



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA COMPARADA

CAROLINE LONGHINI EVANGELISTA

**Taxonomia e biodiversidade de parasitos branquiais de *Schizodon borellii*
(Osteichthyes, Anostomidae) coletados na planície de inundação
do alto rio Paraná, antes e após a construção da
Usina Hidrelétrica Porto Primavera, Brasil**

Maringá
2013

CAROLINE LONGHINI EVANGELISTA

**Taxonomia e biodiversidade de parasitos branquiais de *Schizodon borellii*
(Osteichthyes, Anostomidae) coletados na Planície de Inundação
do Alto Rio Paraná, antes e após a construção da
Usina Hidrelétrica Porto Primavera, Brasil**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biologia das Interações Orgânicas.

Área de concentração: Biologia das Interações Orgânicas

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Cezar Pavanelli

"Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)"
(Biblioteca Setorial - UEM. Nupélia, Maringá, PR, Brasil)

E92t

Evangelista, Caroline Longhini, 1989-

Taxonomia e biodiversidade de parasitos branquiais de *Schizodon borellii* (Osteichthyes, Anostomidae) coletados na planície de inundação do alto rio Paraná, antes e após a construção da Usina Hidrelétrica de Porto Primavera, Brasil / Caroline Longhini Evangelista. -- Maringá, 2013.

62 f. : il. (algumas color.).

Dissertação (mestrado em Biologia Comparada)--Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2013.

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Cezar Pavanelli.

1. *Schizodon borellii* (Osteichthyes, Anostomidae) "piauí" - Fauna ectoparasitária - Planície de inundação - Alto rio Paraná. 2. Relação parasito-hospedeiro em peixes - Usina Hidrelétrica Porto Primavera - Planície de inundação - Alto rio Paraná. 3. Parasitismo em peixes - Ecologia. 4. Parasitos branquiais - Biodiversidade e taxonomia - Planície de inundação - Alto rio Paraná. I. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada.

CDD 23. ed. -597.481785709816
NBR/CIP - 12899 AACR/2

Maria Salete Ribelatto Arita CRB 9/858
João Fábio Hildebrandt CRB 9/1140

CAROLINE LONGHINI EVANGELISTA

**Taxonomia e biodiversidade de parasitos branquiais de *Schizodon borellii*
(Osteichthyes, Anostomidae) coletados na planície de inundação
do alto rio Paraná, antes e após a construção da
Usina Hidrelétrica Porto Primavera, Brasil**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biologia Comparada pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Gilberto Cezar Pavanelli
Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof.^a Dr.^a Marion Haruko Machado
Universidade Estadual de Maringá

Prof.^a Dr.^a Patricia Miyuki Machado Aoyama
Faculdade Instituto Superior de Educação do Paraná

Aprovada em: 01 de março de 2013.

Local de defesa: Anfiteatro Prof. “Keshiyu Nakatani”, Nupélia, Bloco G90, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

AGRADECIMENTOS

A princípio agradeço a Deus, por iluminar minha caminhada até aqui, onde eu jamais imaginei que conseguiria chegar.

Ao meu Professor e Orientador Dr. Gilberto Cezar Pavanelli, agradeço a acolhida, obrigada por toda a ajuda, amizade, os ótimos “pitacos” e ensinamentos que me proporcionou, sempre digo e vou continuar dizendo “Não existe orientador melhor que o meu”, que me recebeu faltando apenas cerca de um ano para a conclusão do mestrado e me ajudou com toda a paciência do mundo a concluir esse estudo.

Ao meu coorientador Dr. Ricardo Takemoto, obrigada pela acolhida e ensinamentos.

Ao meu noivo e futuro marido João Miguel pela compreensão, carinho e ajuda!

A minha família...minha mãe Rosana e minha avó Neusa que constituem a base sólida de minha formação.

As queridas amigas e companheiras de profissão Letícia Karling e Sybele Bellay pela ajuda e principalmente pela paciência em me ajudar e ensinar tudo.

Ao amigo Fabricio Carlesso, por toda ajuda e ensinamentos sobre o corel, sem ele esses desenhos não tinham sido concluídos.

Aos meus sogros, Sibebe e João, por toda a paciência e carinho desses anos.

A querida Marcinha, pela ajuda, por me escutar quando necessário o que seria sem você, não?

As minhas amadas amigas Paula Thaís, Patrícia e Mayara pelo companheirismo e amizade nesse anos.

A Professora Dra. Carmem, também pela ajuda, zelando pela minha felicidade, bem estar e conclusão dessa dissertação.

A todos do Laboratório de Ictioparasitologia, muito obrigada por tudo!

À CAPES pelo apoio financeiro e ao Nupélia por permitir que eu utilizasse o laboratório de Ictioparasitologia para a análise do material biológico e estrutura de coleta dos parasitos.

*“Não Desanimeis Jamais,
Embora Venham Ventos Contrários.”*

SANTA PAULINA

Taxonomia e biodiversidade de parasitos branquiais de *Schizodon borellii* (Osteichthyes, Anostomidae) coletados na planície de inundação do alto rio Paraná, antes e após a construção da Usina Hidrelétrica Porto Primavera, Brasil

RESUMO

O Brasil é um país privilegiado em recursos hídricos, possuindo uma extensão territorial superior a 8.000.000 Km², com cerca de 20% da água doce mundial e abrigando a mais rica e diversificada fauna de peixes do mundo. Esses animais se constituem nos vertebrados mais parasitados em razão das peculiaridades existentes no meio aquático que facilitam o acesso e a penetração de agentes patogênicos. A parasitose ocorre em consequência de um desequilíbrio entre o ambiente, o hospedeiro e o parasito. Os grupos de parasitos comumente utilizados nos estudos de impactos causando estresses ambientais provocados por construções de barragens ou poluições são os ectoparasitos, em especial os monogenéticos, encontrados principalmente nas brânquias e tegumento. Após a construção da Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta- SP, também conhecida como barragem de Porto Primavera, (1980-1998) houveram significativas alterações no regime hidrológico à jusante da planície de inundação do alto rio Paraná, modificando a dinâmica deste ecossistema, cujos impactos são muitas vezes desconhecidos. Utilizou-se a fauna ectoparasitária de *Schizodon borellii* da Planície de Inundação do Alto rio Paraná, para avaliar os efeitos da construção dessa barragem nesses helmintos. Foram registradas dez espécies de monogenéticos, sendo cinco consideradas espécies novas para a Ciência. Além disso, foi evidenciada diminuição na população de parasitos, com alterações significativas na intensidade média dos espécimes entre os dois períodos de antes de após a construção da UH de Porto Primavera. Este fato pode ser explicado através das modificações ocorridas à jusante do Rio Paraná após a construção da barragem, alterando sua temperatura, pH, fósforo, potássio, outros aspectos limnológicos.

Palavras-chave: Fauna parasitaria. Impactos ambientais. Monogenéticos. Usina Hidrelétrica Porto Primavera, Brasil.

Taxonomy and biodiversity of gill parasites of *Schizodon borellii* (Osteichthyes, Anostomidae) collected in the flood plain of the Upper Paraná River, before and after construction of the Porto Primavera Hydroelectric, Brazil

ABSTRACT

Brazil is a privileged country in water resources, having a land area exceeding 8,000,000 square kilometers, with about 20% of global freshwater and housing the richest and most diverse fish fauna of the world. These animals are more parasites in vertebrates because of the peculiarities existing in the aquatic environment that facilitates access and penetration of these pathogens. The parasite usually occurs as a result of an imbalance between the environment, the host and the parasite. The groups of parasites most commonly used in the study of environmental stress impacts caused by dam construction and pollution are ectoparasites, especially monogeneans, mostly found in the gills and integument. In São Paulo, Sérgio Motta Hydroelectric Engineering, also known as the Porto Primavera Dam, after its construction (1980-1998) caused significant changes in the hydrological regime of the downstream floodplain of the upper Paraná River and consequently changed the whole dynamic present this ecosystem, whose impacts are often unknown. This study used ectoparasite fauna of the plain *Schizodon borellii* to evaluate the effects of the construction of this dam these helminths. We recorded ten species of monogeneans, five considered new species to science. Furthermore, it was demonstrated decrease in the population of parasites with significant change in the average intensity of the specimens between the two periods. These results can be explained by the alterations downstream of the Paraná River after dam construction, changing its temperature, pH, phosphorus, potassium and other limnological aspects. These impacts could explain the observed change in the fauna of parasites.

Keywords: Parasitic fauna. Environmental impacts; Monogenean. Porto Primavera Hydroelectric, Brazil.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1. Parasitos de peixe	12
2.2. Monogenéticos	13
2.3. Parasitos de peixe como bioindicadores	14
2.4. Construção de barragens e seus efeitos para a comunidade	15
REFERÊNCIAS.....	18
3 Taxonomia de parasitos branquiais de <i>Schizodon borellii</i> (Osteichthyes, Anostomidae) coletados na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná, Paraná, Brasil.....	24
ANEXO 1	41
4. Biodiversidade de parasitos branquiais de <i>Schizodon borellii</i> (Osteichthyes, Anostomidae) coletados na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná, antes e após a construção da Usina Hidrelétrica Porto Primavera, Paraná, Brasil	44
ANEXO 2	60
ANEXO 3	61

Revisão Bibliográfica

1. Introdução

O Brasil é um país privilegiado em recursos hídricos, possuindo uma extensão territorial superior a 8.000.000 Km², com cerca de 20% da água doce mundial (BIZERRIL e PRIMO, 2001). A grande heterogeneidade encontrada nos rios da América do Sul reflete a mais rica e diversificada fauna de peixes do mundo, exibindo uma grande diversidade morfológica, fisiológica e de atributos ecológicos e reprodutivos (AGUIAR, 2008). A diversidade da fauna e flora das águas continentais está relacionada com os mecanismos de funcionamento de rios, lagos, áreas alagadas, represas, tais como o ciclo hidrológico e a variedade de habitats e nichos. A dinâmica de ecossistemas de águas continentais e da sua flora e fauna dependem, portanto, de uma série de fatores interdependentes (TUNDISI, 2009). O número de espécies de peixes dulcícolas no mundo é estimado em 13.000 espécies, cerca de 28 a 31% desta diversidade pode ser encontrada na região Neotropical.

Mesmo com essa biodiversidade, o estudo dos parasitos de peixes de água doce no Brasil é bastante incipiente e não tem recebido a prioridade que se faz necessária (PAVANELLI; EIRAS e TAKEMOTO, 2008). Segundo Eiras (1994), apenas um quarto dos peixes existentes foram examinados com o objetivo de estudar seus parasitos.

Ecossistemas considerados saudáveis contêm populações equilibradas de organismos nativos, com organização funcional e estrutural diversa, com muitas espécies formando a rede trófica, da qual fazem parte também os parasitos. Segundo Pavanelli; Eiras e Takemoto (2008), a fauna parasitária de peixes de água doce pode apresentar diferentes composições, dependendo da espécie de hospedeiro, do nível trófico deste hospedeiro na teia alimentar, da sua idade, do seu tamanho, do sexo, além de outros fatores bióticos e abióticos. Além disso, no ciclo de vida dos parasitos, os peixes de pequeno porte podem atuar como hospedeiros intermediários, já que servem de alimento para outras espécies de peixes e diversos grupos de animais, que são considerados hospedeiros definitivos, completando o ciclo dos parasitos. Uma vez que a poluição e outros estressores podem exercer impactos sobre as populações e as comunidades de organismos e, então, sobre a estrutura da rede alimentar, os parasitos podem também ser utilizados como indicadores biológicos naturais de alterações na “saúde” do ecossistema (MARCOGLIESE, 2005).

O ciclo de alguns parasitos depende de organismos pequenos e delicados e a mínima variação ambiental (MADI e UETA, 2009). Neste contexto, a utilização de monogénéticos como indicadores de alterações ambientais foi citada por Mackenzie *et al.* (1995), que afirmaram que o baixo nível de poluição pode produzir um efeito hormético em alguns

ectoparasitos, aumentando a reprodução e causando um aumento marcante nas populações parasitas. Os membros da Classe Monogenea são ectoparasitos de brânquias, pele e orifícios de peixes, anfíbios e répteis e, menos frequentemente, do trato esofágico e vesícula (CHUBB, 1977; EUZET e COMBES, 1998; BAKKE *et al.*, 2002).

Desta forma o presente trabalho teve como objetivo relatar como os parasitos de peixe, em especial os monogenéticos, podem atuar como bioindicadores de qualidade de água e impactos ambientais. Avaliando as mudanças provocadas pela construção da Hidrelétrica Sérgio Motta, também conhecida como Porto Primavera na fauna ectoparasitária de *Schizodon borellii* (Boulenger, 1900), pertencente a Família Anostomidae.

