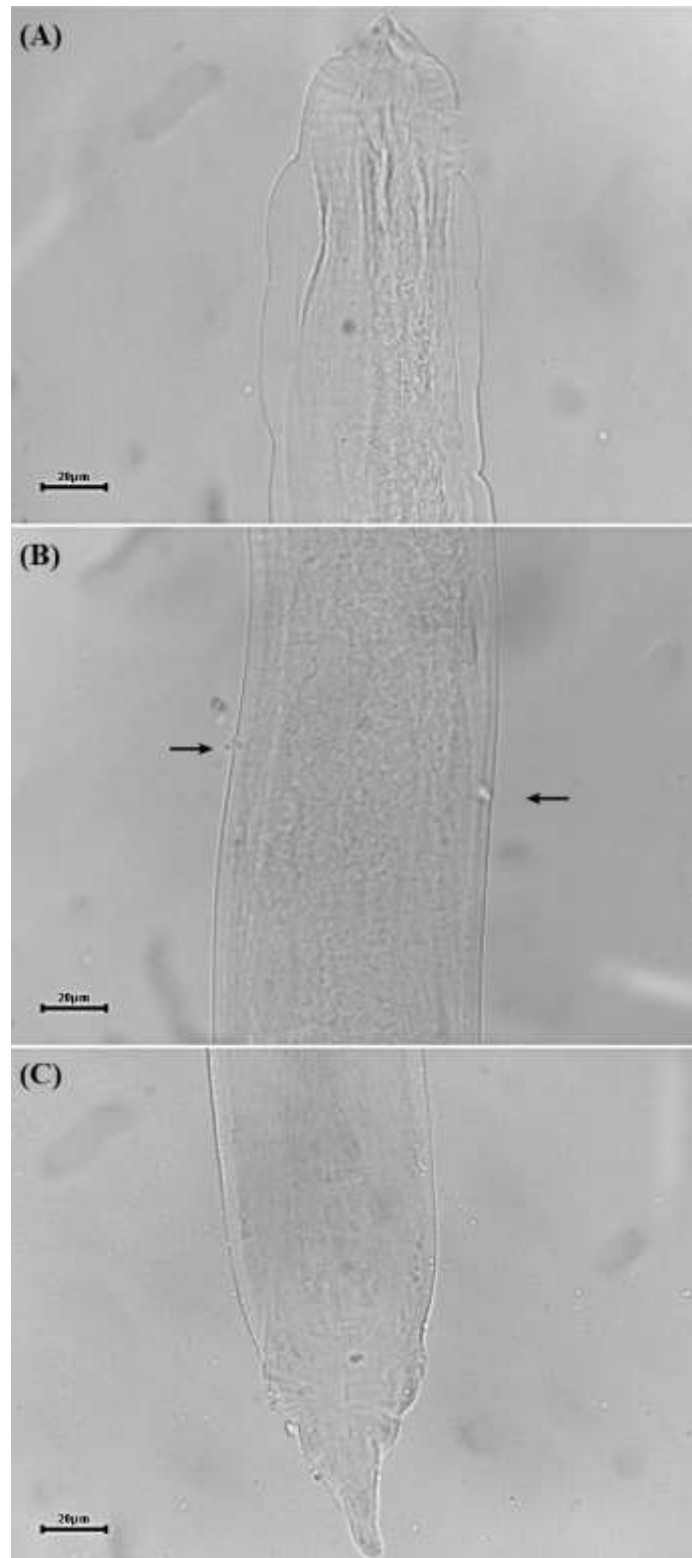


Figura 20. *Spiroxys* sp. (larva) encontrado no mesentério de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 e *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do rio Batateiras e riacho do Carás, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Região anterior; (B) Deirídios (setas apontam sua localização); (C) Extremidade posterior. **Fonte:** elaborados pelo autor.

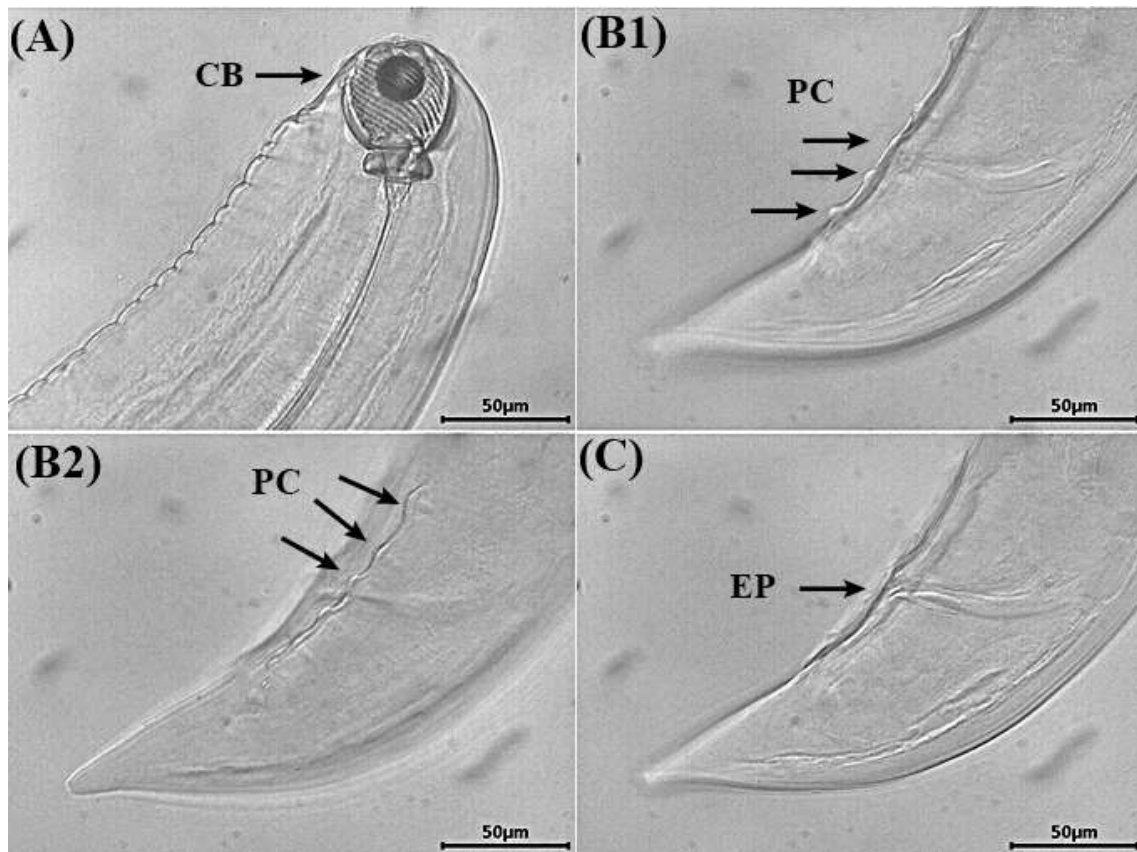


Figura 21. *Procamallanus (Spirocamallanus) hilarii* Pinto, 1976. encontrado nos cecos e intestino de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 e *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, do rio Batateiras, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Região anterior com cápsula bucal; (B1 e B2) papilas cloacais; (C) Região anterior contendo espículas (EP) do macho. **Fonte:** elaborados pelo autor.

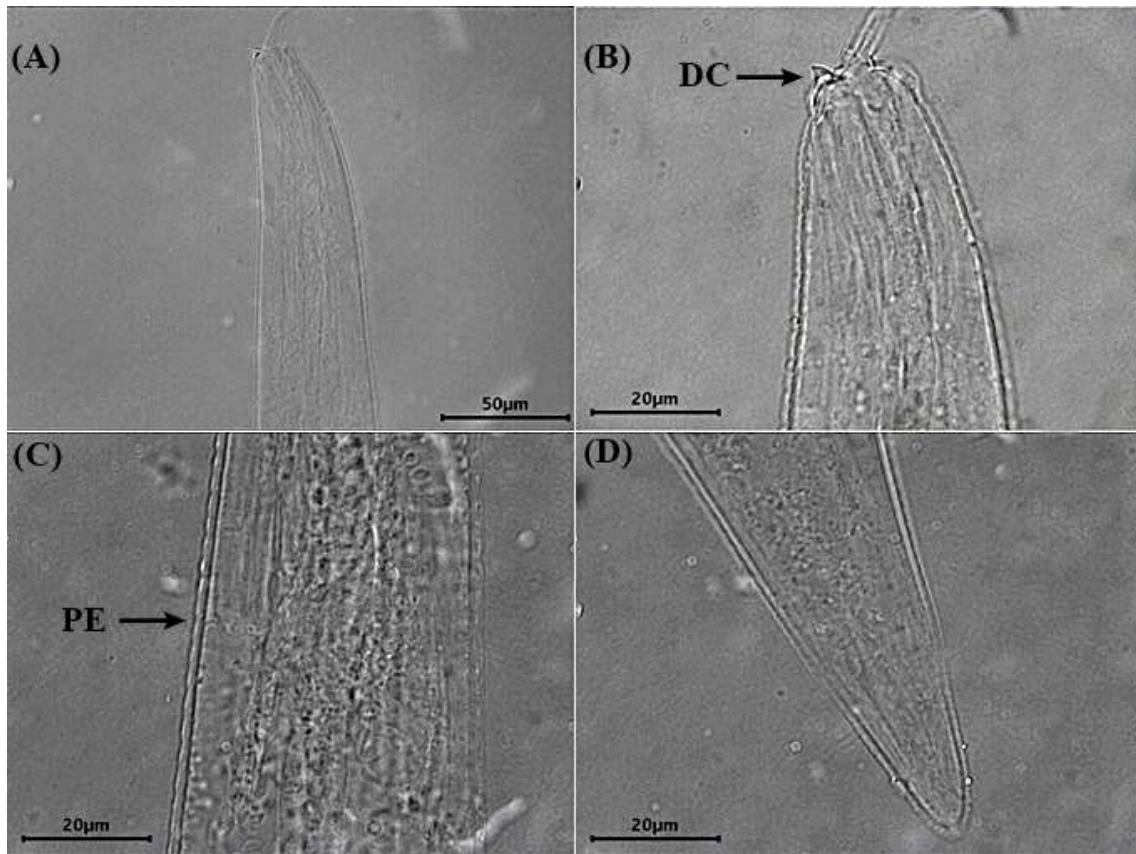


Figura 22. *Hysterothylacium* sp. (larva) encontrado no mesentério de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 do riacho do Carás, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Região anterior; (B) Região anterior evidenciando o dente cefálico (DC); (C) Extremidade anterior evidenciado o poro excretor (PE); (D) Região posterior. **Fonte:** elaborados pelo autor.