Através deste estudo, foram registradas dez espécies de monogenéticos, dentre elas cinco espécies novas para a ciência, sendo observada ainda uma tendência na redução da população de parasitos e alteração significativa na intensidade média dos espécimes entre os dois períodos. Esse fato possivelmente se deve a modificações ocorridas à jusante do Rio Paraná após a construção da barragem, alterando sua temperatura, pH, entre outros aspectos limnológicos. Sugere-se a realização de outros estudos envolvendo as relações parasito-hospedeiro na região e avaliando se outras espécies de peixe possuem o mesmo padrão de comportamento em sua parasitofauna.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Parasitos de peixe

O parasitismo representa uma das formas de vida de maior êxito sobre o planeta e ocorrem em praticamente toda a cadeia alimentar, em todos os níveis tróficos (PÉREZ-PONCE DE LEÓN et al., 2002). Os peixes são os vertebrados que apresentam os maiores índices de infecção por parasitos, devido á características próprias do meio aquático que facilitam a propagação, reprodução e complementação do ciclo de vida de cada grupo de parasitos (MALTA, 1984).

A questão da biodiversidade global tem sido muito discutida atualmente e alguns autores têm defendido o estudo das espécies de parasitos como parte fundamental desta, já que existe um déficit nos estudos sobre sistemática e diversidade parasitária no mundo (BROOKS; HOBERG, 2001; POULIN; MORAND, 2004). Esta diversidade, conseqüentemente, pode ser abordada, não apenas como uma questão de inventário de espécies, mas também como o estudo das relações parasito- hospedeiro em função de variáveis ecológicas e filogenéticas (POULIN; MORAND, 2004).

A fauna parasitária de peixes de água doce pode apresentar diferentes composições, dependendo da espécie de hospedeiro, do nível trófico deste hospedeiro, da sua idade, do seu tamanho, do sexo, além de outros fatores bióticos e abióticos (PAVANELLI; EIRAS; TAKEMOTO, 2008). Dessa maneira, a fauna parasitária de peixes é um assunto fascinante para os estudiosos dessa área, já que envolve vários aspectos que podem ser abordados.

Sabe-se que a parasitose ocorre em consequência de um desequilíbrio entre o ambiente, o hospedeiro e o parasito (NEVES, 2005). Este aspecto promove a depressão dos mecanismos de defesa do hospedeiro permitindo a ação patogênica de agentes oportunistas (DALMO et al.,1997), mas a capacidade de defesa do peixe é determinada por sua constituição e condição fisiológica (SCHÄPERCLAUS, 1992).

A pele do peixe age como barreira física e o muco possui ácido n-acetil neuramínico e ácido n-glicol neuramínico com propriedades bactericida e fungicida, inibindo o estabelecimento e desenvolvimento de agentes com potencial patogênico (OOSTEN, 1957; SCHÄPERCLAUS, 1992; LEHNINGER; NELSON; COX, 2002). As escamas formam uma capa protetora da pele, e o trato gastrintestinal constitui-se em ambiente hostil aos patógenos potenciais em virtude do baixo pH e ação de enzimas digestivas (ANDERSON, 1974).

Mesmo com tais sistemas de defesa, as parasitoses são as maiores causas de perdas nas pisciculturas industrial e esportiva, destacando-se com maior relevância nas neotropicais,

pelas características climáticas que propiciam sua rápida e constante propagação (THATCHER; BRITESNETO, 1994).

Os grupos mais comuns de parasitos examinados para fornecerem respostas sobre impactos e consequente stress ambiental são os ectoparasitos (SURES, 2004). Dentre eles, a utilização de monogenéticos como indicadores de alterações e impactos ambientais foi citada por Mackenzie et al. (1995), que afirmaram que o baixo nível de poluição pode produzir efeito hormético em alguns ectoparasitas, aumentando a reprodução e causando aumento marcante nas populações parasitas.

2.2 Monogenéticos

Na Classe Monogenea (Platyhelminthes) inclui-se os ectoparasitos de peixes, encontrados principalmente nas brânquias e tegumento de peixes (PAVANELLI; EIRAS; TAKEMOTO, 2002). Porém, existe um número quase insignificante de espécies que podem localizar-se no estômago, cavidade visceral, ovidutos e canais urinários (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2006). Esses organismos são hermafroditas e possuem ciclo direto (monoxeno), o qual pode completar todo o seu ciclo de vida num único hospedeiro (THATCHER, 1991; PAVANELLI; EIRAS; TAKEMOTO, 2002; EIRAS, 1994). Os adultos são alongados ou circulares, medem de 1 mm a 3 cm de comprimento, apresentam aparelhos de fixação chamados “prohaptor” e “opisthaptor” localizados na região anterior e posterior do corpo, respectivamente. O “prohaptor” permite que ocorra o deslocamento do parasito ao longo do hospedeiro, e o “opisthaptor” é uma estrutura variada e complexa, onde se reconhecem linhas evolutivas (EIRAS, 1994).

Essa estrutura do aparelho de fixação posterior, é comumente chamado apenas de haptor, é muito variada e complexa, geralmente considerada de importância fundamental no estudo de linhas evolutivas (KEARN, 1994; POULIN, 2002). E também é a principal característica morfológica do animal (EIRAS; TAKEMOTO; PAVANELLI, 2006).

De acordo com Pavanelli, Eiras e Takemoto (2008), esses organismos, quando presentes em piscicultura, se fixam nas brânquias dos peixes e podem provocar hipersecreção de muco, hiperplasia celular ou até mesmo, a fusão dos filamentos das lamelas branquiais, podendo provocar a morte do hospedeiro. Entretanto, as reações do peixe em relação ao parasito podem variar de acordo com alguns fatores como: a espécie do parasito, de sua abundância do parasito, modo de fixação e possíveis alterações no ambiente. Monogenéticos estão entre as mais importantes para a piscicultura, pois geram surtos de mortalidade, principalmente em criações intensivas (PAVANELLI; EIRAS; TAKEMOTO, 2008).

2.3 Parasitos de peixe como bioindicadores

A poluição e os impactos ambientais nas águas doces superficiais são grandes problemas ambientais do mundo e a deterioração do ambiente em função das atividades antrópicas tem gerado necessidade de desenvolvimento e adequação de métodos de avaliação da qualidade ambiental (BRUSCHI Jr.; MALABARBA; SILVA, 2000). Cada vez mais são utilizados métodos biológicos em estudos ambientais isto é, consequência da resposta que os organismos dão a sutis modificações que ocorrem no ambiente em que vivem, em um determinado intervalo de tempo. Muitas vezes essas respostas podem ser mais sensíveis, do que métodos não biológicos e podem detectar mais rapidamente as alterações ocorridas no meio, pois as alterações ambientais são refletidas em todos os níveis dentro de uma comunidade, e também podem ser notadas de maneira evidente na comunidade parasitária (COSTA et al., 2012). A presença de espécies de parasitos em um hospedeiro indica a ocorrência de um conjunto de organismos e as suas interações no ambiente e, dessa maneira, os parasitos podem servir como indicadores tanto da riqueza de espécies como da diversidade do ecossistema (SILVA- SOUZA et al., 2006). Tanto a ausência quanto a diminuição na abundância de uma população parasitária pode ser causada pelas condições ambientais que interferem nos estágios de vida livre dos parasitos, como também uma interferência negativa destes agentes estressantes nas populações de hospedeiros (intermediários e/ou definitivos e/ou paratênicos) (SURES, 2004).

A vantagem dos métodos biológicos é que as comunidades aquáticas integram a totalidade dos fatores ambientais dentro de um rio e, portanto, representam uma poderosa ferramenta para uma rápida e economicamente visível compreensão e avaliação da saúde do rio (BARBOUR et al., 1999).

Os parasitos podem indicar tanto a biologia do seu hospedeiro, como a estrutura das teias alimentares no ecossistema no qual estão inseridas, e a presença ou ausência de contaminantes ambientais, dessa forma as comunidades parasitárias presentes nos peixes podem provar-se boas indicadoras do estresse ambiental e da biodiversidade (MARCOGLIESE; CONE, 1997). Estudos comprovam que as modificações nas condições fisiológicas e biológicas dos hospedeiros provocam alterações consideráveis na composição da fauna parasitária. A relação parasito- hospedeiro deve considerar a disponibilidade das mais variadas informações sobre os fatores abiótico e bióticos, os fatores que mais afetam as populações de parasitos é, sem dúvida, a temperatura, a dosagem de oxigênio e a turbulência da água (PAVANELLI; MACHADO; TAKEMOTO, 1997).

Entre os parasitos de peixes, endoparasitos e ectoparasitos são utilizados em pesquisas como bioindicadores, seja de metais pesados, alterações ambientais, entre outros aspectos que possam ser estudados sobre o ambiente, porém os ectoparasitos por estarem diretamente expostos ao ambiente externo, podem responder de maneira semelhante aos organismos de vida livre (SURES; SIDDALL; TARASCHEWSKI, 1999; SURES, 2001, 2008; SURES; REIMANN, 2003; VIDAL-MARTÍNEZ, et al., 2009). Assim, o grupo mais comum de parasitos examinados em relação a estresse ambiental são os ectoparasitos, incluindo protistas tricodíneos e os monogenéticos. No caso dos monogenéticos por estarem em contato direto com o ambiente e, conseqüentemente responderem mais rapidamente às alterações ocorridas no meio, são os mais utilizados (LAFFERTY, 1997).

2.4 Construção de barragens e seus efeitos para a comunidade parasitária

Os represamentos, pelo fato de alterarem de maneira profunda e definitiva a dinâmica da água, determinam consideráveis modificações nas comunidades bióticas nas suas áreas de influencia (AGOSTINHO; JULIO Jr; BORGHETTI, 1992).

No Brasil, foram construídos reservatórios nas principais bacias hidrográficas, para fins de abastecimento humano, irrigação e, principalmente, geração de energia elétrica. Como resultado, praticamente todos os grandes rios estão hoje sob influência de barragens, sendo que mais de 700 grandes reservatórios encontram-se espalhados pelos rios do país. Apesar de importantes para o desenvolvimento econômico, os barramentos promovem alterações graves e irreversíveis no regime hidrológico natural dos rios, alterando também a qualidade dos habitats e a dinâmica de toda a biota (AGOSTINHO; PELICICE; GOMES, 2008)

Agostinho, Pelicice e Gomes (2008) relataram que na região do reservatório, o principal impacto é decorrente da alteração de ambiente lótico para lêntico, que influencia sobremaneira a fauna aquática, em especial os peixes. Esses impactos apresentam variações temporais e espaciais relevantes. Logo após a formação de um reservatório, há aumento da riqueza de espécies de peixes devido à incorporação de diversos habitats, que tende a diminuir à medida que o reservatório envelhece. Porém, os impactos a jusante de reservatórios parecem ser tão ou mais importantes que os de montante, devido a alterações no ciclo de cheias sazonais (controle de vazão). Barragens, então, causam profundas alterações na composição e estrutura das assembléias de peixes. Estes novos ambientes apresentam dinâmica diferente dos rios, pois limitam o fluxo de nutrientes, organismos, matéria orgânica, energia e informação genética. As barragens influenciam a estrutura das comunidades de peixes devido à diminuição da riqueza e da diversidade de espécies, afetando principalmente as espécies

migratórias, por constituírem obstáculos para a livre movimentação dos peixes e dificultarem o acesso destas espécies às áreas de recrutamento e desova (AGUIAR, 2008).

O conhecimento da diversidade de parasitos de peixes pode fornecer subsídios para a avaliação ambiental de águas represadas. O estudo da ecologia dos parasitos de peixes oferece informações importantes não só a respeito de seus hospedeiros, mas também do ambiente de maneira geral. As áreas sujeitas a impactos ambientais podem provocar alterações na dinâmica populacional da sua fauna. Estes impactos afetam principalmente a fauna íctica, influenciando diretamente as populações de parasitos, quanto à prevalência e tamanho de suas infrapopulações (PAVANELLI et al., 2004). A composição da fauna parasitária dos peixes nos rios depende de vários fatores, como: habitat ocupado no rio, estação do ano, características da água, tipo de fundo, profundidade, fauna presente próxima ao habitat ocupado pelos peixes, características biológicas e fisiológicas dos peixes (DOGIEL, 1961).

A variação do fluxo da água, que também promove flutuações nas características físicas e químicas da água, é um importante fator que pode provocar alterações na infrapopulação de parasitos de peixes (PAVANELLI et al., 2004). Variações de características ambientais como temperatura e taxa de oxigênio dissolvido promovem alterações marcantes na dinâmica das populações de monogenéticos (LANDSBERG *et al.*, 1998).

Em São Paulo, a Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta, também conhecida como barragem de Porto Primavera, construída a partir de 1980 e com término da construção em 1998, localiza-se no Rio Paraná a 28 Km a montante da confluência com o Rio Paranapanema e é a segunda maior hidrelétrica do Estado de São Paulo (CESP, 2001). Após a construção houveram significativas alterações no regime hidrológico que consequentemente modificaram toda a dinâmica presente neste ecossistema, cujos impactos são muitas vezes desconhecidos (TRAVASSOS, 2001). De acordo com Karling et al. (2012), ao realizar em um trabalho de comparação entre a fauna de endoparasitos de *Salminus brasiliensis* (CUVIER, 1816), antes e após a construção da barragem de Porto Primavera, foi encontrado uma diferença, onde após a construção da barragem houve o desaparecimento da espécie *Prosthenthystera obesa*, acreditando-se que possa ter havido a extinção local do parasito. O estudo de Karling et al. (2012) também aponta que a influência antrópica sobre os sistemas naturais está interferindo no bem-estar e saúde de *S. brasiliensis*, refletido pela sua fauna de helmintos. Assim, esse estudo corrobora com a hipótese de que construções de barragens modificam a dinâmica do ambientes aquáticos.