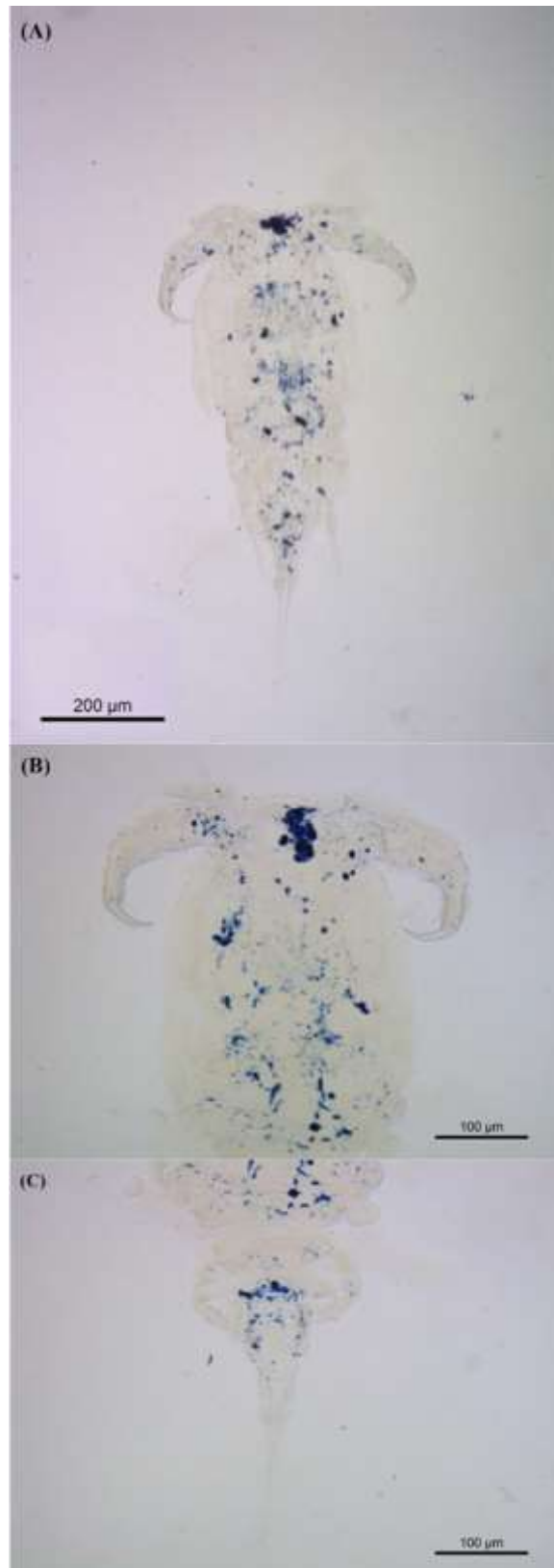


Figura 23. Ergasilidae gen. sp. encontrado nas brânquias de *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 e *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819 do riacho do Carás, município de Crato, Ceará, Brasil. (A) Corpo em vista dorsal; (B) Região anterior; (C) Região posterior.

Fonte: elaborados pelo autor.

Discussão

5 Discussão

Através de uma revisão de helmintos parasitos de peixes na América do Sul, Luque et al. (2017) concluíram que monogenéticos representam o grupo com a maior riqueza, com 835 espécies registradas em diferentes países e 1.133 associações parasito-hospedeiro, também seguidas por digenéticos com 662 espécies registradas com 1.127 associações parasito-hospedeiro.

Associações de coevolução, troca de hospedeiros e adaptações com peixes podem ser um dos mecanismos para explicar o alto sucesso de Monogenea e Digenea em seus respectivos habitats. A alta riqueza desses dois grupos é interpretada como resultado da especialização do local, adaptação do ciclo de vida e especialização da dieta. O fato dos monogenéticos ainda serem mais diversificados do que os digenéticos pode estar associado ao tempo de desenvolvimento e ciclo de vida monoxeno, enquanto o ciclo de vida dos digenéticos é mais prolongado devido às várias gerações pelas quais eles passam e os diferentes hospedeiros que eles infectam, ou seja, um ciclo de vida heteroxeno (CRIBB et al., 2002).

Existem mais razões para os monogenéticos apresentarem uma alta riqueza: eles são extremamente diversificados em relação as suas estruturas morfológicas, principalmente pela morfologia do haptor (órgão de fixação), que supostamente desempenha um papel importante na especialização e adaptação de parasitos aos hospedeiros; têm uma filogenia bem resolvida (pelo menos ao nível de família), e tendem a ter relação de especificidade quanto ao hospedeiro, com a maioria das espécies infestando apenas uma ou muito poucas espécies hospedeiras. Essa especificidade pode ser entendida como resultado de um processo de coespeciação entre o parasito e hospedeiro, e de outros processos adaptativos e não adaptativos, como a especiação por troca de hospedeiro. (POULIN, 1992; BOEGER e KRITSKY, 1997; SASAL et al., 1998; POULIN, 2002; ŠIMKOVÁ et al., 2006).

Até o momento, diversos estudos descreveram a estrutura de comunidades parasitárias do gênero *Astyanax* (ver tabela 1). Segundo Lizama et al. (2008) estudos de comunidades parasitárias nesse gênero demonstram que tais espécies servem como hospedeiros intermediários de várias espécies de endoparasitos, com grande variabilidade

na diversidade de estágios, fato esse que pode considerar essas espécies como “potenciais indicadores faunísticos” (AZEVEDO et al., 2007).

A classe Myxosporea Bütschli, 1881 contém 62 gêneros descritos (GRIFFIN et al., 2008), sendo *Myxobolus* Bütschli, 1882 e *Henneguya* Thélohan, 1892 os principais gêneros. São parasitos frequentemente encontrados em peixes, podendo ser parasitos histozóicos (intercelulares, intracelulares ou de luz de vasos) e celozóicos (na cavidade de órgãos, flutuando ou ligados a superfície epitelial interna) (EIRAS et al., 2006). O ciclo de vida envolve mais um hospedeiro, um invertebrado (oligoqueta ou poliqueta) e um vertebrado (peixe) (PAVANELLI et al., 2002).

Espécies do gênero *Henneguya* (Myxosporea: Myxobolidae) são amplamente registradas parasitando peixes da família Characidae (EIRAS et al., 2004). Para espécies do gênero *Astyanax* são registradas oito espécies de *Henneguya* parasitando as brânquias (ver tabela 1): *H. intracornea*, *H. cesarpintoii*, *H. bergamini*, *H. travassoi*, *H. hoimba*, *H. artigasi*, *H. axtyanax* e *H. chydadea*. A espécie registrada nesse estudo para *A. bimaculatus* (Figura 4), em ambas as localidades, é provavelmente uma nova espécie.

Membros da classe Monogenea Van Beneden, 1858, são geralmente ectoparasitos de peixes com cerca de 1 mm a 3 cm, frequentemente encontrados na superfície do corpo, narinas e brânquias. Estes helmintos são hermafroditas e de ciclo de vida direto ou monoxeno (PAVANELLI et al., 2002). Segundo Boeger e Vianna (2006) Dactylogyridae é família mais abundante em peixes de água doce da América do Sul, seguida pelas espécies da família Gyrodactylidae, o que corrobora com os resultados obtidos neste estudo para as duas localidades.

Characithecium Mendonza-Franco, Reina e Torchin, 2009 (Monogenea: Dactylogyridae) foi proposto para incluir *Urocleidoides costaricensis* (Price e Bussing, 1967) Kristky e Leiby, 1972, espécie considerada *incertae sedis* por Kritsky, Thatcher e Boeger (1986), e *U. astyanacis* Gioia, Artigas e Silva, 1988, considerada sinônimo junior de *C. costaricensis*. Espécies pertencente a este gênero apresenta vagina médio-ventral, gônadas sobrepostas, âncora ventral maior que a dorsal, barra ventral com projeção póstero-medial e base do cirro articulado proximalmente com a peça acessória (MENDOZA-FRANCO et al., 2009).

Rossin e Timi (2014) revisaram o diagnóstico de *Characithecium* para incluir quatro novas espécies e uma nova combinação para o gênero, coletados de peixes da família Characidae na Argentina. Recentemente Gallas et al. (2016) descreveram uma nova espécie coletados de *Astyanax* aff. *fasciatus* e *A. jacuhiensis* no Brasil. Atualmente,

C. costaricensis (MENDOZA-FRANCO et al., 2009), *C. chascomusensis*, *C. longianchoratum*, *C. robustum*, *C. quadratum*, *C. chelatum* (ROSSIN e TIMI, 2014) e *C. triprolatum* (GALLAS et al., 2016) são consideradas espécies válidas para o gênero.

Characithecium costaricensis foi registrado nos seguintes hospedeiros e locais: *A. fasciatus* no México (MENDOZA-FRANCO et al., 1999; JIMÉNEZ-SÁNCHEZ et al., 2019), Nicarágua (MENDOZA-FRANCO et al., 2003), Costa Rica (KRITSKY e LEIBY, 1972; PRICE e BUSSING, 1967), Panamá (MENDOZA-FRANCO et al., 2009) e Colômbia (KRITSKY e THATCHER, 1974); *Astyanax aeneus* no México (MENDOZA-FRANCO et al., 2009); *Astyanax ruberrimus* no Panamá (MENDOZA-FRANCO et al., 2009); *A. bimaculatus* e *Curimata argentea* (= *Steindachnerina argentea*) em Trinidad e Tobago (MOLNAR et al., 1974). No Brasil esta espécie foi registrada em *A. fasciatus* e *A. scabripinnis* (GIOIA et al., 1988) e *A. altiparanae* (AZEVEDO et al., 2007). *Characithecium costaricensis* (Figura 5) foi recuperada em ambos os hospedeiros e em ambas as localidades no presente estudo, podendo ser uma espécie comum do gênero *Astyanax*, o que corrobora com registros anteriores.

Characithecium sp.1 (Figura 6) é semelhante a *C. costaricensis* e *C. triprolatum*, pela morfologia do haptor, vagina médio-ventral e base do cirro articulado a peça acessória diferindo por possuir: (1) base da peça acessória composta por duas subunidades ventrais, uma articulada por um curto ligamento a base do cirro e outra expandida, por onde passa duas projeções alongadas, uma delas bifurca-se ao final da projeção e uma peça estruturada dorsalmente esclerotizada e (2) uma vagina médio-ventral com vestíbulo proeminente, semelhante a um balão.

Rossin e Timi (2014) descreveram espécies de *Characithecium* parasitando *Oligosarcus jenynsii* (Characidae) na Argentina e ampliaram a diagnose do gênero, porém os caracteres morfológicos apresentados nesta emenda diferem para as espécies *C. costaricensis*, *C. triprolatum*, *Characithecium* sp.1 que parasitam hospedeiros do gênero *Astyanax* e assemelha-se a *Characithecium* sp. 2 (Figura 7).

Diaphorocleidus Jogunoori, Kritsky e Venkatanarasaiah, 2004 (Monogenea: Dactylogyridae) compreende monogenéticos com cirro no sentido anti-horário não articulado com a peça acessória, gônadas sobrepostas, vaginal sinistral, haste dos ganchos com duas subunidades e barras em forma de “V”. Atualmente, nove espécies são válidas: *D. affinis* Mizelle, Kritsky e Crane, 1968; *D. armillatus* Chaudhary, Verma e Singh, 2016; *D. kabatai* (Molnar, Hanek e Fernando 1974); *D. microstomus* (Mizelle, Kritsky e Crane, 1968); *D. petrosusi* Mendoza Franco, Aguirre-Macedo e Vidal-Martinez, 2007; *D.*

orthodus Mendoza-Franco, Reina e Torchin, 2009; *D. altamirensis* Moreira, Scholz e Luque, 2016; *D. jaymedeloyolai* Santos-Neto et al., 2018; *D. guatemalensis* Mendonza-Franco, Caspeta-Mandujano e Ramírez-Martínez, 2019.