Assim, com os estudos citados pode-se observar que a construção de reservatórios, mesmo sendo de grande importância para a população, provoca severos impactos ambientais, irreversíveis, prejudicando não somente os peixes, mas sua fauna parasitária. Dessa forma, entende-se que os parasitos no geral são extremamente sensíveis a alterações ocorridas na água, servindo como ótimos bioindicadores de qualidade seja essa poluição ou impactos ambientais. No caso de Monogenea, sendo ectoparasitos, têm o contato direto com a água e assim provam ser bons bioindicadores.

Referências

ANDERSON, D.P. **Fish immunology**. USA: T. F. H. Publications, 1974.

AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M.; GOMES, L. C. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, p.1119-1132, 2008.

AGOSTINHO, A.A.; JULIO Jr., H.F.; BORGHETTI, J.R. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidad para sua atenuação. Um estudo de caso: reservatório de Itaipu. **Revista UNIMAR**, vol. 14, p.89-107, 1992.

AGUIAR, K. D. Influência de uma barragem sobre atributos ecológicos da comunidade e biologia reprodutiva de peixes do rio Paraíba do Sul, UHE Ilha dos Pombos, Rio de Janeiro, Brasil. **Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação)-UFPR**, 2008.

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.

BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B.D. & STRIBLING, J.B.. **Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers**: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, 2 ed. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C. 1999.

BROOKS, D. R.; HOBERG, E. P. Parasite systematics in the 21st century: opportunities and obstacles. **Trends in Parasitology**, v.17, p. 273-275, 2001.

BIZERRIL, C.R.S.F.; PRIMO, P.B. DA S. **Peixes de águas Interiores do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Fundação de Estudos do Mar, 2001.

BRUSCHI Jr., W.; MALABARBA, L. R.; SILVA, J.F.P. Avaliação da Qualidade Ambiental dos riachos através das Taxocenoses de peixes. In **Carvão e Meio Ambiente** (Centro de Ecologia/UFRGS.). Ed. UFRGS, Porto Alegre, 1856p, 2000.

CESP Companhia Energética de São Paulo, disponível em: http://www.cesp.com.br/siteCesp/usinas/html/usina_19.html, 2001.

CHUBB, J. C. Seasonal occurrence of helminths in freshwater fishes. Part I. Monogenea. **Adv. Parasitology**. v. 15, p. 133-199, 1977.

COSTA, J. L.; MARQUESA, J. F; ALVES, J.; GAMITO, R.; FONSECA, V. F.; GONCALVES, C. I.; CABRAL, H. N. C. ; COSTA, M. J. Is parasitism in fish a good metric to assess ecological water quality in transitional waters? What can be learned from two estuarine resident species? **Ecological Indicators**, v.19, p.154–160, 2012.

CVE/SES-SP, 2001. **Manual das doenças transmitidas por alimento**. Anisakis simplex e vermes relacionados. Disponível em www.cve.saude.sp.gov/htm/hidrica/anisakis.htm acesso em 15 janeiro 2013.

DOGIEL, V. A. Ecology of the parasites of freshwater fishes. In: DOGIEL, V. A.; PETRUSHEVSKI, G. K.; POLYANSKI, Y. I. (eds). **Parasitology of fishes**. Leningrad: University Press, p.1-47, 1961.

DALMO, R. A., INGEBRIGTSEN, K., BOGWALD, J. Non-specific defence mechanisms in fish, with particular reference to the reticuloendothelial system (RES). **Journal of Fish Disease**.v. 20, p.241–273, 1997.

EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. **Métodos de Estudo e Técnicas Laboratoriais em Parasitologia de Peixes**. Maringá: EDUEM, 2ª edição, p.199, 2006.

EIRAS, J. C. **Elementos de Ictioparasitologia**. Porto: Fundação Eng. António Almeida, 339 p., 1994.

EUZET, L.; COMBES, C. The selection of habitats among the monogenea. **International Journal for Parasitology**, v. 28, n. 10, p. 1645-1652, 1998.

KARLING, L.C.; ISAAC, A.; AFFONSO, I.P.; TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. The impact of dam on the helminth fauna and health of a neotropical fish species *Salminus brasiliensis* (Cuvier 1816) from the upper Paraná River, Brazil. **Journal of Helminthology**, p.1-7, 2012.

KEARN, G.C. Evolutionary expansion of the Monogenea. **International Journal for Parasitology**.v. 24, p. 1227–71, 1994.

LAFFERTY KD. Environmental parasitology: What can parasites tell us about human impacts on the environment? **Parasitology Today** v.13, p.251–55, 1997.

LANDSBERG, J.H. *et al.* Parasites of fish as indicators of environmental stress. **Environmental Monitoring and Assessment**.v. 51, p.211-232, 1998.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 3. ed. São Paulo: Sarvier, 2002.

MACKENZIE, K.; WILLIAMS, H.H.; WILLIAMS,B.; McVICAR, A..H.; SIDDAL, R. Parasites as indicators of water and the potential use of helminth transmission in marine pollution studies. **Advance Parasitology** v.35, p.85-144, 1995.

MADI, R. R.; UEDA, M. T. O papel de Ancyrocephalinae (Monogenea; Dactylogyridae), parasito de *Geophagus brasiliensis* (pisces; Cichlidae), como indicador ambiental. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.18, 229, p.179, 2009.

MALTA, J. C. de O. et al. Infestações maciças por acantocéfalos: *Neoechinorhynchus buttnerae* Golvan, 1956, (Eoacanthocephala: Neoechinorhynchidae) em tambaquis jovens, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivados na Amazônia central. **Acta Amazônica**, v.31, n.1, p.133-143, 2001.

MARCOGLIESE, D.J. Parasites of the superorganism: are they indicators of ecosystem health? **International Journal of Parasitology**, vol.35, p.705–716, 2005.

MARCOGLIESE, D.J; CONE, D.K. Parasite communities as indicators of ecosystem stress. **Parasitologia**, v.39, p.27–232, 1997.

NEVES, D.P. **Parasitologia Humana**. 11 ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2005.

OOSTEN, J.V. The Skin and Scales. In: **The Physiology of Fishes**. New York: Ed. Academic Press inc., Publishers, v.1, 447p, 1957.

OVERSTREET, R.M. Parasitological data as monitors of environmental health. **Parasitologia** vol.39, p.169–175, 1997.

PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M. **Doenças de peixes**: profilaxia, diagnóstico e tratamento. 2. ed. Maringá: EDUEM, 2008.

PAVANELLI, G. C., MACHADO, M. H., TAKEMOTO, R. M., GUIDELLI, G. M. and LIZAMA, M. A. P. Helminth fauna of fishes: diversity and ecological aspects. In THOMAZ, S. M., AGOSTINHO, AA. and HAHN, N. S. (Eds.). **The Upper Paraná river and its Floodplain**: physical aspects, ecology and conservation. Leiden: Backhuys Publishers, p. 309-329, 2004.

PAVANELLI G. C., EIRAS J. C., TAKEMOTO R. M. **Doenças de peixes**: profilaxia, diagnóstico e tratamento. 3. ed. Maringá: Eduem, 2002.

PAVANELLI, G. C., MACHADO, M. H., TAKEMOTO, R. M. Fauna helmíntica de peixes do rio Paraná, região de Porto Rico, Paraná. In VAZZOLER, A. E. A. M., AGOSTINHO, A. A. and HAHN, N. S. (Eds.). **A Planície de inundação do Alto rio Paraná**: aspectos físicos, biológicos e sócioeconômicos. Maringá: Eduem, p. 307-329, 1997.

PÉREZ-PONCE DE LEÓN, G., GARCÍA-PRIETO, L.; RAZO-MENDIVIL, U.. Species richness of helminth parasites in Mexican amphibians and reptiles. **Diversity and Distributions**. v. 8, p.211–218, 2002.

POULIN, R. The evolution of Monogenean diversity. **International Journal for Parasitology**, Sydney, v. 32, n. 3, p. 245-254, 2002.

POULIN, R.; MORAND, S. **Parasite biodiversity**. Smithsonian Institution Press, Washington D.C, 2004.

SCHAPERCLAUS, W. **Fish Diseases**. Rotterdam, A.A. Balkema, 5 ed., p.1398, 1992.

SILVA-SOUZA, A. T. et al. Parasitas de peixes como indicadores de estresse ambiental e eutrofização. In: TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; SIDAGIS GALLI, C. (Ed.) **Eutrofização na América do Sul**: causas, tecnologias de gerenciamento e controle. IIE, IIEGA, IAP, Ianas, ABC, p. 373-86, 2006.

SURES, B. Environmental parasitology: relevancy of parasites in monitoring environmental pollution. **Trends in Parasitology**, v.20, p.170–177, 2004.

SURES, B. Environmental parasitology. Interactions between parasites and pollutants in the aquatic environment. **Parasite**, vol.15, p.434–438, 2008.

SURES, B.; SIDDALL, R.; TARASCHEWSKI, H. Parasites as accumulation indicators of heavy metal pollution. **Parasitology Today**, v.15, p.16–21, 1999.

SURES, B. The use of fish parasites as bioindicators of heavymetals in aquatic ecosystems: a review. **Aquatic Ecology**.v.35, p.245–255, 2001.

SURES, B.; REIMANN, N. Analysis of trace metals in theAntarctic host-parasite system *Nototheniacoriiceps* and *Aspersentis megarhynchus* (Acanthocephala) caught at King George Island, SouthShetland Islands. **Polar Biology**.v.26, p.680–686, 2003.

THATCHER, V. E. 1991. **Amazon tish parasites**. Amazoniana II, p. 263-572, 2001.

THATCHER, V. E.; J. BRITES-NETO. Diagnósitco, prevenção e tratamento das enfermidades de peixes neotropicais de água doce. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**. v.16 n.3, p. 111-128, 1994.

TRAVASSOS, L. E. P. Impactos gerados pela UHE Porto Primavera sobre o meio físico e biótico de Campinal, Presidente Epitácio, SP. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. V.1, p. 1., 2001.

TUNDISI, J.G. IAP Water Programme: bridging water research, innnovation and management: enhancing global water management capacity. In: Integrated water resources management. **Royal Scientific Society Jordan**, IAP Water Programme, p. 1-10, 2009.

VIDAL-MARTINEZ, V.M.; PECH, D.; SURES, B.; PURUCKER, S. T.; POULIN, R. Can parasites really reveal environmental impact? **Trends in Parasitology**, v.26, p.44-52, 2009.

Taxonomia de parasitos branquiais de *Schizodon borellii* (Osteichthyes, Anostomidae) coletados na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná, Paraná, Brasil

Artigo elaborado e formatado conforme as normas para publicação científica no periódico *Zootaxa* constantes no Anexo 1.

Taxonomia de parasitos branquiais de *Schizodon borellii* (Osteichthyes, Anostomidae)
coletados na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná, Paraná, Brasil

Caroline Longhini Evangelista*, Gilberto Cezar Pavanelli

**Programa de Pós Graduação em Biologia Comparada - PGB ,
Laboratório de Ictioparasitologia - Nupélia,
Universidade Estadual de Maringá - UEM,
Maringá, PR, Brasil**

***Autor para correspondência:
Caroline Longhini Evangelista
Avenida Colombo, 5790, Bloco G90-Sala 11
CEP 87020-900
Maringá, PR, Brasil
carolonghini@gmail.com
Telefone: + 55 44 3011-4642
Fax: + 55 44 3011-4641**

RESUMO

Schizodon borellii (Boulenger, 1900), peixe conhecido popularmente como “piauí-bosteiro” pertence a Família Anostomidae. Os hospedeiros foram coletados na planície de inundação do Alto Rio Paraná no período de março de 1993 a março de 1994 e março a setembro de 2012. Foram registradas dez espécies de Monogenea, das quais descrevemos cinco espécies novas para a Ciência (*Apedunculata n. sp.*; *Annulotrematoides n. sp.*; *Ancyrocephalinae n. sp.*; *Urocleidoides n. sp. 1*; *Urocleidoides n. sp. 2*).

Palavras-chave: *Apedunculata n. sp.*; *Annulotrematoides n. sp.*; *Ancyrocephalinae n. sp.*; *Urocleidoides n. sp. 1*; *Urocleidoides n. sp. 2*.

INTRODUÇÃO

Schizodon borellii (Boulenger 1900) é uma espécie de peixe abundante na planície de inundação do Alto rio Paraná, conhecida popularmente como “piauí-bosteiro”. Sua distribuição está restrita a América do Sul (bacia do rio Paraná-Paraguai). Apresenta hábito alimentar herbívoro, alimentando-se principalmente de vegetais superiores (Agostinho *et al.* 1997). Cinco novas espécies de Monogenea são descritas para *Schizodon borellii* da planície de inundação do alto rio Paraná, essas pertencentes aos gêneros *Apedunculata*, *Annulotrematoides*, *Urocleidoides* e uma classificada provisoriamente em família, Ancyrocephalinae.

O gênero *Apedunculata* apresenta uma espécie *Apedunculata discoidea*, descrita por Cugliana, et al (2009), as características descritas pelos autores são corpo em forma de disco, dividido em região cefálica, tronco e haptor. Tegumento fino. Faringe muscular, gônadas sobrepostas, testículo dorsal. Peça acessória não articulada, órgão copulatório masculino formando anéis em sentido anti- horário. Haptor com 14 ganchos, compreendendo haste de duas subunidades, barra ventral em forma de U, barra dorsal alongada, par de ancoras ventral e dorsal com eixo e base diferenciadas e raízes profundas.

Annulotrematoides apresenta quatro espécies descritas, sendo estas *Annulotrematoides amazonicus* Kritsky & Boeger (1995), *Annulotrematoides bryconi*, Cuglianna, Cordeiro e Luque 2003, *Annulotrematoides glossophallus* Cohen, Kohn e Boeger (2012) e *Annulotrematoides parisellei* Cohen, Kohn e Boeger (2012). As características do gênero são corpo fusiforme, tegumento liso com presença de anelações. Quatro olhos ausentes ou presentes; Gônadas sobrepostas. Órgão copulatório masculino esclerotizado em forma de J, peça acessória articulada para o COM por ligamento copulatório; Vesícula seminal fusiforme. Reservatório prostático curto e oval. Vagina em posição sinistro- marginal. 14 ganchos com disposição Ancyrocephaline (4 dorsal e 10 ventral). Âncora ventral com raízes definidas e filamento delicado. Âncora dorsal com base composta de duas raízes. Barra ventral com base de bastonete, projeção antero- mediana. Barra dorsal ligeiramente em forma de V.

Urocleidoides apresenta seis espécies de acordo com Katcher (2006), sendo *Urocleidoides anops* (KRITSKY e THATCHER, 1974) *U. curimatae* (MOLNAR, HANEK e FERNANDO, 1974; *U. eremitus* (KRITSKY, THATCHER e BOEGER, 1986); *U. paradoxus* (KRITSKY, THATCHER e BOEGER, 1986); *U. reticulatus* (MIZELLE e PRICE, 1964); *U. vaginoclastrum* (JOGUNOORI, KRITSKY e VENKATANARASIAH, 2004). Sua característica principal é a presença de um esclerito acessório próximo às gônadas. Possui

características de Ancyrocephalinae, como corpo fusiforme e dividido em região cefálica, tronco, pedúnculo e haptor. ocelos presentes ou ausentes

MATERIAIS E MÉTODOS

Um total de sessenta e dois espécimes de *Schizodon borellii* foi coletado de março de 1993 a março de 1994 e de março à setembro de 2012, utilizando redes de espera, com diferentes malhas, na planície de inundação do alto rio Paraná (22°50'–22°70'S, 53°15'–53°40'O), Brasil. As brânquias foram removidas dos peixes e fixadas em formol 5%. Posteriormente, os espécimes de monogênicos foram removidos das brânquias com o auxílio de estereomicroscópio e conservados em álcool 70%. Espécimes para estudo foram montados em meio Hoyer para a análise das estruturas esclerotizadas. (Eiras *et al.* 2006). As medidas são apresentadas em micrometros. Nas tabelas registra-se o número (n) de espécimes medidos no total e o número de espécimes analisados, além de apresentar os valores médios, mínimos e máximos. As ilustrações foram realizadas com o auxílio de tubo de desenho acoplado ao microscópio Nikon YS 2, sendo posteriormente trabalhadas no programa CorewDraw. A terminologia ecológica baseia-se Bush *et al.* (1997). A enumeração (distribuição) dos pares de ganchos marginais do haptor segue a proposta de Mendoza-Franco *et al.* (1999), sendo que a descrição do complexo copulatório segue Kritsky *et al.* (1985). Os holótipos e parátipos serão depositados na Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz (CHIOC), Rio de Janeiro, Brasil. Os hospedeiros analisados foram identificados por sistematas do Nupélia (Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura da Universidade Estadual de Maringá) e depositados na coleção de referência do núcleo.

RESULTADOS

Ancyrocephalinae Bychowsky, 1937

Urocleidoides Mizelle & Price, 1964

Urocleidoides sp. n. 1 (Fig. 1)

Local de infestação: filamentos branquiais.

Localidade: planície de inundação do alto rio Paraná.

Prevalência: 27,79%

Intensidade média: 2,73%

Descrição (baseada em 15 espécimes): Corpo dividido em região cefálica, tronco, pedúnculo longo e haptor 290 (166-415 n=6) comprimento. Tegumento fino, liso. Dois lóbulos cefálicos pouco desenvolvidos. Quatro ocelos equidistantes 24,6 (16-34 n=3) diâmetro; grânulos ovais. Faringe subesférica 21 (18-24 n=2) diâmetro; dois cecos intestinais, confluindo

posteriormente ao testículo. Esôfago curto. Vitelinos bem desenvolvidos coexistindo com os cecos. Gônadas intercecais, sobrepostas; testículo dorsal ao ovário 64,5(60 – 74 n=4) comprimento. Vaso deferente realizando uma volta no ceco intestinal direito; vesícula seminal com simples dilatação unindo-se a próstata. Reservatório prostático ovalado. Complexo copulatório composto por órgão copulatório masculino (OCM) e peça acessória; OCM alongado e articulado com a peça acessória 63 (50-76 n=6) comprimento; peça acessória alongada com algumas dilatações e projeção inferior. Vagina sinistral simples, esclerotizada, com dilatação próxima ao receptáculo seminal; receptáculo seminal oval; útero não observado. Haptor subhexagonal; com dois pares de âncoras, um dorsal e um ventral; uma barra ventral e uma barra dorsal; 7 pares de ganchos com distribuição observada nos membros da subfamília Ancyrocephalinae. Âncoras ventrais 30 (20-40 n=11) largura, com raízes superficiais e profundas bem definidas 16 (10-22 n=11) comprimento, lâmina curvada; âncora dorsal menor que a âncora ventral 28 (22-34 n=7) largura, com raízes profundas superficiais bem definidas 14 (11-17 n=7) comprimento, lâmina reta e alongada e ponta curvada. Barra ventral com parte superior ondulada 40 (33-48 n=5) comprimento. Barra dorsal em forma de V 35 (29-41 n=5) comprimento. Ganchos com ponta delicada, polegar truncado, haste alongada, largura maior na extremidade posterior 57 (39-76 n=5) comprimento. Filamento do gancho (FH loop) curto. Duas bolsas musculares, uma de cada lado no corpo. Esclerito acessório partindo de uma das bolsas musculares, ao lado esquerdo do corpo 22(17-28 n= 5) comprimento.

Comentários: Essa espécie nova de *Urocleidoides* se assemelha as outras espécie deste gênero através da presença da característica específica do grupo, que é o esclerito acessório. Em *Urocleidoides paradoxus* (Kritsky, Thatcher & Boeger. 1986) é observada uma abertura no lado direito do corpo, se estendendo até ao lado esquerdo, sem a presença de bolsas musculares e possui OCM em forma de espiral. Em *Urocleidoides. n. sp.1* há a presença de duas bolsas musculares, uma de cada lado do corpo próximo a porção mediana, e essas possuem aberturas que não se unem internamente.

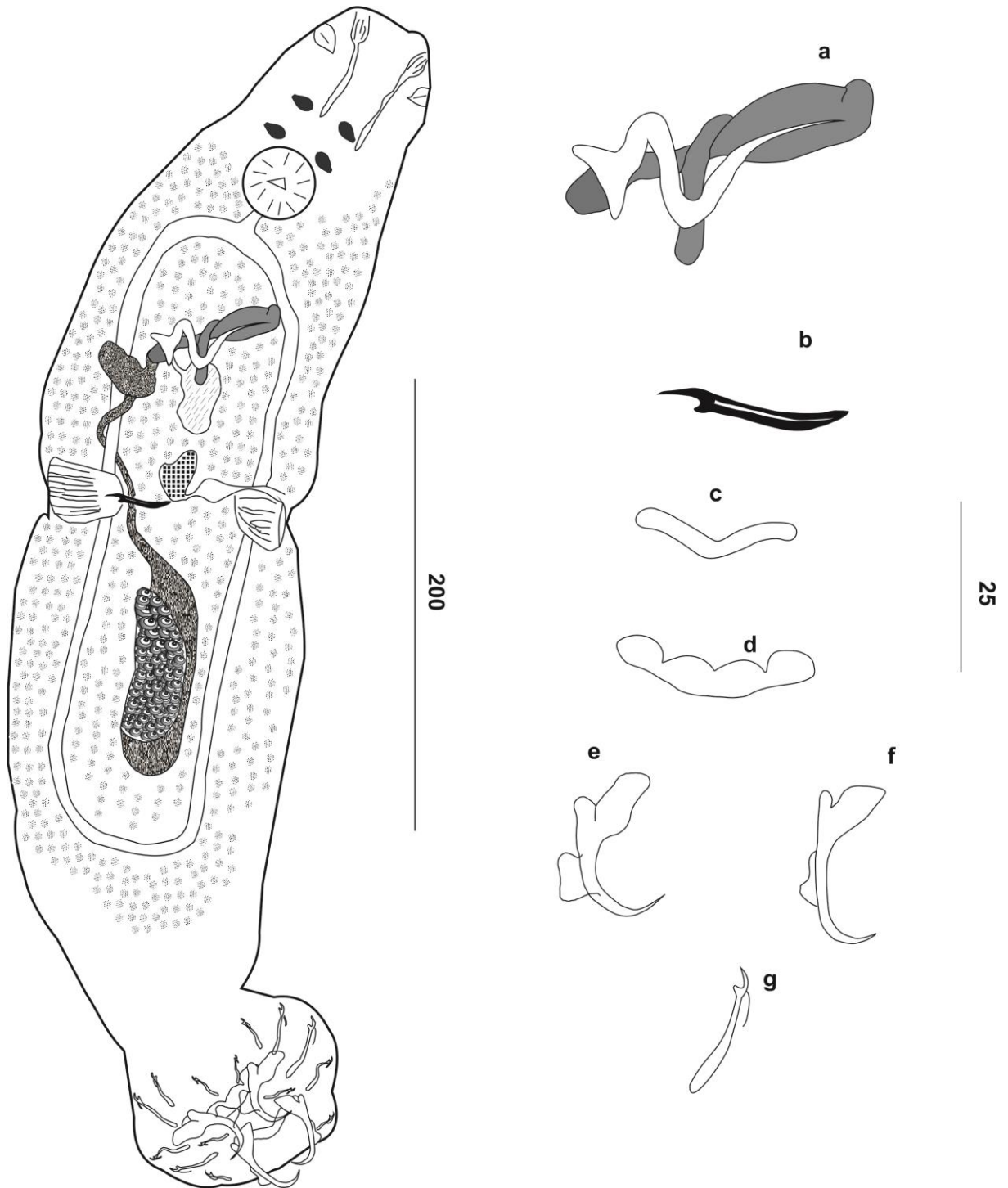


Figura 1: *Urocleidoides* sp. n. 1. a) complexo copulatório; b) esclerito acessório; c) barra dorsal; d) barra ventral; e) âncora ventral; f) âncora dorsal; g) gancho. Vista dorsal.

Ancyrocephalinae Bychowsky, 1937

Urocleidoides Mizelle & Price, 1964

Urocleidoides sp. 2 (Fig. 2)

Hospedeiro: *Schizodon borellii* (Osteichthyes, Anostomidae)

Local de infestação: filamentos branquiais.

Localidade: planície de inundação do alto rio Paraná.

Prevalência: 16,55%

Intensidade média: 0,64%

Descrição (baseada em 5 espécimes): Corpo dividido em região cefálica, tronco, pedúnculo e haptor 308 (257-359 n=5) comprimento. Tegumento fino, liso. Quatro ocelos equidistantes 6 (6 n=1) diâmetro; grânulos ovais. Faringe subesférica 18,5 (15-22 n=2) diâmetro; esôfago curto; dois cecos intestinais, confluindo posteriormente ao testículo. Vitelinos bem desenvolvidos coexistindo com os cecos. Gônadas intercecais, sobrepostas; testículo dorsal ao ovário 21(20-21 n=2) comprimento. Vaso deferente realizando uma volta no ceco intestinal esquerdo; vesícula seminal alongada. Reservatório prostático arredondado e grande, posterior a vesícula seminal. Complexo copulatório composto por órgão copulatório masculino (OCM) e peça acessória; OCM alongado com duas voltas e meia, articulada com a peça acessória 68 (51-85 n= 5) comprimento; peça acessória pequena e delicada. Vagina simples esclerotizada, com abertura na superfície destro dorsal do tronco; receptáculo seminal sinistro e útero não observado. Esclerito acessório grande com lamina curvada e definida, situado próximo a ligação do vaso deferente ao testículo. Haptor subhexagonal; com dois pares de âncoras, um dorsal e um ventral; uma barra ventral e uma barra dorsal; 7 pares de ganchos com distribuição observada nos membros da subfamília Ancyrocephalinae. Âncoras dorsal com raiz superficial com uma depressão 19 (17-21 n=4) largura. E com raiz profunda bem definidas 13 (12-15 n=4) comprimento, lâmina curvada e ponta delgada; âncora ventral 24 (14- 34 n=5) largura, com raiz superficial e profunda bem definidas 13 (11-16 n=5) comprimento, lamina bem curvada e ponta delgada. Barra dorsal com leve dilatação na porção terminal 34 (26-42 n=3) comprimento, barra ventral levemente em forma de V 33 (26-41 n= 5) comprimento. Ganchos com a porção proximal da haste dilatada, encontrados em tamanhos diferentes menor 9 (6-11 n=3), maior 69 (25-114 n=7) comprimento. Esclerito acessório partindo do lado esquerdo do corpo 35 (35 n=1) comprimento.