A espécie *D. kabatai* é relatada parasitando diversas espécies do gênero *Astyanax* (ver tabela 1), o que corrobora nossos resultados. Entretanto, a morfologia revisada da espécie por Mendonza-Franco et al., (2009) pode ser considerada imprecisa pela morfologia do OCM e variações das estruturas esclerotizadas do haptor como as ancoras e barras. *Urocleidoides kabatai* Molnar, Hanek e Fernando (1974) parasito de *A. bimaculatus* foi alocado como *D. kabatai* por Jogunoori et al. (2004), este monogenético possui uma projeção póstero-medial na barra ventral (Figura 7), peça acessória com base arredondada e posição da abertura do poro vaginal dextral, o que diverge da revisão morfológica relatada na descrição de Mendonza-Franco et al. (2009) (Figura 11).

Diaphorocleidus sp.1 e *Diaphorocleidus* sp.2 (Figura 12), são semelhantes a *D. kabatai*, diferindo pelo primeiro ter um poro vagina dextral e o segundo ter uma vagina médio-ventral (*D. kabatai* possui o poro vaginal sinistral), o que inclui duas características para ampliar a diagnose do gênero *Diaphorocleidus*.

Urocleidoides trinidadensis Molnar, Hanek e Fernando, 1974 (Monogenea: Dactylogyridae) (Figura 9) é uma espécie considerada *incertae sedis* pela ausência de esclerito vaginal que é uma característica do gênero *Urocleidoides*. Essa espécie foi previamente registrada parasitando *A. bimaculatus* (MOLNAR et al., 1974) e *A. altiparanae* (CAMARGO et al., 2016) assim como no presente estudo. Considerando características morfológicas do OCM, haptor e disposição da abertura vaginal sinistral, esta espécie assemelha-se as espécies do gênero *Diaphorocleidus*.

Espécies do gênero *Trinibaculum* Kritsky, Thatcher e Kayton, 1980 (Monogenea: Dactylogyridae) possuem duas barras dorsais simples, vagina dextro-ventral, ceco intestinal confluyente e gônadas intercecais. Atualmente, existe quatro espécies: *T. braziliensis* Kritsky, Thatcher e Kayton, 1980; *T. rotundus* Karling, Lopes, Takemoto e Pavanelli, 2011; *T. altiparanae* Abdallah, Azevedo e Silva, 2013 e *T. pinctiarum* Narciso Narciso, Brandão, Yamada, Benine e Silva 2014.

Trinibaculum altiparanae e *T. pinctiarum* parasitam brânquias de *A. altiparanae* e *A. fasciatus*, respectivamente. *Trinibaculum pinctiarum* foi descrito parasitando *A. fasciatus* no presente estudo, assim é relatado como um novo registro para a bacia hidrográfica do Salgado.

Dactylogyridae gen. sp. (Figura 14) possui (1) um órgão de adesão, o haptor, com ausência de âncoras e barras, contendo somente ganchos (2) dois pares de glândulas cefálicas na região do pró-haptor, e (3) OCM altamente especializado.

Espécies de *Anacanthocotyle* Kritsky e Fritts, 1970 (Monogenea: Gyrodactylidae) não possuem âncoras no haptor e presença somente de ganchos. *Anacanthocotyle anacanthocotyle* foi relatada por diversos autores parasitando espécies do gênero *Astyanax* (ver tabela 1), assim como em *A. bimaculatus* do presente estudo. No Brasil, essa espécie foi relatada parasitando as brânquias de *A. lacustris* (CAPARROS e TAKEMOTO, 2017), entretanto, não há relatos parasitando *A. bimaculatus*, sendo assim, os dados apresentados ampliam a distribuição geográfica da espécie e o número de hospedeiros parasitados.

O gênero *Gyrodactylus* Nordmann, 1832 (Monogenea: Gyrodactylidae) possui aproximadamente 409 espécies já descritas (HARRIS et al., 2004). É um grupo cosmopolita e parasita uma variedade de hospedeiros (BAKKE et al., 2002) inclusive peixes do gênero *Astyanax* (ver tabela 1). Os primeiros girodactilídeos descritos da Região Neotropical foram de peixes de água doce da Costa Rica: *G. superbus* (Szidat, 1972) Popazoglo e Boeger, 2000, *A. anacanthocotyle*, *G. neotropicalis* e *G. costaricensis* Kritsky e Fritts, 1970. Na América do Sul Na et al. (1991) descreveram cinco espécies de *Gyrodactylus* em peixes do Peru. Considerando a morfologia das âncoras do haptor e disposição de ganchos, provavelmente as espécies (Figuras 15 e 16) identificados em *A. fasciatus* são novas para a ciência.

A subclasse Digenea Carus, 1863 são endoparasitos de ciclo de vida complexo e heterógeno que envolve hospedeiros intermediários, e hospedeiros definitivos. Peixes podem agir como segundo hospedeiro intermediário de estágios larvais (metacercárias) (LUQUE, 2004).

Diplostomidae Poirier, 1886 (Digenea: Trematoda) agrupa digenéticos que possuem ventosa oral, ventosa ventral, órgão tribocítico, presença de pseudoventosas e corpo bi-segmentado. Os estágios larvais (metacercárias) podem parasitar olhos, musculatura e mesentério dos hospedeiros (NIEWIADOMSKA, 2002). Diplostomidae gen. sp. (Figura 17) possuem características que possivelmente os permitem classificar como metacercárias de *Diplostomum lunaschiae* como a posição e morfologia das pseudoventosas, disposição das gonas e corpo bi-segmentado (LOCKE et al., 2020) o que corrobora com Pelegrini et al. (2019) que caracterizaram a morfologia e filogenia de

Diplostomidae gen. sp. em diversas espécies de peixes do rio Batalha, no estado de São Paulo.

Wallinia Pearse, 1920 (Digenea: Allocreadiidae) são digenéticos que são relatados parasitando peixes do gênero *Astyanax* (ver tabela 1) como por exemplo *A. aeneus*, *A. mexicanus*, *A. fasciatus* e *A. lacustris* (Choudhury et al. (2002); Pérez-Ponce de León et al. (2015); Dias et al. (2018) e Hernández-Mena et al. (2019)). Atualmente *W. valenciae* Pearse, 1920 (Venezuela), *Wallinia chavarriae* Choudhury, Daverdin e Brooks, 2002 (Costa Rica), *Wallinia mexicana* Pérez-Ponce de León, Ranzo-Mendevil, Mendonza-Garfias, Rubio-Godoy e Choudhury, 2015 (México), *Wallinia brasiliensis* Dias, Müller, Almeida, Silva, Azevedo, León e Abdallah, 2018 (Brasil) e *Wallinia anindoi* Hernández-Mena, Pinacho-Pinacho, García-Varela, Mendonza-Garfias e De León, 2019 (Costa Rica e México) são as espécies que compõem o gênero. *Wallinia* sp. (Figura 18) recuperados de *A. bimaculatus* do presente estudo é possivelmente uma nova espécie pela presença de um testículo posterior grande (semelhante ao *W. chavarriae*); e ventosa ventral (acetábulo) maior que a ventosa oral, a principal característica que o difere de seus congêneres.

Clinostomum Leidy, 1856 (Digenea: Clinostomidae) compreende espécies de digenéticos cujas metacercárias apresentam potencial zoonótico, e que podem infectar humanos através da ingestão de carne crua ou malcozida (CHUNG et al., 1995; TIEWCHALOERN et al., 1999; PARK et al., 2009). *Clinostomum complanatum* (Rudolphi, 1814) Braun, 1899 é a espécie amplamente relatada infectando o gênero *Astyanax* (ver tabela 1) (ABDALLAH et al., 2004; ESPINAL-CARRIÓN E LOPEZ-LOPEZ, 2010; RUIZ et al., 2018). *Clinostomum* sp. (Figura 19) possui características das metacercárias relatadas no gênero como corpo oval, alongado e mais largo na região gonadal, ventosa oral menor que ventosa ventral, faringe, ventosa ventral bem desenvolvida e gônadas sobrepostas.

Nematoda Rudolphi, 1808 são os parasitos mais comuns em peixes dulcícolas e utilizam de dois ou mais hospedeiros para completar o seu ciclo de vida, ou seja, são heteroxenos. Parasitam, principalmente, o trato digestório, podendo os peixes atuar como hospedeiros paratênicos e/ou intermediários (MADI e SILVA, 2005) nos quais os estágios larvais podem permanecer em forma de cistos ou migrar para os órgãos. O ciclo evolutivo inicia-se com a liberação de ovos, junto às fezes do hospedeiro definitivo no meio aquático, larvas de primeiro estágio (L1), que se tornam embrionados. No interior dos ovos, ocorre a formação das larvas de segundo estágio (L2) e, posterior, eclosão. As

larvas livres na água são ingeridas por peixes menores, microcrustáceos, oligoquetas, larvas de insetos ou moluscos que atuam como hospedeiros intermediários, nesses, ocorre o desenvolvimento das L2 para larvas de terceiro estágio (L3), larvas infectantes, que invadem os tecidos dos possíveis hospedeiros (MADI e SILVA, 2005). O fechamento do ciclo evolutivo acontece com a ingestão de L3 por hospedeiros definitivos, peixes, aves e mamíferos piscívoros (ANDERSON, 1992). Os possíveis danos que podem ser causados nos hospedeiros dependerão da espécie de parasito, do tecido invadido e da intensidade de infecção (THATCHER, 1991; EIRAS, 1994).

Spiroxys Schneider, 1866 (Nematoda: Gnathostomatidae) são nematoides pequenos com cutícula fina e estriada transversalmente, com extremidade anterior provida de dois pseudolábios, cada um com duas depressões (ou fendas), duas papilas cefálicas, um anfídeo pequeno em cada lado na base do pseudolábio, esôfago muscular e glandular, um par de papilas posteriores e a abertura anal e cauda cônica com a ponta arredonda (MORAVEC, 1998). Estão alocadas sete espécies que parasitam a mucosa gástrica de cágados de água doce na região Neotropical, destas, quatro foram relatadas no México: *Spiroxys contortus* Rudolphi, 1819, *S. corti* Caballero, 1935, *S. susanae* Caballero, 1941 e *S. triretrodens* Caballero e Zerecero, 1943. Peixes de água doce atuam como hospedeiros paratênicos das larvas de *Spiroxys* sp. (MORAVEC, 1998; SANTOS et al., 2009).

As larvas de *Spiroxys* sp. (Figura 20) são amplamente relatadas infectando espécies do gênero *Astyanax* (ver tabela 1), indicando que essas espécies de peixes são hospedeiros intermediários. Os padrões de infecção presentes podem ser justificados (1) habito alimentar de *Astyanax*: são onívoros e (2) pelo ciclo de vida das larvas desse gênero. No ciclo de vida de *Spiroxys* spp., os ovos com larvas de primeiro estágio (L1) são liberadas para o ambiente junto as fezes dos hospedeiros (cágados). Os ovos são consumidos pelo hospedeiro intermediário (copépodes ou insetos aquáticos) (MORAVEC, 1998) e eclode chegando até a hemocele onde sofre duas mudas e o ciclo completa com a ingestão do estágio infectante (L3) pelo hospedeiro definitivo (ANDERSON, 1992). Neste estudo, ampliam-se o número de hospedeiros paratênicos para os nematoides desse gênero, como é o caso de *A. bimaculatus*, sendo o primeiro registro de infecção para essa espécie.