Comentários: Essa espécie de *Urocleidoides* se assemelha a outras espécies deste gênero, pela presença do esclerito acessório. Se assemelha a espécie *Urocleidoides flegomai* Mendoza-Franco, Aguirre-Macedo & Vidal-Martinez (2007) por possuir complexo copulatório com OCM espiralado, porém na espécie estudada esse órgão possui duas voltas e meia e em *U.*

flegomai 4 voltas e meia. Outra espécie que se assemelha é *Urocleidoides vaginoclastrum* Jogunoori, Kritsky & Venkatanarasaiah (2004), com OCM, espiralado e peça acessória pequena e delicada, porém não possui o esclerito acessório tão evidente como na espécie descrita neste trabalho. Em *Urocleidoides neotropicalis* Mendoza- Franco & Reina (2008), o esclerito acessório é grande e evidente, porém possui um prolongamento visível na barra ventral, o que não é observado em *Urocleidoides n. sp. 2*. Outra espécie que possui esclerito acessório evidente é *Urocleidoides visiofortatus* Mendoza- Franco & Reina (2008), assemelhando-se também no formato dos ganchos, porém essa espécie possui órgão copulatório bastante particular, sendo OCM fino, delicado e alongado e a peça acessória pequena e delicada, diferindo do observado em *Urocleidoides sp. n. 2*. Essa espécie também difere-se de *Urocleidoides cultellus* Mendoza- Franco & Reina (2008), por não apresentar ganchos muito evidentes, vagina com canal que vai para o receptáculo seminal espiralado e não esclerotizada, sendo a vagina de *Urocleidoides sp. n. 2* esclerotizada e simples. Comparando *Urocleidoides n. sp. 1* com *Urocleidoides n. sp. 2* percebe que elas se diferem pelo formato do complexo copulatório, tendo OCM em forma de espiral e a peça acessória pequena, além de *Urocleidoides n. sp. 2* não apresentar bolsas musculares, uma em cada lado do corpo e possuir esclerito acessório marcante.

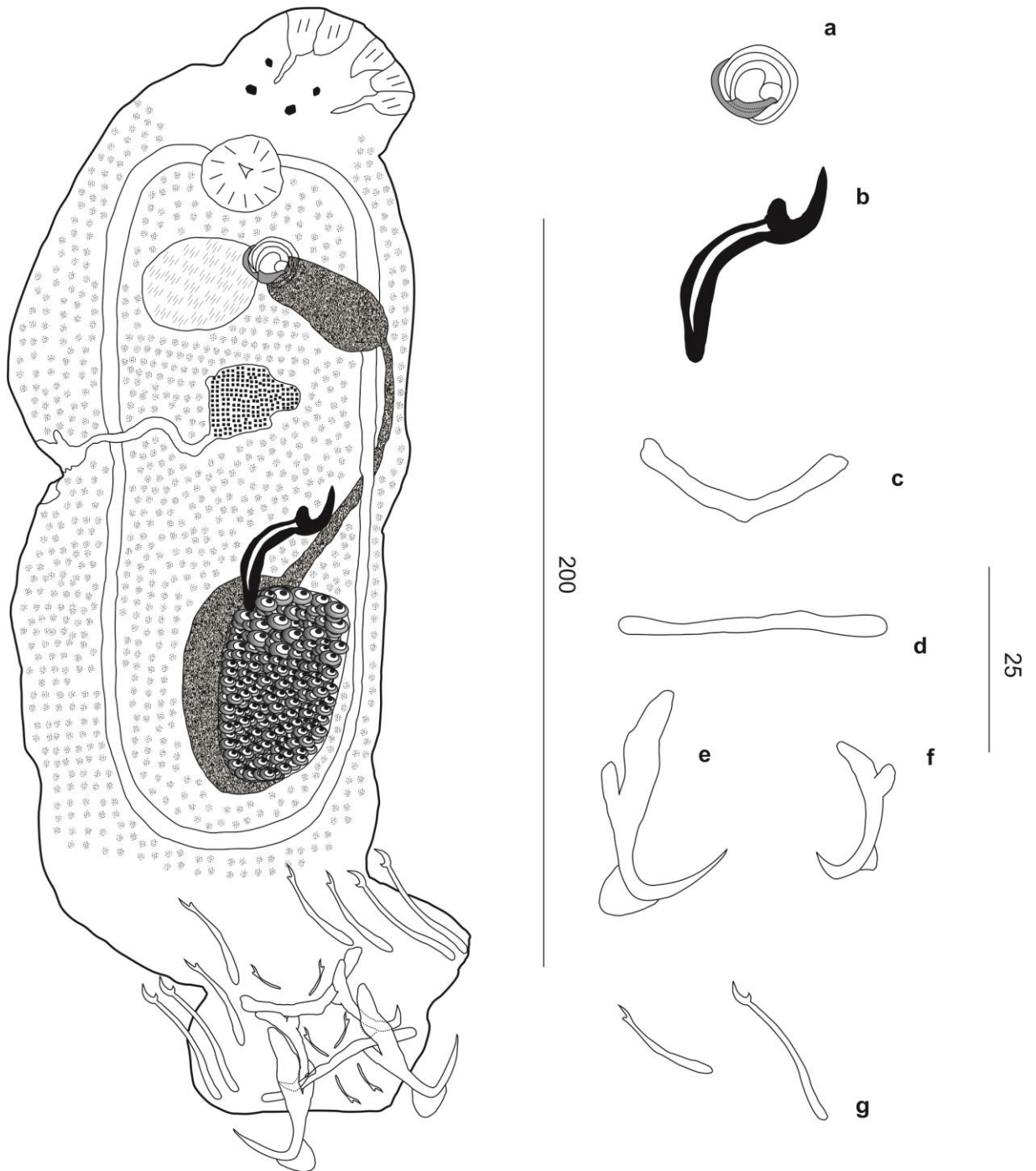


Figura 2: *Urocleidoides* sp. n. 2. a) complexo copulatório; b) esclerito acessório; c) barra ventral; d) barra dorsal; e) âncora dorsal; f) âncora ventral; g) ganchos. Vista ventral.

Ancyrocephalinae Bychowsky, 1937

Hospedeiro: *Schizodon borellii* (Osteichthyes, Anostomidae)

Ancyrocephalinae sp. n. (Fig. 3)

Local de infestação: filamentos branquiais.

Localidade: planície de inundação do alto rio Paraná.

Prevalência: 67,03%

Intensidade média: 7,18%

Descrição (baseada em 20 espécimes):.Corpo dividido em região cefálica, tronco, pedúnculo e haptor 307 (166-448 n=13) comprimento. Tegumento fino, liso. Quatro ocelos equidistantes; grânulos ovais. Faringe subesférica 20,6 (20-22 n=3) diâmetro; esôfago longo; dois cecos intestinais, confluindo posteriormente ao testículo. Vitelinos bem desenvolvidos coexistindo com os cecos. Gônadas intercecais, sobrepostas; testículo dorsal ao ovário 8,6 (8-11 n=5) comprimento. Vaso deferente realizando uma volta no ceco intestinal direito; vesícula seminal. Reservatório prostático ovalado, posterior a vesícula seminal. Complexo copulatório composto por órgão copulatório masculino (OCM) e peça acessória; OCM alongado com três voltas e meia 48 (12-85 n=13) comprimento, não articulada com a peça acessória; peça acessória pequena e delicada. Vagina simples não esclerotizada, com abertura na superfície destro dorsal do tronco; receptáculo seminal sinistro e útero não observado. Haptor subhexagonal; com dois pares de âncoras, um dorsal e um ventral; uma barra ventral e uma barra dorsal; 7 pares de ganchos com distribuição observada nos membros da subfamília Ancyrocephalinae. Âncoras dorsal com raiz superficial com uma depressão 26 (13-39 n=14) largura. E com raiz profunda bem definidas 14 (12-16 n=13) comprimento, lâmina curvada e ponta delgada; âncora ventral (17-38 n=12) largura, com raiz superficial e profunda bem definidas 13 (10-17 n= 12) comprimento, lamina bem curvada e ponta delgada. Barra ventral com projeção na porção mediana 41 (32-51 n= 7) comprimento, levemente em forma de U. Barra dorsal levemente em forma de V (23-45 n=7) comprimento. Ganchos com a porção proximal da haste dilatada 18 (8 -29 n= 8) comprimento.

Comentários: Após análise pormenorizada dos gêneros dessa subfamília referentes a parasitos de peixes de água doce não se chegou à uma conclusão definitiva sobre qual deles deveria abrigar essa espécie nova. Isso ocorreu devido principalmente ao fato dessa nova espécie não apresentar características morfológicas marcantes que permitisse agir dessa maneira. Está claro que a espécie se enquadra perfeitamente em Ancyrocephalinae, porém ainda não se chegou à conclusão sobre qual gênero deverá recebe-la. Optou-se nesse momento em não enquadrá-la em nenhum gênero, apesar de não haver dúvida sobre o fato de se tratar de uma

nova espécie em função das análises das estruturas. Novos espécimes serão estudados para que se consiga definir o gênero que deverá ser utilizado, ou se fazer uma ampliação na diagnose de algum gênero já existente permitindo abrigar a referida espécie.

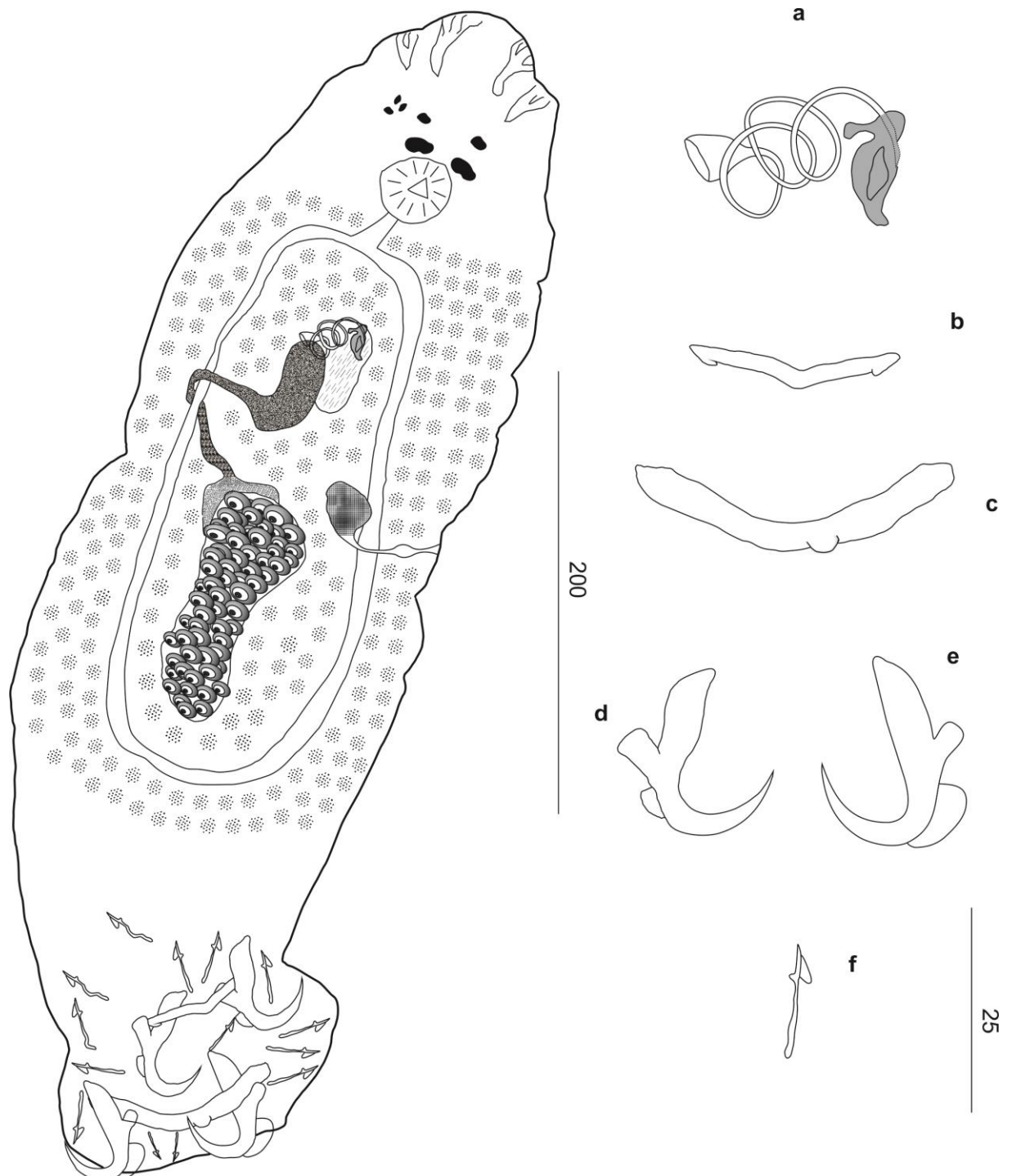


Figura 3: Ancyrocephalinae *gen. sp.* a) complexo copulatório; b) barra ventral; c) barra dorsal; d) âncora ventral; e) âncora dorsal; f) gancho. Vista ventral.