Procamallanus do subgênero *Spirocamallanus* Moravec e Thatcher, 1997 (Nematoda: Camallanidae) estão alocadas espécies de nematoides cujos representantes são característicos por possuírem uma cápsula bucal com espirais esclerotizadas.

Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus Travassos, Artigas e Pereira, 1928 é a espécie mais comum entre os hospedeiros peixes de diferentes regiões geográficas (MORAVEC, 1998). Atualmente cinco espécies são registradas parasitando peixes do gênero *Astyanax* (ver tabela 1) são elas: *Procamallanus (S). hilarii*, *Procamallanus (S). ihenrigi*, *Procamallanus (S). inopinatus*, *Procamallanus (S). neocaballeroi* e *Procamallanus (S). saofrancicensis*. Neste estudo *Procamallanus (Spirocamallanus) hilarii* (Figura 21) contribuiu com um registro geográfico para bacia hidrográfica do Salgado.

O gênero *Hysterothylacium* Ward e Magath, 1917 (Nematoda: Anisakidae) é composto por mais de 60 espécies que parasitam desde peixes de água doce, estuário a peixes marinhos com ampla distribuição geográfica (GOPAR-MERINO et al., 2005), sendo que destas, duas espécies são registradas no Brasil, *H. fortalezae* e *H. reliquens* (TORRES e SOTO, 2004). Segundo Moravec, Prouza e Royero (1997) *H. patagonense*, *H. rhamdiae* e *H. cenotae* ocorrem em peixes de água doce da região Neotropical. *Hysterothylacium* é caracterizado por possuir apêndice ventricular longo localizado a partir da região final do esôfago, ceco intestinal mais curto que o apêndice, poro excretor próximo ao anel nervoso e cauda cônica, o que os diferem do gênero *Contraecaecum*. Menezes-Vieira et al. (2017) relataram infecções de larvas de *Hysterothylacium* sp. (Prevalência de 59,46%) em *A. fasciatus* no rio São Francisco, no estado de Minas Gerais. Neste estudo relatamos a primeira infecção de *Hysterothylacium* sp. (Figura 22) em *A. bimaculatus* (Prevalência de 2%).

Copepoda Milne Edwards, 1840, Branchiura Thorell, 1864 e Isopoda Latreille, 1817 apresentam representantes parasitos de cavidades nasais, brânquias, tegumento, músculo, e em alguns casos, nos órgãos internos (PAVANELLI et al., 2002; TAKEMOTO et al., 2004).

No Brasil a família Ergasilidae Burmeister, 1835 (Crustacea: Copepoda) é a maior família de crustáceos parasitos com cerca de 18 gêneros e 70 espécies validas (LUQUE et al., 2013; MARQUES e BOEGER, 2018; NARCISO et al., 2019). Apesar do alto número de espécies conhecidas, alguns autores assumem que a diversidade de ergasilídeos no Brasil ainda está subestimada, pois apenas uma pequena proporção de espécies de peixes brasileiras (cerca de 6,5% das 4.290 espécies) já foi avaliada em relação a sua fauna de crustáceos parasitos (LUQUE et al., 2013). Espécimes de Ergasilidae gen. sp. (Figura 23) recuperados em *A. bimaculatus* e *A. fasciatus* é

possivelmente um novo gênero devido as suas principais características morfológicas que não os permitem agrupá-los em nenhum dos gêneros já descritos na literatura.

Considerações finais

6 Considerações finais

- Peixes do gênero *Astyanax* Baird e Girard, 1854 apresentam inúmeras espécies de parasitos e formas evolutivas já registradas, o que lhes conferem o potencial como “bioindicadores faunísticos”;
- Os 15 táxons de parasitos apresentados nesse estudo são considerados novos registros para a Bacia Hidrográfica do Salgado, com dez possíveis novas espécies e três novos registros de hospedeiro;
- Monogenea foi o grupo taxonômico com a maior riqueza de espécies, seguido pela subclasse Digenea e Filo Nematoda;
- *Characithecium costaricensis* (Monogenea) é uma espécie característica da fauna ectoparasitária do gênero *Astyanax*;
- As metacercárias de *Clinostomum* sp. e larvas de nematoides do gênero *Hysterothylacium* sp., (Anisakidae) apresentam potencial zoonótico, isto é, a infecção humana através da ingestão de peixe cru, malcozido ou frito;
- *Astyanax bimaculatus* e *Astyanax fasciatus* participam em ambos os locais de estudo, principalmente como hospedeiros paratênicos e/ou intermediários das larvas de digenéticos e nematoides;
- O presente estudo demonstrou a existência de uma grande riqueza de parasitos já registrados na literatura e possíveis espécies novas que podem agregar e enriquecer o conhecimento à cerca da biodiversidade de parasitos de peixes. A fauna parasitária de organismos aquáticos da bacia hidrográfica do Salgado, inclusive na região do Cariri, é possivelmente composta de uma alta riqueza pouco explorada para que se possa compreender a relação parasito-hospedeiro, os seus ciclos biológicos e a transmissão de parasitos e sua a biogeografia. Por fim, este

estudo contribui com os inventários da biodiversidade local com registro de 15 táxons de parasitos para espécies de peixes encontradas na região.

Referências

7 Referências

- AB'SÁBER, A. N. Significado geomorfológico da rede hidrográfica do Nordeste oriental brasileiro. **Boletim Geográfico**, v. 15, p. 459-464, 1957.
- AB'SÁBER, A. N. The Caatinga Domain. Pp 47-55 in: S. Monteiro & L. Kaz (eds.) **Caatinga- Sertão, Sertanejos**. Editora Livro arte, Rio de Janeiro. 1995.
- ABDALLAH, V. D.; AZEVEDO, R. K.; LUQUE, J. L. Metazoários parasitos dos lambaris *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758), *A. parahybae* Eigenmann, 1908 e *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) (Osteichthyes: Characidae), do rio Guandu, estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 13, n. 2, p. 57-63, 2004.
- ABDALLAH, V. D.; DE AZEVEDO, R. K.; & DA SILVA, R. J. *Trinibaculum altiparanae* sp. N., a new dactylogyrid species (Monogenea) of the *Astyanax altiparanae* (Osteichthyes: Characidae) in the Peixe river, Southeastern Brazil. **Neotropical Helminthology**, v. 7, n. 2, p. 211-217, 2013.
- ABDALLAH, V. D.; DE AZEVEDO, R. K.; CARVALHO, E. D.; & DA SILVA, R. J. New host and distribution records for nematode parasites of Freshwater fishes from Sao Paulo State, Brazil. **Neotropical Helminthology**, v. 6, n. 1, p. 43-57, 2012.
- ACOSTA, A. A.; QUEIROZ, J.; BRANDÃO, H.; & SILVA, R. J. D. Helminth fauna of *Astyanax fasciatus* Cuvier, 1819, in two distinct sites of the Taquari River, São Paulo State, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 1, p. 242-250, 2015.
- ADAMS, S. M.; GREELEY, M. S. Ecotoxicological indicators of water quality: using multi-response indicators to assess the health of aquatic ecosystems. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 123, n. 1-4, p. 103-115, 2000.
- AGUILAR-AGUILAR, R.; MARTÍNEZ-AQUINO, A.; ESPINOSA-PÉREZ, H.; & PÉREZ-PONCE DE LEÓN, G. Helminth parasites of freshwater fishes from Cuatro Ciénegas, Coahuila, in the Chihuahuan Desert of Mexico: inventory and biogeographical implications. **Integrative Zoology**, v. 9, n. 3, p. 328-339, 2014.
- ALMEIDA, K. D. S. S.; COHEN, S. C. Diversidade de Monogenea (Platyhelminthes) parasitos de *Astyanax altiparanae* do reservatório da Usina Hidrelétrica de Itaipu. **Saúde & Ambiente em Revista**, v. 6, n. 1, p. 31-41, 2011.

- AN, L.; JARA, C. A.; CONE, D. K. Five species of *Gyrodactylus* Nordmann, 1832 (Monogenea) from freshwater fishes of Peru. **Canadian journal of Zoology**, v. 69, n. 5, p. 1199-1202, 1991.
- ANDERSON, R. C. **Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission**. Wallingford: CAB International, 578p. 1992.
- APPELTANS, W.; AHYONG, S. T.; ANDERSON, G.; ANGEL, M. V.; ARTOIS, T.; BAILLY, N., ... & BŁAŻEWICZ-PASZKOWYCZ, M. The magnitude of global marine species diversity. **Current Biology**, v. 22, n. 23, p. 2189–2202, 2012.
- AZEVEDO, G. B.; MADI, R. R.; UETA, M. T. Metazoários parasitas de *Astyanax altiparanae* (Pisces: Characidae) na Fazenda Rio das Pedras, Campinas, SP, Brasil. **Títulos não-correntes**, v. 21, n. 2, 2007.
- BAKKE, T. A.; HARRIS, P. D.; CABLE, J. Host specificity dynamics: observations on gyrodactylid monogeneans. **International Journal for Parasitology**, v. 32, n. 3, p. 281-308, 2002.
- BARASSA, B.; CORDEIRO, N. S.; ARANA, S. A new species of Henneguya, a gill parasite of *Astyanax altiparanae* (Pisces: Characidae) from Brazil, with comments on histopathology and seasonality. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 98, n. 6, p. 761-765, 2003.
- BERTACO, V.A.; FERRER, J.; CARVALHO, F.R.; MALABARBA, L.R. Inventory of the freshwater fishes from a densely collected area in South America a case study of the current knowledge of Neotropical fish diversity. **Zootaxa**, v. 4138, n. 3, p. 401–440, 2016.
- BOEGER, W. A.; & VIANNA, R. T. **Monogenoidea. In Amazon Fish Parasites** (Thatcher, V.E., ed.). Sofia: Pensoft Publishers, pp.42-116. 2006.
- BOEGER, W. A.; KRITSKY, D. C. Coevolution of the Monogenoidea (Platyhelminthes) based on a revised hypothesis of parasite phylogeny. **International Journal for Parasitology**, v. 27, n. 12, p. 1495-1511, 1997.
- BROOKS, D.R.; HOBERG, E.P. Parasite systematics in the 21st century: opportunities and obstacles. **Trends in Parasitology**, v. 17, p. 273–275, 2001.
- BUCKUP, P.A.; MENEZES, N.A.; GHAZZI, M.S.A. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro, Museu Nacional, 195p. 2007.