Ancyrocephalinae Bychowsky, 1937

Apedunculata Cuglianna, Cordeiro & Luque, 2009.

Apedunculata sp. n. (Fig. 4)

Hospedeiro: *Schizodon borellii* (Osteichthyes, Anostomidae)

Local de infestação: filamentos branquiais.

Localidade: planície de inundação do alto rio Paraná.

Prevalência: 3,33%

Intensidade média: 1%

Descrição (baseada em 3 espécimes): Corpo dividido em região cefálica, tronco e haptor 852 (832-873 n= 3) comprimento, não observada a presença de pedúnculo. Ocelos não observados. Faringe subsférica 16(14-18 n=2) diâmetro. Gônadas intercecais, sobrepostas; testículo dorsal ao ovário (24 n= 1) comprimento. Complexo copulatório composto por órgão copulatório masculino (OCM) e peça acessória; OCM em forma de tubo não articulado com a peça acessória 40 (34-46 n=2) comprimento; peça acessória em forma de tubo, ligada ao OCM apenas por um ligamento muscular fino. Vagina não observada. Haptor subhexagonal; com lamina com dois pares de âncoras, um dorsal e um ventral; 7 pares de ganchos com distribuição observada nos membros da subfamília Ancyrocephalinae. Âncora dorsal com lâmina curvada e ponta delgada 16 (13-19 n=2) largura, e raiz profunda 13 (13-14 n=2) comprimento, âncora ventral com lamina delgada 23 (15-16 n=2) largura, e raiz profunda 14 (14- 15 n= 2) comprimento. Barra dorsal levemente em forma de V 5150- 52 n=2) comprimento. Barra ventral fina e reta 54(50- 59 n=2) comprimento. Ganchos com hastes levemente dilatada na porção proximal 7 (5-8 n=7) comprimento.

Comentários: A presente descrição baseou-se em três espécimes; um coletado na realização deste trabalho e dois pertencentes a coleção de Ictioparasitologia do Nupélia e coletado no mesmo ambiente, porém em período diferente. Para efeito do capítulo de biodiversidade foi considerado apenas um espécime.

As características diagnósticas tanto do novo gênero, quando de *Apedunculata discoidea* Cuglianna, Cordeiro & Luque (2009), são vagina dextrolateral levemente esclerotizada, com abertura ao nível do complexo copulatório; órgão copulatório em espiral com duas voltas no sentido anti-horário, com abertura ao nível do complexo copulatório; peça acessória distal e não articulada e corpo com formato de disco e sem pedúnculo. A nova espécie não apresenta órgão copulatório em espiral, porém, isso pode ser uma variação do gênero, logo que esta é a segunda espécie a ser proposta. A vagina não foi observada, necessitando de mais espécimes para essa avaliação. A espécie em questão assemelha-se ao

gênero *Apedunculata* por não possuir pedúnculo, possuir peça acessória não articulata ao cirro.

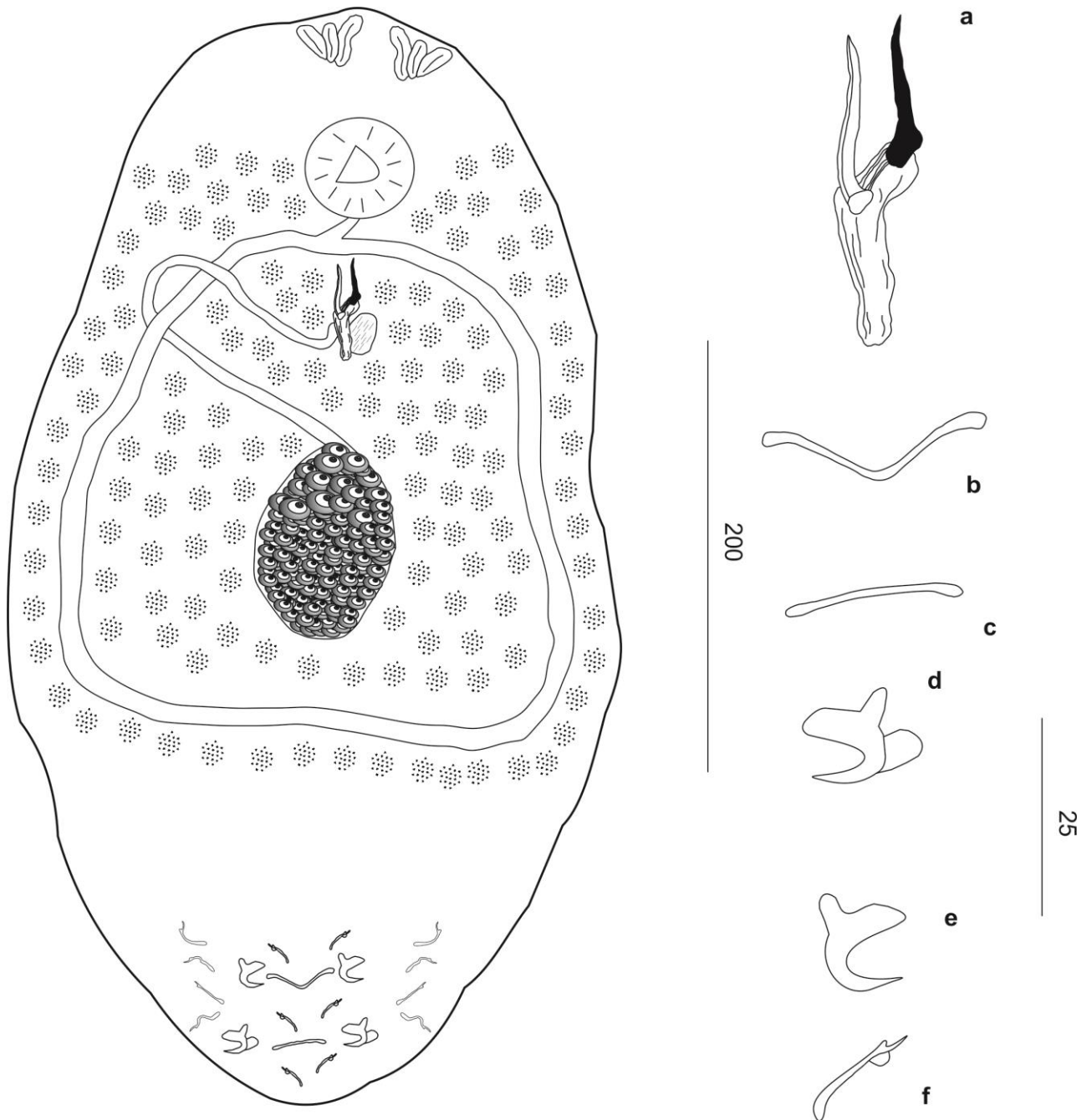


Figura 4: *Apedunculata* sp. n. a) complexo copulatório; b) barra ventral; c) barra dorsal; d) âncora dorsal; E) âncora ventral; f) gancho. Vista ventral.

Ancyrocephalinae Bychowsky, 1937

Annulotrematoides Kritsky & Boeger, 1995

Annulotrematoides n. sp 1 (Fig. 5)

Hospedeiro: *Schizodon borellii* (Osteichthyes, Anostomidae)

Local de infestação: filamentos branquiais.

Localidade: planície de inundação do alto rio Paraná.

Prevalência: 46,18%

Intensidade média: 2,64%

Descrição (baseada em 7 espécimes): Corpo dividido em região cefálica, tronco, pedúnculo e haptor 265 (170- 360 n=7) comprimento, Faringe subesférica 18 (14-22 n=2) diâmetro. Tegumento fino, liso, formando anéis no tronco posterior. Ocelos ausentes; grânulos ausentes. Esôfago curto; dois cecos intestinais, confluindo posteriormente ao testículo. Vitelinos bem desenvolvidos coexistindo com os cecos. Gônadas intercecais, sobrepostas; testículo dorsal ao ovário 55 (40-70 n=7) comprimento. Vaso deferente realizando uma volta no ceco intestinal direito; vesícula seminal ovalada; reservatório prostático arredondado e grande, posterior a vesícula seminal. Complexo copulatório composto por órgão copulatório masculino (OCM) e peça acessória 8 (6 -11 n= 5) comprimento; OCM alongado com duas voltas, articulada com a peça acessória; peça acessória pequena e delicada. Vagina simples não esclerotizada, com abertura na superfície destro ventral do tronco; receptáculo seminal sinistro e útero não observado. Haptor subhexagonal; com dois pares de âncoras, um dorsal e um ventral; uma barra ventral e uma barra dorsal; 7 pares de ganchos com distribuição observada nos membros da subfamília Ancyrocephalinae. Âncoras dorsal 26 (17- 35 n=7) largura, com raiz superficial com uma depressão 31 (14- 48 n=6) comprimento, lâmina curvada e ponta delgada; âncora ventral 40 (16- 64 n= 7) largura, com raiz superficial e profunda bem definidas 12 (9- 16 n= 5) comprimento, lamina bem curvada e ponta delgada. Barra dorsal com projeção na porção terminal 33 (19-47 n= 5) comprimento, barra ventral levemente em forma de V 28 (16- 40 n= 4) comprimento. Ganchos com a porção proximal da haste dilatada, menor 9 (6-12 n= 3) maior 29 (11-48 n= 4) comprimento.

Comentários: Esta espécie se assemelha as características vinculadas ao gênero *Annulotrematoides* pelo fato de possuir tegumento formado por anéis no tronco posterior. Assemelha-se a espécie *Annulotrematoides amazonicus* Kritsky & Boeger, 1995, nas características gerais do gênero, porém não possui um prolongamento na barra ventral e o complexo copulatório com OCM não espiralado e peça acessória grande os ganchos das duas espécies possuem a porção proximal da haste dilatada. No caso da espécie *Annulotrematoides bryconi*, Cuglianna, Cordeiro e Luque 2003, o complexo copulatório é bastante semelhante,

porém a peça acessória é robusta, acompanhando toda a volta do OCM e a barra ventral possui um pequeno e delicado prolongamento, o que não se observa em *Annulotrematoides n.sp.* por a peça acessória ser pequena e delicada e sua barra ventral não possuir prolongamento. Em *Annulotrematoides glossophallus* Cohen, Kohn e Boeger (2012) há semelhança com a barra dorsal, lisa com as extreminades levemente dilatadas, o complexo copulatório difere muito, por possuir o OCM reto e dilatado não espiralado, como observado em *Annulotrematoides n. sp.*. Em *Annulotrematoides parisellei* Cohen, Kohn e Boeger (2012), a peça acessória é robusta estendendo-se por todo o OCM, e este é reto e fino, diferindo muito da espécie estudada.