- BUSH, A. O.; LAFFERTY, K.D.; LOTZ, J.M.; SHOSTAK, AW. Parasitology Meets Ecology On Its Own Terms: Margolis et al. Revisited. **The Journal of Parasitology**, v.83, p. 575–583, 1997.
- CAMARGO, A. D. A.; NEGRELLI, D. C.; PEDRO, N. H. O.; AZEVEDO, R. K. D.; SILVA, R. J. D.; & ABDALLAH, V. D. Metazoan parasite of lambari *Astyanax altiparanae*, collected from the Peixe river, São Paulo, southeast of Brazil. **Ciência Rural**, v. 46, n. 5, p. 876-880, 2016.
- CAPPARROS, E. M.; TAKEMOTO, R. M. Gyrodactylidae (Monogenea: Platyhelminthes) gill parasites of Tetragonopterinae (Characiformes: Characidae) from the upper Paraná river floodplain, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 29, 2017.
- CASPETA-MANDUJANO J. M.; CABAÑAS-CARRANZA G.; & MENDOZA-FRANCO, E. Helmintos parásitos de peces dulceacuícolas mexicanos. **Caso Morelos. Cuernavaca/México DF: UAEM/AGT editorial**, p. 1-129, 2009.
- CATALANO, S. R.; WHITTINGTON, I. D.; DONNELLAN, S. C.; & GILLANDERS, B. M. Parasites as biological tags to assess host population structure: guidelines, recent genetic advances and comments on a holistic approach. **International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife**, v. 3, n. 2, p. 220-226, 2014.
- CHAUDHARY, A.; VERMA, C.; SINGH, H. S. First report on the molecular characterization of *Diaphorocleidus armillatus* Jogunoori et al. 2004 (Monogenea: Dactylogyridae) infecting the gills of introduced fish, *Gymnocorymbus ternetzi* in India. **Acta parasitologica**, v. 61, n. 3, p. 639-644, 2016.
- CHOUDHURY, A.; DAVERDIN, R. H.; BROOKS, D. R. *Wallinia chavarriae* n. sp. (Trematoda: Macroderoididae) in *Astyanax aeneus* (Günther, 1860) and *Bryconamericus scleroparius* (Regan, 1908) (Osteichthyes: Characidae) from the area de conservación Guanacaste, Costa Rica. **The Journal of parasitology**, p. 107-112, 2002.
- CHUNG, D. I.; MOON, C. H.; KONG, H. H.; CHOI, D. W.; & LIM, D. K. The first human case of *Clinostomum complanatum* (Trematoda: Clinostomidae) infection in Korea. **Korean Journal of Parasitology**, v. 33, n. 3, p. 219-223, 1995.
- COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Jaguaribe, 1999.
- COHEN, S.C.; JUSTO, M.C.N.; KOHN, A. **South American Monogenoidea parasites of fishes, amphibians and reptiles**. Rio de Janeiro, Oficina de Livros, p. 662. 2013.

- CORDEIRO, N. S.; GIOIA, I. Mixosporídeos da ictiofauna brasileira. II: *Henneguya hoimba* n. sp. (Myxosporidia, Myxobolidae). In: **Anais X Congresso da Sociedade Brasileira de Parasitologia, Salvador**. p. 176. 1987.
- CRIBB, T. H.; CHISHOLM, L. A.; BRAY, R. A. Diversity in the Monogenea and Digenea: does lifestyle matter? **International Journal for Parasitology**, v. 32, n. 3, p. 321-328, 2002.
- DIAS, K. G.; MÜLLER, M. I.; DE ALMEIDA, A. C.; DA SILVA, R. J.; DE AZEVEDO, R. K.; DE LEÓN, G. P. P.; & ABDALLAH, V. D. A new species of *Wallinia* Pearse, 1920 (Digenea: Allocreadiidae) collected from *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) and *A. lacustris* Lucena and Soares, 2016 (Characiformes: Characidae) in Brazil based on morphology and DNA sequences. **Parasitology research**, v. 117, n. 9, p. 2847-2854, 2018.
- DRONEN, N. O.; TEHRANY, M. R.; WARDLE, WILLIAM J. Diplostomes from the brown pelican, *Pelicanus occidentalis* (Pelecanidae) from the Galveston, Texas area, including two new species of *Bursacetabulus* gen. n. **Journal-Helminthological Society Washington**, v. 66, p. 21-24, 1999.
- EIRAS, J. C. **Fundamentos de Ictioparasitologia**. Porto. Fundação Eng Antônio de Almeida, p. 339. 1994.
- EIRAS, J. C.; MALTA, J. C.; VARELA, A.; & PAVANELLI, G. C. *Henneguya schizodon* n. sp. (Myxozoa, Myxobolidae), a parasite of the Amazonian teleost fish *Schizodon fasciatus* (Characiformes, Anostomidae). **Parasite**, v. 11, n. 2, p. 169-173, 2004.
- EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes. In: **Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes**, 2ed, Maringá, p. 199. 2006.
- EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M.; & PAVANELLI, G.C. **Diversidade de peixes de água doce do Brasil**. Maringá: Clichetec, p. 333. 2010.
- ERGENS, R. The suitability of ammonium picrate-glycerin in preparing slides of lower Monogeneoidea. **Folia Parasitologica**, v. 16, n. 4, 1969.
- ESPINAL-CARRIÓN, T.; LÓPEZ-LÓPEZ, E. Helminths and lipid peroxidation in *Astyanax aeneus* (Pisces: Characidae) from a river in the humid subtropics of southeastern Mexico. **Diseases of aquatic organisms**, v. 88, n. 3, p. 215-224, 2010.

- FERRARI-HOEINGHAUS, A. P.; TAKEMOTO, R. M.; OLIVEIRA, L. D.; MAKRAKIS, M. C.; & BAUMGARTNER, G. Host-parasite relationships of monogeneans in gills of *Astyanax altiparanae* and *Rhamdia quelen* of the São Francisco Verdadeiro River, Brazil. **Parasite**, v. 13, n. 4, p. 315-320, 2006.
- FRANCO, E. F. M.; CASPETA-MANDUJANO, J. M.; SALGADO-MALDONADO, G. New species of *Cacatuocotyle* (Monogenoidea, Dactylogyridae) parasitizing the anus and the gill lamellae of *Astyanax aeneus* (Pisces, Ostariophysi: Characidae) from the Rio Lacantún basin in the Biosphere Reserve of Montes Azules, Chiapas, Mexico. **Parasitology Research**, v. 112, n. 1, p. 199-205, 2013.
- FRICKE, R.; ESCHMEYER, W. N.; VAN DER LAAN, R. Catalog of fishes: genera, species, references. **California Academy of Sciences, San Francisco, CA, USA** <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>, 2018.
- FUJIMOTO, R. Y.; BARROS, Z. M. N. D.; MARINHO-FILHO, A. N.; DINIZ, D. G.; & EIRAS, J. C. Parasites of four ornamental fish from the Chumucuí River (Bragança, Pará, Brazil). **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 22, n. 1, p. 34-38, 2013.
- GALLAS, M.; CALEGARO-MARQUES, C.; AMATO, S. B. A new species of *Cacatuocotyle* (Monogenea, Dactylogyridae) parasitizing two species of *Astyanax* (Ostariophysi, Characidae) in southern Brazil. **Acta parasitologica**, v. 59, n. 4, p. 638-642, 2014.
- GALLAS, M.; CALEGARO-MARQUES, C.; AMATO, S. B. A new species of *Characithecium* (Monogenea: Dactylogyridae) from external surface and gills of two species of *Astyanax* (Ostariophysi: Characidae) in southern Brazil. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, v. 87, n. 3, p. 903-907, 2016.
- GALLAS, M.; CALEGARO-MARQUES, C.; BENCKE-AMATO, S. Supplemental observations on the morphology of *Procamallanus (Spirocamallanus) hilarii* (Nematoda: Camallanidae) parasitizing two species of *Astyanax* (Characiformes: Characidae) and ecological analyses. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, v. 86, n. 3, p. 590-596, 2015.
- GALLAS, M.; UTZ, L. R. P. Revalidation of *Saccocoelioides bacilliformis* (Digenea, Haploporidae) parasitizing species of *Astyanax* (Characiformes, Characidae) from southern Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 109, 2019b.
- GALLAS, M.; UTZ, L. R. P. First report of *Dendrorchis retrobiloba* Volonterio & Ponce de León, 2005 (Digenea, Gorgoderidae) in *Astyanax* aff. *fasciatus* (Cuvier, 1819) (Characiformes, Characidae) from southern Brazil. **Check List**, v. 15, p. 357, 2019a.

- GALLAS, M.; UTZ, L. R. P. *Quadrigyrus torquatus* cystacants Van Cleave, 1920 (Acanthocephala: Quadrigyridae) parasitizing species of *Astyanax* (Characiformes: Characidae) from southern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 19, n. 3, 2019.
- GALLIO, M.; SCHAFER S., A.; GONZALEZ M., Silvia. Parasitismo por *Lernaea cyprinacea* em *Astyanax bimaculatus* provenientes de um açude no município de Antonio Prado, Rio Grande do Sul. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 35, n. 2, 2007.
- GÉRY, J. Characoids of the world. 1977.
- GIOIA, I.; CORDEIRO, N. S. Mixosporídeos da ictiofauna brasileira: *Henneguya artigasi* n. sp. (Myxosporea: Myxobolidae). In: **Anais do XIV Congresso Brasileiro de Zoologia**. 1987.
- GIOIA, I.; CORDEIRO, N. S.; ARTIGAS, P. T. *Henneguya intracornea* n. sp. (Myxozoa: Myxosporea) parasita do olho do lambari, *Astyanax scabripinnis* (Jenyns, 1842) (Osteichthyes, Characidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 81, n. 4, p. 401-407, 1986.
- GIOIA, I.; CORDEIRO, N. S.; ARTIGAS, P. T. *Urocleidoides astyanacis* n. sp. (Monogenea Ancyrocephalinae) from freshwater characidians on the genus *Astyanax*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 83, n. 1, p. 13-15, 1988.
- GOPAR-MERINO, L.; OSORIO-SARABIA, D.; GARCIA-PRIETO, L. A new species of *Hysterothylacium* (Nematoda: Anisakidae) parasite of *Ariopsis guatemalensis* (Osteichthyes: Ariidae) from Tres Palos lagoon, Mexico. **Journal Parasitology**, v. 91, n. 4, p. 909-914, 2005.
- GRIFFIN, M. J.; POTE, L. M.; WISE, D. J.; GREENWAY, T. E.; MAUEL, M. J.; & CAMUS, A. C. A novel *Henneguya* species from channel catfish described by morphological, histological, and molecular characterization. **Journal of Aquatic Animal Health**, v. 20, n. 3, p. 127-135, 2008.
- GUIMARÃES J. R. A. Mixosporídeos da ictiofauna brasileira. Tese de doutoramento, **Faculdade de Medicina de São Paulo**. 1931.
- GUIMARÃES, J. R. A.; BERGAMIN, F. Considerações sobre as ictioepizootias produzidas pelos mixosporídeos do gênero “*Henneguya*” Thélohan, 1892-*Henneguya travassosi* sp. n. **Revista da Indústria Animal**, v. 10, p. 1151-1156, 1933.

- HARRIS, P. D.; SHINN, A. P.; CABLE, J.; & BAKKE, T. A. Nominal species of the genus *Gyrodactylus* von Nordmann 1832 (Monogenea: Gyrodactylidae), with a list of principal host species. **Systematic Parasitology**, v. 59, n. 1, p. 1-27, 2004.
- HERNÁNDEZ-MENA, D. I.; PINACHO-PINACHO, C. D.; GARCÍA-VARELA, M.; MENDOZA-GARFIAS, B.: & DE LEÓN, G. P. P. Description of two new species of allocreadiid trematodes (Digenea: Allocreadiidae) in middle American freshwater fishes using an integrative taxonomy approach. **Parasitology research**, v. 118, n. 2, p. 421-432, 2019.
- JIMÉNEZ-SÁNCHEZ, A.; SÁNCHEZ-NAVA, P.; ROMERO, J. R.; & NAVA, B. F. Monogéneos de *Astyanax aeneus* (Characidae) y *Oreochromis niloticus* (Cichlidae) en la cuenca del río Ixtapan, México. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, v. 90, n. 3, p. 1-7, 2019.
- JOGUNOORI, W.; KRITSKY, D. C.; VENKATANARASIAH, J. Neotropical Monogenoidea. 46. Three new species from the gills of introduced aquarium fishes in India, the proposal of *Heterotylus* n. g and *Diaphorocleidus* n. g, and the reassignment of some previously described species of *Urocleidoides* Mizelle & Price, 1964 (Polyonchoinea: Dactylogyridae). **Systematic Parasitology**, v. 58, n. 2, p. 115-124, 2004.
- KARLING, L. C.; LOPES, L. C.; TAKEMOTO, R. M.; & PAVANELLI, G. C. *Trinibaculum rotundus* n. sp. (Monogenea, Ancyrocephalinae), a parasite of *Schizodon borellii* (Characiformes, Anostomidae) from the upper Paraná River floodplain, Brazil. **Helminthologia**, v. 48, n. 2, p. 85-87, 2011.
- KLOSS, G. R. Helmintos parasitos de espécies simpátricas de *Astyanax* (Pisces: Characidae). **Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia de São Paulo**, vol. 18, no. 17, p. 189-219. 1966.
- KOHN, A.; FERNANDES, B. M. M. Estudo comparativo dos helmintos parasitos de peixes do Rio Mogi Guassu, coletados nas excursões realizadas entre 1927 e 1985. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 82, n. 4, p. 483-500, 1987.
- KOHN, A.; FERNANDES, B. M. M.; BAPTISTA-FARIAS, M. F. D. Redescription of *Prosthenhystera obesa* (Diesing, 1850) (Callodistomidae, Digenea) with new host records and data on morphological variability. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 92, p. 171-179, 1997.
- KOHN, A.; FERNANDES, B. M. M.; GIBSON, D. I. *Chalcinotrema thatcheri* n. sp. (Digenea: Haploporidae) from Brazilian freshwater fishes, a redescription of C.

- ruedasuelensis* Thatcher, 1978 and comments on the validity of the genus. **Systematic Parasitology**, v. 44, n. 3, p. 211-215, 1999.
- KOHN, A.; FERNANDES, B. M.; GIBSON, D. I.; & FRÓES, O. M. On the Brazilian species of halipegine genera (Trematoda: Derogenidae) from fishes, with new morphological data, hosts and synonyms. **Systematic Parasitology**, v. 16, n. 3, p. 201-211, 1990.
- KOHN, A.; MORAVEC, F.; COHEN, S. C.; CANZI, C., TAKEMOTO, R. M.; & FERNANDES, B. M. Helminths of freshwater fishes in the reservoir of the Hydroelectric Power Station of Itaipu, Paraná, Brazil. **Check List**, v. 7, n. 5, p. 681-690, 2011.
- KRITSKY, D. C., & FRITTS, T. H. Monogenetic trematodes from Costa Rica with the proposal of *Anacanthocotyle* gen. n. (Gyrodactylidae: Isancistrinae). **Proceedings of the Helminthological Society of Washington**, v. 37, n. 1, p. 63-68, 1970.
- KRITSKY, D. C.; LEIBY, P. D. Dactylogyridae (Monogenea) from the freshwater fish, *Astyanax fasciatus* (Cuvier), in Costa Rica, with descriptions of *Jainus hexops* sp. n., *Urocleidoides costaricensis*, and *U. heteroancistrum* combs. n. **Proceedings of the Helminthological Society of Washington**, v. 39, p. 227-230, 1972.
- KRITSKY, D. C.; THATCHER, V. E. Monogenetic trematodes (Monopisthocotylea: Dactylogyridae) from freshwater fishes of Colombia, South America. **Journal of Helminthology**, v. 48, n. 1, p. 59-66, 1974.
- KRITSKY, D. C.; THATCHER, V. E.; BOEGER, W. A. Neotropical Monogenea. 8. Revision of *Urocleidoides* (Dactylogyridae, Ancyrocephalinae). **Proceedings of the Helminthological Society of Washington**, v. 53, n. 1, p. 1-37, 1986.
- KRITSKY, D. C.; THATCHER, V. E.; KAYTON, R. J. Neotropical Monogenoidea. 3. Five new species from South America with the proposal of *Tereancistrum* gen. n. and *Trinibaculum* gen. n. (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae). **Acta Amazonica**, v. 10, n. 2, p. 411-417, 1980.
- LEMOS DE CASTRO, A. "*Paracymothoa astyanactis*" g. n. esp. n. Isopode parasita de peixe de água doce (Isopoda, Cymothoidae). **Revista Brasileira de Biologia**. **15**(4): 411-414. 1955.
- LEMOS DE CASTRO, A. Contribuição ao conhecimento dos crustáceos argulídeos do Brasil (Branchiura: Argulidae), com descrição de uma nova espécie. **Boletim do Museu Nacional**, v. 93, p. 1-8, 1949.

- LIZAMA, M. A. P.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. Ecological aspects of metazoan parasites of *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000 (Characidae) of the upper Paraná River floodplain, Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 4, p. 527-533, 2008.
- LOCKE, S. A.; DRAGO, F. B.; NÚÑEZ, V.; SOUZA, G. T. R. E.; TAKEMOTO, R. M. Phylogenetic position of *Diplostomum* spp. from New World herons based on complete mitogenomes, rDNA operons, and DNA barcodes, including a new species with partially elucidated life cycle. **Parasitology Research**, p. 1-9, 2020.
- LÓPEZ-JIMÉNEZ S. Estudio Parasitológico de los peces de aguas dulces del estado de Tabasco. **Gaceta Regional Sigolfo**. 3: 8-10. 2001.
- LOYA-CANCINO K. F. Diversidad de helmintos parásitos de *Astyanax mexicanus* (Teleostei: Characidae) en el Estado de Coahuila. B. S. Thesis, **Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México**, Mexico City, 53 p. 2012.
- LUDWIG, J. A.; QUARTET, L.; REYNOLDS, J. F.; & REYNOLDS, J. F. **Statistical ecology: a primer in methods and computing**. John Wiley & Sons, 1988.
- LUNASCHI, L. I. Primer registro del género *Bacciger* Nicoll, 1914 (Fellodistomidae, Baccigerinae) en peces de agua dulce de Argentina. **Physis**, v. 56, p. 17-19, 1998.
- LUNDBERG, J. G., MARSHALL, L. G., GUERRERO, J., HORTON, B., MALABARBA, M. C. S. L., & WESSELINGH, F. The stage for Neotropical fish diversification: a history of tropical South American rivers. **Phylogeny and classification of Neotropical fishes**, v. 27, 1998.
- LUQUE, J. L. Biología, epidemiología e controle de parasitos de peixes. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 13, n. Supl 1, p. 161-165, 2004.
- LUQUE, J. L.; AGUIAR, J. C.; VIEIRA, F. M.; GIBSON, D. I.; & SANTOS, C. P. Checklist of Nematoda associated with the fishes of Brazil. **Zootaxa**, v. 3082, n. 1, p. 1-88, 2011.
- LUQUE, J. L.; MOUILLOT, D.; POULIN, R. Parasite biodiversity and its determinants in coastal marine teleost fishes of Brazil. **Parasitology**, v. 128, n. 6, p. 671-682, 2004.
- LUQUE, J. L.; PAVANELLI, G.; VIEIRA, F.; TAKEMOTO, R.; & EIRAS, J. Checklist of Crustacea parasitizing fishes from Brazil. **Check List**, v. 9, p. 1449, 2013.

- LUQUE, J. L.; PEREIRA, F. B.; ALVES, P. V.; OLIVA, M. E.; & TIMI, J. T. Helminth parasites of South American fishes: current status and characterization as a model for studies of biodiversity. **Journal of helminthology**, v. 91, n. 2, p. 150-164, 2017.
- LUQUE, J. L.; PEREIRA, F. B.; ALVES, P. V.; OLIVA, M. E.; & TIMI, J. T. Helminth parasites of South American fishes: current status and characterization as a model for studies of biodiversity. **Journal of helminthology**, v. 91, n. 2, p. 150-164, 2017.
- LUQUE, J. L.; POULIN, R. Metazoan parasite species richness in Neotropical fishes: hotspots and the geography of biodiversity. **Parasitology**, v. 134, n. 6, p. 865-878, 2007.
- MACHADO, M. R. Uso de brânquias de peixes como indicadores de qualidade das águas. **Journal of Health Sciences**, v. 1, n. 1, 2015.
- MADI, R. R.; SILVA, M. S. R. *Contracaecum* Railliet & Henry, 1912 (Nematoda, Anisakidae): o parasitismo relacionado à biologia de três espécies de peixes piscívoros no reservatório do Jaguari, SP. **Revista Brasileira de Zootecias**, v. 7, n. 1, p. 15-24, 2005.
- MAGURRAN, A. E. *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Publishing Company, 256 p. 2013.
- MANCINI, M. A.; BIOLÉ, F. G.; SALINAS, V. H.; GUAGLIARDO, S. E.; TANZOLA, R. D.; & MORRA, G. Prevalence, intensity and ecological aspects of *Contracaecum* sp. (Nematode: anisakidae) in freshwater fish of Argentina. **Neotropical Helminthology**, v. 8, n. 1, p. 111-122, 2014.
- MARCOGLIESE, D. J. Food webs and biodiversity: are parasites the missing link. **Journal of Parasitology**, v. 89, n. 6, p. 106-113, 2003.
- MARQUES, T. M.; BOEGER, W. A. Proposal of *Tiddergasilus* gen. nov. (Ergasilidae: Cyclopoida) for *T. iheringi* comb. nov. from the gills of *Hoplias malabaricus* (Erythrinidae: Characiformes) from Brazil. **Zoologia (Curitiba)**, v. 35, 2018.
- MENDOZA-FRANCO, E. F., SCHOLZ, T., VIVAS-RODRÍGUEZ, C., & VARGAS-VÁZQUEZ, J. Monogeneans of freshwater fishes from cenotes (sinkholes) of the Yucatan Peninsula, Mexico. **Folia Parasitologica**, v. 46, n. 4, p. 267-273, 1999.
- MENDOZA-FRANCO, E. F.; AGUIRRE-MACEDO, M. L.; VIDAL-MARTINEZ, V. M. New and previously described species of Dactylogyridae (Monogenoidea) from the gills of Panamanian freshwater fishes (Teleostei). **Journal of Parasitology**, v. 93, n. 4, p. 761-772, 2007.