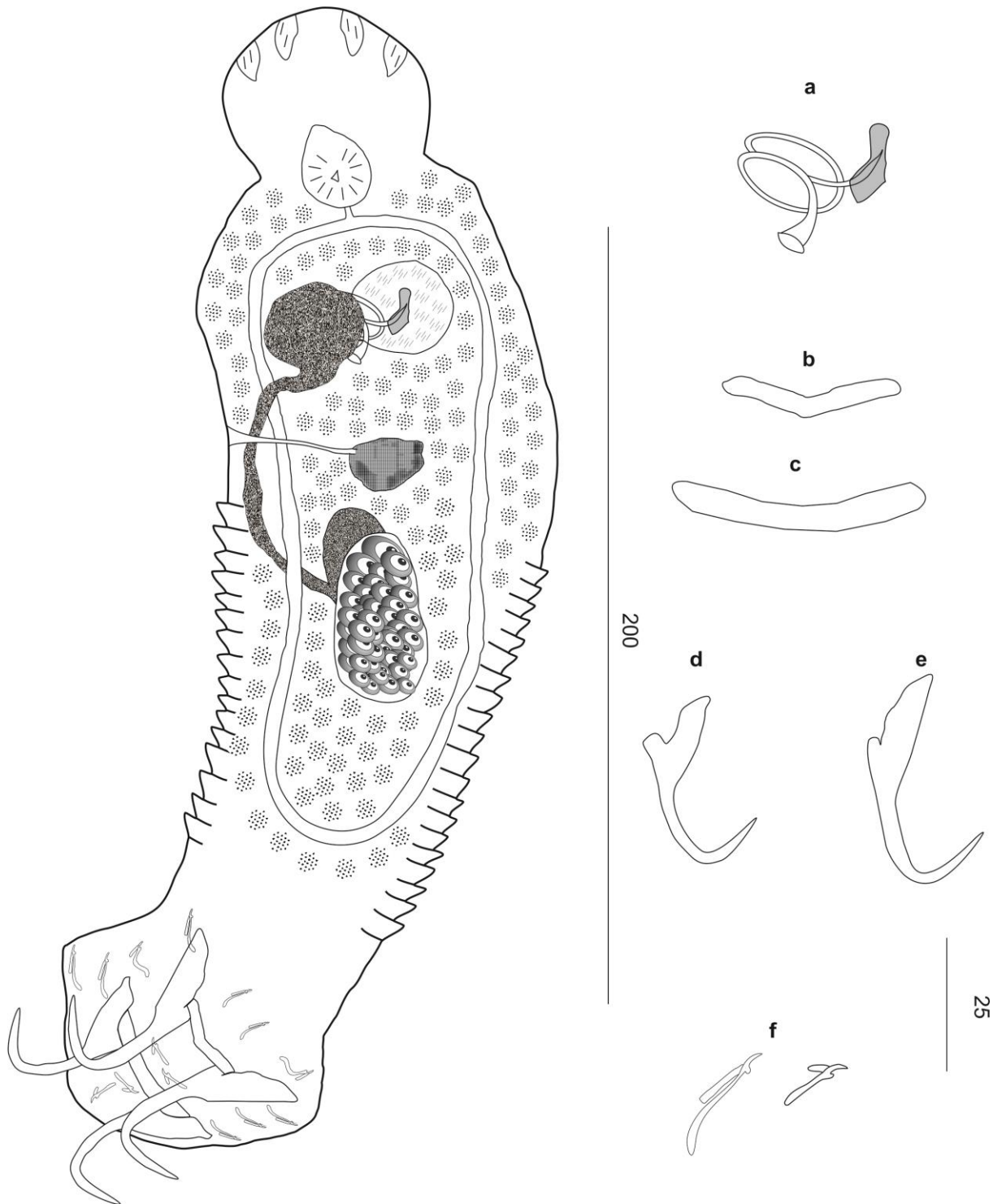


Figura 5: *Annulotrematoides* sp. n. a) complexo copulatório; b) barra ventral; c) barra dorsal; d) âncora dorsal; e) âncora ventral; f) ganchos. Vista ventral.

REFERÊNCIAS

- Agostinho, A.A.; Júlio Junior, H.F.; Gomes, L.C.; Bini, L.M. & Agostinho, C.S. (1997) Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. In: Vazzoler, A.E.A.M.; Agostinho, A.A.; Hahn, N.S. *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: EDUEM, 179-208 pp.
- Bush, A.O., Lafferty, K.D., Lotz, J.M. & Shostak, A.W. (1997) Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology*, 83, 575–593.
- Cohen, S.C.; Kohn, A. & Boeger, W. (2012) Neotropical Monogeneoidea. Nine new species of Dactylogyridae (Monogeneoidea) from the gill of *Salminus brasiliensis* (Characidae, Characiformes) from the Paraná River, State of Paraná, Brazil. *Zootaxa*. 57-68.
- Cuglianna, A.M.; Cordeiro, N.S. & Luque, J.L. (2009) *Apedunculata discoidea* gen. n., sp. n. (Monogenea: Dactylogyridae) parasitic on *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1837) (Characiformes: Prochilodontidae) from southeastern Brazil. *Braz. J. Biol.* 3. 895-898.
- Cuglianna, A.M.; Cordeiro, N.S. & Luque, J.L. (2003) *Annulotrematoides bryconi* sp.n. (Monogenea: Dactylogyridae) parasitic on *Brycon cephalus* (Osteichthyes: Characidae) from Brazil. *Folia parasitologica*, 50, 272-274.
- Eiras, J.C., Takemoto, R.M. & Pavanelli, G.C. (2006) *Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*, 2nd ed. Eduem, Maringá, 199 pp.
- Jogunoori, W.; Kritsky, D.C. & Venkatanarasiah, J. (2004) Neotropical Monogeneoidea. 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, p.115-124.
- Kritsky D.C. & Boeger W.A. 1995: Neotropical Monogeneoidea. 26. *Annulotrematoides amazonicus*, a new genus and species (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae), from the gills of *Psectrogaster rutiloides* (Kner) (Teleostei: Characiformes: Curimatidae). *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 108. 528–532.
- Kritsky, D. C., Thatcher, V. E. & Boeger, W. A. (1986). Neotropical Monogenea. 8. Revision of *Urocleidoides* (Dactylogyridae, Ancyrocephalinae). *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, 53(1), 1-37.
- Kritsky, D.C.; Boeger, W.A.; Robaldo, R.B. (1985) Neotropical Monogeneoidea. Revision of the pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier), with descriptions of two new species and redescription of *Dawestrema cyloancistrum* Price and Nowlin, 1967 (Dactylogyridae, Ancyrocephalinae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 98, 321-331.
- Mendoza-Franco, E.F. & Reina, R.G. (2008) Five new species of *Urocleidoides* (Monogeneoidea) (Mizelle and Price 1964) Kritsky, Thatcher, and Boeger, 1986, Parasitizing the gills of panamanian freshwater fishes. *Journal Parasitology*. 793-802.

- Mendoza-Franco, E. F; Aguirre-Macedo, M. L. & Vidalmartinez, V. M. (2007). New and previously described species of Dactylogyridae (Monogeneoidea) from the gills of Panamanian freshwater fishes (Teleostei). *Journal of Parasitology*, 93. 761–771.
- Mendoza-Franco, E.F., Scholz, T., Vivas-Rodríguez, C. & Vargas-Vázquez, J. (1999) Monogeneans of freshwater fishes from cenotes (sinkholes) of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Folia Parasitologica*, 46, 267–273.
- Pavanelli, G.C., Eiras, J.C. & Takemoto, R.M. (2008) *Doenças de peixes. profilaxia, diagnóstico e tratamento*. 3ed. Eduem, Maringá, Brasil, 311pp.
- Thatcher, V.E. (2006) *Aquatic Biodiversity in Latin America: Amazon Fish Parasites*. v. 1. 2ed. Pensoft, Sofia, Bulgaria, 496 pp.
- Whittington, I.D. & Chisholm, L.A. (2008) Diseases caused by Monogenea. In: Eiras, J.C., Segner, H., Wahli, T. & Kapoor, B.G. (Eds), *Fish Diseases V. 2*. Science Publishers, Enfield, NH, USA, 682–816 pp.
- Woo, P.T.K. (2006) *Fish Diseases and Disorders, Protozoan and Metazoan Infections*. v. 1. 2ed. CAB International, Cambridge, USA, 791pp.

ANEXO 1

Preparing final files for publication in Zootaxa

Please consult the **Information for Authors**: www.mapress.com/zootaxa/author.html. If possible, use the common font **Times New Roman** for the main text and use as little formatting as possible (use only **bold** and *italics* where necessary; and indent the paragraphs from the second of each section). Special symbols (e.g. male or female sign) should be avoided because they are likely to be altered when files are converted. You are recommended to code males as m# and females as f#. We can replace them easily. Please provide the following information when submitting the final files to enable us to typeset and index your paper: a) name of corresponding author and email; b) family names of authors and preferred short running title (<60 alphabets); c) number of plates and cited references; and d) high taxon (as in Zootaxa sections) and number of new taxa described in the paper.

Specific points to note:

- 1) **Text of the manuscript.** Please save the file containing the text and tables as a ms word or RTF file. Do not double space or use footer/header. Captions of plates/figures should be inserted where you want your figures to be inserted, or listed at the end of the manuscript. Vector diagrams/charts generated in programs such as excel can be embedded in the text file as well.
- 2) **Tables.** Please use the table function in your word processor to build tables so that the cells can be easily re-sized to fit the page by the typesetters. Never use the Tab key to type tables, nor use space bar to adjust space. If you did that, please correct them.
- 3) **Figures.** Please note that the journal has a matter size of 25 cm x 17 cm (printable area of the main text and plates) and is printed on A4 paper. If the final size of your plates is greater than this, please crop extra white areas around plates or reduce it to this size; this will reduce file size. Plates containing only black&white lines/dots are line art works and must be scanned as such (i.e. 1 bit, monochrome line art) at 600 dpi (maximum 1200 dpi). They should be saved in tiff file and LZW compression is recommended to be used to reduce file size for easy sub-mission by e-mail. Plates containing greyscale drawings and photographs should be scanned at 300 dpi and saved in TIFF (use LZW compression) or jpeg at the highest quality. **Please do not modify photographs in the jpeg files; the print quality would be severely altered if you did that. You can modify files in the TIFF file and when completed, convert to high quality jpeg for submission.** If you have colour figures, it is best to group them together in plates, which will save cost.
- 4) **Reference list.** This must be formatted using Zootaxa style (see below for examples of main types of papers): Please note that (1) **journal titles must be written in full (not abbreviated)**; (2) journal titles and volume numbers are followed by a “,”; (3) page ranges are connected by a “n dash”, not a hyphen “-”, which is used to connect two words. For websites, it is important to include the last date when you see that site, as it can be moved or deleted from that address in the future.
- 5) **Submission of files.** Please send final files by e-mail (or ftp) to your subject editor who will then forward files of accepted versions to Zootaxa office. Plates (if many) may be sent directly to Zootaxa office if the subject editor agrees.

Journal paper

Gusarov, V.I. (2002) A revision of Nearctic species of the genus *Geostiba* Thomson, 1858 (Coleoptera: Staphylinidae: Aleocharinae). *Zootaxa*, 81, 1–88.

Book chapter

Newton, A.F., Thayer, M.K., Ashe, J.S. & Chandler, D.S. (2000) Staphylinidae Latreille, 1802. In: Arnett, R.H. & Thomas, M.C. (Eds.), *American Beetles. Vol.1. Archostemata, Myxophaga, Adephaga, Polyphaga: Staphyliniformia*. CRC Press, Boca Raton, pp. 272–418.

Book

Baker, E.W. & Tuttle, D.M. (1994) *A Guide to Spider Mites (Tetranychidae) of the United States*. Indira Publishing House, West Bloomfield, Michigan, 347 pp.

Internet resources

O'Connor, R.J., Dunn, E., Johnson, D.H., Jones, S.L., Petit, D., Pollock, K., Smith, C.R., Trapp, J.L. & Welling, E. (2000) A programmatic review of the North American Breeding Bird Survey: report of a peer review panel. U.S. Geological Survey Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, Maryland. Available from <http://www.mp2-pwrc.usgs.gov/bbs/bbsreview/> (accessed 3 April 2003)

include the last date when you see that site, as it can be moved or deleted from that address in the future

Biodiversidade de parasitos branquiais de *Schizodon borellii* (Osteichthyes, Anostomidae) coletados na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná, antes e após a construção da Usina Hidrelétrica Porto Primavera, Paraná, Brasil

Artigo elaborado e formatado conforme as normas para publicação científica no periódico *Journal of Helminthology*, constantes no Anexo 2.

Biodiversidade de parasitos branquiais de *Schizodon borellii* (Osteichthyes, Anostomidae) coletados na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná, antes e após a construção da Usina Hidrelétrica Porto Primavera, Brasil.

Caroline Longhini Evangelista*, Gilberto Cezar Pavanelli

**Programa de Pós Graduação em Biologia Comparada - PGB ,
Laboratório de Ictioparasitologia - Nupélia,
Universidade Estadual de Maringá - UEM,
Maringá, PR, Brasil**

***Autor para correspondência:
Caroline Longhini Evangelista
Avenida Colombo, 5790, Bloco G90-Sala 11
CEP 87020-900
Maringá, PR, Brasil
carolonghini@gmail.com
Telefone: + 55 44 3011-4642
Fax: + 55 44 3011-4641**

RESUMO

A construção de hidrelétricas é importante para o desenvolvimento econômico do país, porém promovem alterações graves e irreversíveis no regime hidrológico natural dos rios, alterando também a qualidade dos habitats e a dinâmica de toda a biota. No caso da Hidrelétrica Sérgio Motta, também conhecida por Porto Primavera, após sua construção houveram significativas alterações no regime hidrológico que modificaram toda a dinâmica deste ecossistema, cujos impactos são muitas vezes desconhecidos. O presente estudo avaliou os efeitos que a barragem causou na parasitofauna de *Schizodon borellii* coletados antes e após a construção da barragem. Foram inventariadas cinco novas espécies e cinco novos registros de monogenéticos, sendo esse o único grupo de parasito encontrado. Houve uma diminuição na população de parasitos, com alteração significativa na intensidade média dos espécimes após o represamento. A espécie que mais contribuiu para essa diferenciação foi *Jainus piava*, apresentando prevalência antes do represamento de 83.33% e após de 32,25%. Esses resultados podem ser explicados através das modificações que ocorreram à jusante do Rio Paraná após a construção da barragem, alterando sua temperatura, pH, fósforo, potássio entre outros aspectos. Isto demonstra que ocorreram modificações na fauna parasitária de *S. borellii* após a construção da barragem, porém são necessários mais estudos seguindo mesma linha para avaliar se outros hospedeiros terão a fauna parasitária também afetada.