- MENDOZA-FRANCO, E. F.; CASPETA-MANDUJANO, J. M.; RAMÍREZ-MARTÍNEZ, C. *Diaphorocleidus machacae* n. sp. (Monogenea) Infecting the Gill Lamellae of *Brycon guatemalensis* (Characiformes: Bryconidae) from the Rio Lacantún Basin in Chiapas, Mexico. **Acta parasitologica**, v. 64, n. 1, p. 51-56, 2019.
- MENDOZA-FRANCO, E. F.; POSEL, P.; DUMAILO, S. Monogeneans (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae) of freshwater fishes from the Caribbean coast of Nicaragua. **Comparative Parasitology**, v. 70, n. 1, p. 32-42, 2003.
- MENDOZA-FRANCO, E. F.; REINA, R. G.; TORCHIN, M. E. Dactylogyrids (Monogeneoidea) parasitizing the gills of *Astyanax* spp. (Characidae) from Panama and Southeast Mexico, a new species of *Diaphorocleidus* and a proposal for *Characithecium* n. gen. **Journal of Parasitology**, v. 95, n. 1, p. 46-55, 2009.
- MILANIN, T.; MATHEWS, P. D.; MERTINS, O.; TAVARES, L. E.; SILVA, M. R., & MAIA, A. A. Molecular phylogeny of the gill parasite *Henneguya* (Myxosporae: Myxobolidae) infecting *Astyanax lacustris* (Teleostei: Characidae) from fish farm in Brazil. **Microbial pathogenesis**, v. 123, p. 372-376, 2018.
- MÖLLER, H. Pollution and parasitism in the aquatic environment. **International Journal for Parasitology**, v. 17, n. 2, p. 353-361, 1987.
- MOLNAR, K.; HANEK, G.; FERNANDO, C. H. Ancyrocephalids (Monogenea) from freshwater fishes of Trinidad. **The Journal of parasitology**, p. 914-920, 1974.
- MORA-BONILLA, A. Comunidades de helmintos parásitos de carácidos (Teleostei: Characidae) en México. B. S. Thesis, **Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México**, Mexico City, p 87, 2010.
- MORAVEC, F. **Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical region**. Czech Republic, Academia Praha, p 464. 1998.
- MORAVEC, F.; VARGAS-VAZQUEZ, J. The development of *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *neocaballeroi* (Nematoda: Camallanidae), a parasite of *Astyanax fasciatus* (Pisces) in Mexico. **Folia parasitologica**, v. 43, n. 1, p. 61-70, 1996.
- MORAVEC, F.; PROUZA, A.; ROYERO, R. Some nematodes of freshwater fishes in Venezuela. **Folia Parasitologica**, v. 44, p. 33-47, 1997.
- MOREIRA, J.; SCHOLZ, T.; LUQUE, J. L. A new species of *Diaphorocleidus* (Monogenea: Ancyrocephalinae) from the gills of *Argonectes robertsi* (Characiformes) and new

- records of dactylogyrids parasitic on fishes from the Xingu River, Amazon Basin, Brazil. **Zoologia (Curitiba)**, v. 33, n. 4, 2016.
- MÚGICA-RUIZ, E.; CASPETA-MANDUJANO, J. M. Helminthos parásitos de *Astyanax aeneus* del río Cuautla. **Inventio, la génesis de la cultura universitaria en Morelos**, v. 6, n. 12, p. 57-60, 2018.
- NARCISO, R. B.; BRANDÃO, H.; PERBICHE-NEVES, G.; & DA SILVA, R. J. A New Genus of Ergasilidae (Copepoda: Cyclopoida) from the Gills of *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) (Actinopterygii: Characidae). **Acta Parasitologica**, v. 64, n. 4, p. 850-865, 2019.
- NARCISO, R. B.; BRANDÃO, H.; YAMADA, F. H.; BENINE, R. C.; & DA SILVA, R. J. A new species of *Trinibaculum* (Monogenea: Dactylogyridae) parasite of the gills of *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) (Characiformes: Characidae) in a neotropical river, São Paulo state, Brazil. **Neotropical Helminthology**, v. 8, n. 1, p. 85-95, 2014.
- NEGRELLI, D. C.; ABDALLAH, V. D.; AZEVEDO, R. K. Metazoan parasites of the lambari *Astyanax altiparanae* collected in the Batalha River, State of São Paulo, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 78, n. 3, p. 535-539, 2018.
- NIWIADOMSKA, K. Family Diplostomidae Poirier, 1886. In: GIBSON, D. I.; JONES, A.; & BRAY, R. A. **Keys to the Trematoda**. London: CABI Publishing, p.167 – 196. 2002.
- ORTEGA-OLIVARES, M. P.; GARCIA-PRIETO, L.; & GARCIA-VARELA, M. Gryporhynchidae (Cestoda: Cyclophyllidea) in Mexico: species list, hosts, distribution and new records. **Zootaxa**, v. 3795, n. 2, p. 101-125, 2014.
- OSTROWSKI DE NÚÑEZ, M. Life-history studies of heterophyid trematodes in the Neotropical Region: *Ascocotyle (Phagicola) diminuta* (Stunkard & Haviland, 1924) and *A. (P.) angrense* Travassos, 1916. **Systematic Parasitology**, v. 24, n. 3, p. 191-199, 1993.
- OSTROWSKI, M. C.; ARREDONDO, N. J.; GIL DE PERTIERRA, A. A. Adult Trematodes (Platyhelminthes) of freshwater fishes from Argentina: A checklist. **Revue Suisse Zool.** 124:91–113. 2017.
- OVERSTREET, R. M.; CURRAN, S. S. Defeating diplostomoid dangers in USA catfish aquaculture. **Folia Parasitologica**. v. 51: p. 153–165, 2004.
- PACTO, DAS ÁGUAS. Secretaria de recursos hídricos do estado do Ceará. **Caderno regional da sub-bacia do salgado**, 2013.

- PÁDUA, S. B. D.; JERÔNIMO, G. T.; MENEZES-FILHO, R. N. D.; TABOGA, S. R.; MARTINS, M. L.; & DE ANDRADE BELO, M. A. Pathological assessment of farmed yellowtail tetra *Astyanax altiparanae* infested by *Acusicola* sp. (Ergasilidae). **Aquaculture Reports**, p. 63-66, 2015.
- PARK, C. W.; KIM, J. S.; JOO, H. S.; & KIM, J. A human case of *Clinostomum complanatum* infection in Korea. **The Korean journal of parasitology**, v. 47, n. 4, p. 401, 2009.
- PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M. Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento. In: **Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento**. 2nd ed. Editora Universidade Estadual de Maringá. 305p. 2002.
- PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. M.; EIRAS, C. J. (Ed.). **Parasitologia de peixes de água doce do Brasil**. Eduem, p. 305. 2013.
- PELEGRINI, L. S.; GIÃO, T.; VIEIRA, D. H. M. D.; MÜLLER, M. I.; DA SILVA, R. J.; DE LEÓN, G. P. P., & ABDALLAH, V. D. Molecular and morphological characterization of the metacercariae of two species of diplostomid trematodes (Platyhelminthes, Digenea) in freshwater fishes of the Batalha River, Brazil. **Parasitology research**, p. 1-14, 2019.
- PÉREZ-PONCE DE LEÓN G. P.; ROSAS-VALDEZ, R., AGUILAR-AGUILAR, R., MENDOZA-GARFIAS, B., MENDOZA-PALMERO, C., GARCÍA-PRIETO, L., & DOMÍNGUEZ-DOMÍNGUEZ, O. Helminth parasites of freshwater fishes, Nazas River basin, northern Mexico. **Check List**, v. 6, n. 1, p. 026-035, 2010.
- PÉREZ-PONCE DE LEÓN, G.; RAZO-MENDIVIL, U., MENDOZA-GARFIAS, B., RUBIO-GODOY, M., & CHOUDHURY, A. A new species of *Wallinia* Pearse, 1920 (Digenea: Allocreadiidae) in *Astyanax mexicanus* (Characidae) from Mexico revealed by morphology and sequences of the 28S ribosomal RNA gene. **Folia Parasitologica**, v. 62, p. 018, 2015.
- PINHEIRO, M. I. T.; CAMPOS, J. N. B.; STUDART, T. M. de C. Conflitos por águas e alocação negociada: o caso do vale dos Carás no Ceará. 2011.
- PINTO, R. M.; NORONHA, D. *Procamallanus* brasileiros (Nematoda, Camallanoidea): considerações finais, com chave para determinação das espécies. R. Magalhães Pinto & Dely Noronha. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 74, n. 3-4, p. 323-339, 1976.

- POULIN, R. Are there general laws in parasite ecology? **Parasitology**, v. 134, n. 6, p. 763-776, 2007.
- POULIN, R. Determinants of host-specificity in parasites of freshwater fishes. **International journal for parasitology**, v. 22, n. 6, p. 753-758, 1992.
- POULIN, R. The evolution of monogenean diversity. **International Journal for Parasitology**, v. 32, n. 3, p. 245-254, 2002.
- POULIN, R.; MORAND, S. **Parasite Biodiversity**. Washington: Smithsonian Books, p216. 2004.
- POZZA, A.; FÁBIO, L. I. M. A.; HAAS, M. L.; & ALBORNOZ, P. C. L. *Clinostomum* sp. (Digenea: Clinostomidae) e *Ascocotyle* sp. (Digenea: Heterophyidae): metacercárias com potencial zoonótico em peixes da bacia do Rio Tramandaí, sul do Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 44, n. 1, p. 105-109, 2018.
- PRICE, C. E.; & BUSSING, W. A. Monogenean parasites of Costa Rican fishes. Part I. Descriptions of two new species of *Cleidodiscus* Mueller, 1934. **Rivista di Parassitologia**, v. 28, n. 2, p. 81-86, 1967.
- RAZO-MENDIVIL, U., MENDOZA-GARFIAS, B., DE LEÓN, G. P. P., & RUBIO-GODOY, M. A new species of *Auriculostoma* (Digenea: Allocreadiidae) in the Mexican tetra *Astyanax mexicanus* (Actinopterygii: Characidae) from Central Veracruz, Mexico, described with the use of morphological and molecular data. **Journal of Parasitology**, v. 100, n. 3, p. 331-338, 2014.
- RAZO-MENDIVIL, U.; GARCÍA-VÁSQUEZ, A.; RUBIO-GODOY, M. Spot the difference: two cryptic species of *Gyrodactylus* von Nordmann, 1832 (Platyhelminthes: Monogenea) infecting *Astyanax aeneus* (Actinopterygii, Characidae) in Mexico. **Parasitology international**, v. 65, n. 5, p. 389-400, 2016.
- ROSA, R. S.; MENEZES, N. A.; BRITSKI, H. A.; COSTA, W. J. E. M.; & GROTH, F. Diversidade, padrões de distribuição e conservação dos peixes da Caatinga. **Ecologia e conservação da Caatinga**, p. 135-180, 2003.
- ROSSIN, M. A.; & TIMI, J. T. *Characithecium* (Monogenoidea: Dactylogyridae) parasitic on the Neotropical fish *Oligosarcus jenynsii* (Teleostei: Characidae) from the Pampasic region, Argentina, with the emendation of the genus. **Zootaxa**, v. 3893, n. 3, p. 382-396, 2014.

- RUIZ, E. M.; MANDUJANO, J. M. C. Helminthos parásitos de *Astyanax aeneus* del río Cuautla. **Inventio, la génesis de la cultura universitaria en Morelos**, v. 6, n. 12, p. 57-60, 2018.
- SALGADO-MALDONADO, G. Helminth parasites of freshwater fish from Central America. **Zootaxa**, v. 1915, p. 29-53, 2008.
- SALGADO-MALDONADO, G.; AGUILAR-AGUILAR, R.; CABANAS-CARRANZA, G.; SOTO-GALERA, E.; & MENDOZA-PALMERO, C. Helminth parasites in freshwater fish from the Papaloapan river basin, Mexico. **Parasitology Research**, v. 96, n. 2, p. 69-89, 2005.
- SALGADO-MALDONADO, G.; CABAÑAS-CARRANZA, G.; MANDUJANO, J. M. C.; SOTO-GALERA, E.; MAYÉN-PEÑA, E.; BRAILOVSKY, D.; & BÁEZ-VALÉ, R. Helminth parasites of freshwater fishes of the Balsas River drainage basin of southwestern Mexico. **Comparative Parasitology**, v. 68, n. 2, p. 196-203, 2001.
- SALGADO-MALDONADO, G.; CABAÑAS-CARRANZA, G.; SOTO-GALERA, E.; PINEDA-LÓPEZ, R. F.; CASPETA-MANDUJANO, J. M.; AGUILAR CASTELLANOS, E.; & MERCADO-SILVA, N. Helminth parasites of freshwater fishes of the Pánuco river basin, east central Mexico. **Comparative Parasitology**, v. 71, n. 2, p. 190-203, 2004.
- SALGADO-MALDONADO, G.; CASPETA-MANDUJANO, J. M.; MORAVEC, F.; SOTO-GALERA, E.; RODILES-HERNÁNDEZ, R.; CABAÑAS-CARRANZA, G.; & MONTOYA-MENDOZA, J. Helminth parasites of freshwater fish in Chiapas, Mexico. **Parasitology Research**, v. 108, n. 1, p. 31-59, 2011.
- SALGADO-MALDONADO, G.; MENDOZA-FRANCO, E. F.; CASPETA-MANDUJANO, J. M.; & RAMÍREZ-MARTÍNEZ, C. Data on monogenean (Platyhelminth) parasites in 11 populations of *Astyanax aeneus* (Pisces: Teleostei) in a neotropical river in Chiapas, south Mexico. **Data in brief**, v. 24, p. 103936, 2019.
- SALGADO-MALDONADO, G.; NOVELO-TURCOTTE, M. T.; CASPETA-MANDUJANO, J. M.; VAZQUEZ-HURTADO, G.; QUIROZ-MARTÍNEZ, B.; MERCADO-SILVA, N.; & FAVILA, M. Host specificity and the structure of helminth parasite communities of fishes in a Neotropical river in Mexico. **Parasite**, v. 23, 2016.
- SANTOS NETO, J. F.; COSTA, N. G. S.; SOARES, G. B.; & DOMINGUES, M. V. Monogenoidean parasites of *Acestrorhynchus falcatus* (Characiformes: Acestrorhynchidae) from Pará, Brazil: Species of *Diaphorocleidus* and *Rhinoxenoides* n. gen. (Monogenoidea: Dactylogyridae). **Journal of helminthology**, 2018.

- SANTOS, M. D.; ALBUQUERQUE, M. C.; MONTEIRO, C. M.; MARTINS, A. N.; EDERLI, N. B.; BRASIL-SATO, M. C. First report of larval *Spiroxys* sp. (Nematoda, Gnathostomatidae) in three species of carnivorous fish. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 4, n. 3, p. 306-311, 2009.
- SASAL, P.; DESDEVISES, Y.; MORAND, S. Host-specialization and species diversity in fish parasites: phylogenetic conservatism? **Ecography**, v. 21, n. 6, p. 639-643, 1998.
- SCHOLZ, T.; AGUIRRE-MACEDO, M. L.; CHOUDHURY, A. *Auriculostoma astyanace* n. gen., n. sp. (Digenea: Allocreadiidae), from the banded astyanax, *Astyanax fasciatus* (Characiformes: Characidae), from Nicaragua, with a reevaluation of Neotropical *Crepidostomum* spp. **Journal of Parasitology**, v. 90, n. 5, p. 1128-1133, 2004.
- SCHOLZ, T.; VARGAS-VÁZQUEZ, J.; AGUIRRE-MACEDO, L.; & VIDAL-MARTÍNEZ, V. M. Species of *Ascocotyle* Looss, 1899 (Digenea: Heterophyidae) of the Yucatan Peninsula, Mexico, and notes on their life-cycles. **Systematic Parasitology**, v. 36, n. 3, p. 161-181, 1997.
- SCHOLZ, T.; VARGAS-VÁZQUEZ, J.; SALGADO-MALDONADO, G. Revision of *Genarchella* species (Digenea: Derogenidae) parasitizing freshwater fishes in Mexico and Central America. **Journal of Natural History**, v. 29, n. 6, p. 1403-1417, 1995.
- SCHOLZ, T.; VARGAS-VAZQUEZ, J. Trematodes from fishes of the Río Hondo River and freshwater lakes of Quintana Roo, Mexico. **Journal-Helminthological Society Washington**, v. 65, p. 91-94, 1999.
- ŠIMKOVÁ, A.; VERNEAU, O.; GELNAR, M.; & MORAND, S. Specificity and specialization of congeneric monogeneans parasitizing cyprinid fish. **Evolution**, v. 60, n. 5, p. 1023-1037, 2006.
- SUZUKI, F. M.; ORSI, M. L. Formação de cardumes por *Astyanax altiparanae* (Teleostei&58; Characidae) no Rio Congonhas, Paraná, Brasil Schooling behavior of *Astyanax altiparanae* (Teleostei&58; Characidae) in the Congonhas River, Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25, n. 3, p. 566-569, 2008.
- SZIDAT, L. *Saccocoelioides octavus* n. sp., a new species of the genus *Saccocoelioides* Szidat, 1954 (Trematoda, Haploporinae Looss 1902). **Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales. Bernardino Rivadavia Zoologia.**, v. 10, n. 5, p. 87-100, 1970.
- TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C.; LIZAMA, M.A.P.; LUQUE, J.L.; POULIN, R. Host population density as the major determinant of endoparasite species richness in

- floodplain fishes of the upper Parana River, Brazil. **Journal of Helminthology**, v. 79, n. 1, p. 75-84, 2005.
- TEXTA-CAMACHO P. R. Desarrollo de un catálogo taxonômico de helmintos parasitos de peces del estado de Tabasco. B. S. Thesis, **División Académica de Ciencias Biológicas**, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, Mexico, 87 p. 2003.
- THATCHER, V. E. **Amazon Fish Parasites**. 2^a ed. Bulgaria: Pensoft Publishers, p509. 2006.
- THATCHER, V. E. **Amazon fish parasites**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, p571. 1991.
- THATCHER, V. E. Paramphistomidae (Trematoda: Digenea) de peixes de água doce: dois novos gêneros da Colômbia e uma redescrição de *Dadaytrema oxycephala* (Diesing, 1836) Travassos, 1934, da Amazônia. **Acta Amazônica**, v. 9, n. 1, p. 203-208, 1979.
- THATCHER, V. E.; HUERGO, G. M. *Minilernaea floricapitella* gen. nov., sp. nov. (Copepoda, Lernaecidae) from freshwater fishes of Southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 4, p. 821-824, 2005.
- TIEWCHALOERN, S.; UDOMKIJDECHA, S.; SUVOUTTHO, S.; CHUNCHAMSRI, K., & WAIKAGUL, J. *Clinostomum* trematode from human eye. The Southeast Asian. **Journal of Tropical Medicine and Public Health**, vol. 30, p. 382-384. 1999.
- TORRES, P.; SOTO, M. S. *Hysterothylacium winteri* sp. n. (Nematoda: Anisakidae), a parasite of Chilean rock cod, *Eleginops maclovinus* (Perciformes: Eleginopidae), from South Chile. **Folia Parasitologica**, v. 51, n. 1, p. 55-60, 2004.
- TRAVASSOS, L. Uma nova *Capillaria* parasita de peixes de água doce: *Capillaria sentinosa* n. sp. **Boletim Biológico, Sao Paulo**, v. 10, p. 215-217, 1927.
- TRAVASSOS, L.; ARTIGAS, P.; PEREIRA, C. Fauna helminthologica dos peixes de água doce do Brasil. **Archivos do Instituto Biológico**, vol. 1, p. 5-68. 1928.
- VARI, R. P.; MALABARBA, L. R. Ictiologia Neotropical: uma visão geral. **Filogenia e classificação de peixes neotropicais**, v. 1, p. 1-12, 1998.
- VASCONCELOS, A.C.P.; LOPES, A.C.M.; DOS SANTOS, J.M.S.; JERALDO, V.D.L.S.; DE MELO, C.M.; & MADI, R.R. Molecular analysis and biodiversity of metazoan parasites of the yellow tail lambari, *Astyanax aff. bimaculatus* (Teleostei, Characidae), in lower San Francisco, northeastern Brazil. **Neotropical Helminthology**, v. 7, n. 1, p. 41-49, 2013.

- VIEIRA-MENEZES, F. G.; COSTA, D. P. C.; BRASIL-SATO, M. C. Nematodes of *Astyanax fasciatus* (Actinopterygii: Characidae) and their parasitic indices in the São Francisco river, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 26, n. 1, p. 10-16, 2017.
- VIOLANTE-GONZÁLEZ, J.; AGUIRRE-MACEDO, Ma. L.; MENDOZA-FRANCO, E. F. A checklist of metazoan parasites of fish from Tres Palos Lagoon, Guerrero, Mexico. **Parasitology Research**, v. 102, n. 1, p. 151-161, 2007.
- VITA, P.; CORRAL, L., MATOS, E.; & AZEVEDO, C. Ultrastructural aspects of the myxosporean *Henneguya astyanax* n. sp. (Myxozoa: Myxobolidae), a parasite of the Amazonian teleost *Astyanax keithi* (Characidae). **Diseases of aquatic organisms**, v. 53, n. 1, p. 55-60, 2003.
- VOLONTERIO, O.; PONCE-DE-LEÓN, R. Description of *Dendrorchis retrobiloba* n. sp. (Digenea: Gorgoderidae) from *Astyanax fasciatus* (Teleostei: Characidae) from southern Uruguay, with an emended diagnosis of the genus *Dendrorchis*. **Journal of Parasitology**, v. 91, n. 5, p. 1204-1208, 2005.
- ZAGO, A. C.; FRANCESCHINI, L.; MÜLLER, M. I., & DA SILVA, R. J. A new species of *Cacatuocotyle* (Monogenea, Dactylogyridae) parasitizing *Astyanax* spp. (Characiformes, Characidae) from Brazil, including molecular data and a key to species identification. **Acta parasitologica**, v. 63, n. 2, p. 261-269, 2018.
- ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 5th ed. Prentice Hall, New Jersey, p 944. 2010.