Palavras- chave: jusante; barragens alterações ambientais; parasitos como bioindicadores; ectoparasitos.

INTRODUÇÃO

A barragem de Porto Primavera, construída a partir de 1980 e com término da construção em 1998, localiza-se no Rio Paraná a 28 km a montante da confluência com o Rio Paranapanema e é a segunda maior hidrelétrica do Estado de São Paulo, totalizando 1.814 MW de potência final, correspondendo a 23% de toda potência instalada pela CESP (Companhia Energética de São Paulo) no Estado (CESP, 2001). Porém, a construção de barragens para geração de energia rompe a dinâmica natural ocasionando uma série de problemas que não se restringem apenas às áreas do reservatório e das faixas de inundação (Travassos, 2001)

Os represamentos causam importantes alterações ambientais, pelo fato de modificarem de maneira profunda e definitiva em todos os níveis das comunidades de sua área de influencia (AGOSTINHO et al, 1992), sendo estas bastante evidentes na comunidade parasitária (COSTA et al, 2012).

Logo após a formação de um reservatório, há um aumento da riqueza de espécies de peixes devido à incorporação de diversos habitats, que tende a diminuir à medida que o reservatório envelhece. Porém, os impactos a jusante de reservatórios parecem ser tão ou mais importantes que os de montante, devido a alterações no ciclo de cheias sazonais (Agostinho *et al.*, 2008).

Vários estudos têm sido realizados no rio Paraná para avaliar as alterações hidrológicas, físicas e bióticas após o fechamento da represa de Porto Primavera. Entretanto no que se refere à parasitofauna de peixes de reservatórios, há um número restrito de publicações (Pavanelli *et al.*, 1997).

Schizodon borellii (Boulenger, 1900) pertencente a Família Anostomidae, é um peixe abundante na planície de inundação do Alto rio Paraná conhecido popularmente como “piaubosteiro”, sua distribuição está restrita a América do Sul (bacia do rio Paraná-Paraguai), portanto em clima tropical-subtropical, não possui cuidado parental, realiza pequenas migrações e se reproduz de outubro a março (Graça & Pavanelli, 2007). Apresenta hábito alimentar herbívoro, alimentando-se principalmente de vegetais superiores (Agostinho *et al.*, 1997)

Neste contexto, os parasitos podem indicar tanto a biologia do seu hospedeiro, como a estrutura das teias alimentares no ecossistema no qual estão inseridas, e a presença ou ausência de contaminantes ambientais. Dessa forma as comunidades parasitárias presentes nos peixes podem provar-se boas indicadoras do estresse ambiental, da biodiversidade e de impactos ambientais provocados por construções de barragens (Marcogliese & Cone, 1997).

Os grupos mais comuns de parasitos examinados em resposta a estresse ambiental são os ectoparasitos (Sures, 2004). Nesse contexto, a utilização de monogenéticos como indicadores de alterações e impactos ambientais foi citada por Mackenzie *et al.* (1995), que afirmaram que o baixo nível de poluição pode produzir um efeito hormético em alguns ectoparasitos, aumentando a reprodução e causando um aumento marcante nas populações parasitárias.

Alterações bruscas da dinâmica das populações de monogenéticos, que não requerem outros hospedeiros para completar seu ciclo de vida e passam a maior parte do ciclo na superfície do corpo dos peixes, são associadas por variações dos fatores ambientais, tais como temperatura e concentração de oxigênio dissolvido (Silva- Souza *et al.*, 2006). Por outro lado, o mesmo autor afirma que essas mudanças dos fatores ambientais alteram o metabolismo dos parasitos e consequentemente sua taxa de reprodução.

Esse estudo apresenta dados sobre os monogenéticos encontrados em *S. borellii*, representados por cinco novas espécies e cinco registros desse grupo de parasitos, coletados a jusante da barragem de Porto Primavera, antes da construção da barragem, de março de 1993 à março de 1994 e depois da construção no período de março à setembro de 2012. Foram avaliadas as seguintes hipóteses: (i) Existem diferenças entre a estrutura das comunidades de ectoparasitos branquiais de *S. borelli* entre os períodos antes e depois do fechamento da barragem. Como consequência as alterações ambientais promovidas pelo fechamento da barragem da usina de Porto Primavera contribuíram para as modificações estruturais ocorridas nas comunidades estudadas; (ii) As características dos hospedeiros estão relacionadas à abundância dos ectoparasitos branquiais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A área estudada faz parte da planície de inundação do Alto rio Paraná, conforme caracterizada anteriormente na fundamentação teórica e também por Thomaz *et al.* (2004) (Figura 01). Encontra-se localizada próximo ao município de Porto Rico, Estado do Paraná (22°43'S e 53°10'O) onde se encontra a Base Avançada de Pesquisa da Universidade Estadual de Maringá – Nupélia (Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura). Os pontos de amostragem correspondem aos utilizados pelo projeto PELD – CNPq (Projetos Ecológicos de Longa Duração) – Sítio 6.

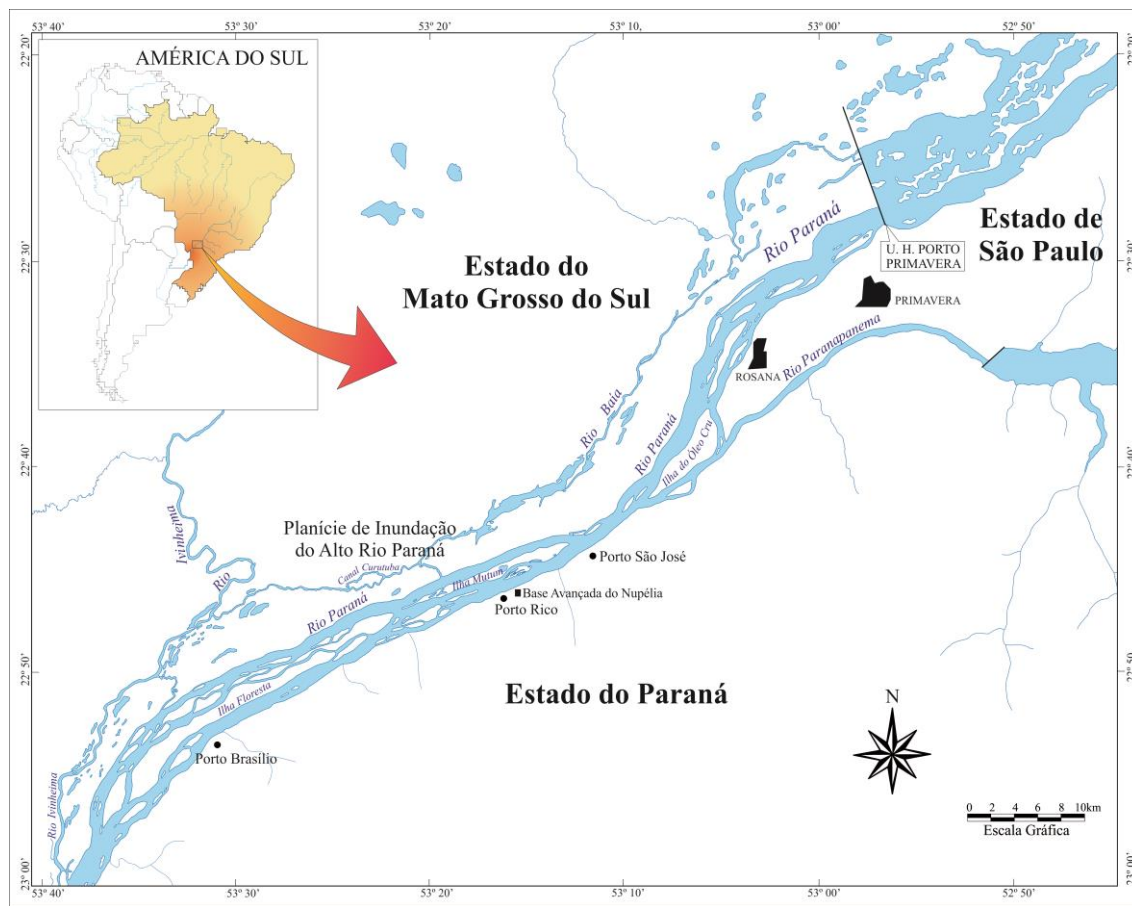


Figura 1. Localização da planície de inundação do alto rio Paraná.

Coleta do material

Foram coletados 31 espécimes de *Schizodon borellii* no período de março de 1993 a março de 1994 e 31 espécimes de março a setembro de 2012. Os peixes foram identificados por especialistas do Museu de Ictiologia da Universidade Estadual de Maringá

Esses peixes foram coletados na planície de inundação do alto rio Paraná (Figura 1) à jusante da barragem da Usina Hidrelétrica de Porto Primavera (Figura 2). Para a coleta dos peixes foram utilizadas redes de espera de diferentes malhas. De cada espécime capturado, após a respectiva identificação específica, foram registradas as seguintes informações: data, estação e ponto da amostragem, comprimento total e padrão (cm), peso total (g), sexo e estágio de maturidade gonadal e peso das gônadas (g).



Figura 2: Usina Hidrelétrica Porto Primavera

As brânquias foram retiradas e submersas em solução de formalina 1:4000. O recipiente agitado aproximadamente 50 vezes e, após mais ou menos uma hora, o conteúdo foi passado através de uma peneira, de malha de 150 micrômetros, e em seguida, para uma placa de Petri com solução salina fisiológica (NaCl 0,65%), quando então os parasitos foram coletados ao estereomicroscópio. Os monogenéticos foram coletados e após, fixados e conservados em formalina 5%, sendo, depois corados com Hoyer para visualização dos órgãos internos e para o estudo das estruturas esclerotizadas. (Eiras *et al.*, 2006).

Análise dos dados

Foram calculados para cada período (antes e depois): prevalência, intensidade média, abundância média para cada espécie de ectoparasito (Bush *et al.*, 1997).

Para verificar se existem diferenças entre os períodos foi utilizado a ANOSIM, SIMPER, com representação gráfica NMDS através do PAST, nestas análises foram utilizados apenas dados de peixes parasitados. Para cada período analisado foi verificado índice de diversidade de Brillouin.

Características dos hospedeiros

Para os períodos analisados foram realizados um teste de Mantel entre as características dos hospedeiros (LS, KN ou sexo, construindo matrizes de dissimilaridade com distancia euclidiana. No caso do sexo se atribui o valor 1 para machos e 2 para fêmeas) e para a matriz de abundância dos ectoparasitos (matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis). Valores de comprimento padrão (Ls) e de peso total (Wt) de cada hospedeiro foram ajustados a curva da relação Wt/Ls ($Wt = a.Ltb$) e foram estimados os valores dos coeficientes de regressão a e b. Os valores de a e b foram utilizados nas estimativas dos valores esperados de peso (We), utilizando a equação: $We = a.Ltb$. Foi calculado, então, o fator de condição relativo (Kn) que

corresponde ao quociente entre peso observado e peso esperado para determinado comprimento ($K_n = W_t/W_e$) (Le Cren, 1951). Para o teste de Mantel utilizou-se o programa R com 1000 aleatorizações da matriz real.

RESULTADOS

Estrutura da comunidade parasitária

Foram necropsiados 62 espécimes de *S. borelli*, sendo 31 coletados antes da construção da barragem de Porto Primavera, e 31 após a construção da mesma e analisados alguns padrões ecológicos (Tab. I).

Tabela I. Parâmetros ecológicos dos parasitos coletados antes e após o represamento de Porto Primavera. Dados coletados no período de Março de 1993 a Março de 1994 e Março de 2012 a Setembro de 2012 na Planície de Inundação do alto rio Paraná.

Espécies	Período							
	Antes				Depois			
	P	N	IM	AM	P	N	IM	AM
<i>Jainus piava</i>	83.33	222	8.88	7.4	32.25	37	3.7	1.19
<i>Ancyrocephalinae n. sp.1</i>	63.33	182	9.57	6.06	67.74	101	4.80	3.25
<i>Tereancistrum n. sp.2*</i>	23.33	7	1	0.23	22.58	10	1.42	0.32
<i>Tereancistrum n. sp.1*</i>	40	31	2.58	1.03	12.90	4	1	0.12
<i>Annulotrematoides n. sp.</i>	63.33	50	2.63	1.66	29.03	24	2.66	0.77
<i>Urocleidoides n. sp.1*</i>	43.33	36	2.76	1.2	19.35	24	4	0.77
<i>Urocleidoides n. sp.2</i>	23.33	25	3.57	0.83	32.25	19	1.9	0.61
<i>Urocleidoides n. sp.3*</i>	13.33	11	2.75	0.36	19.35	7	1.16	0.22
<i>Urocleidoides n. sp.4</i>	13.33	5	1.25	0.16	3.22	1	1	0.03
<i>Apedunculata n. sp.</i>	3.33	1	1	0.03	0	0	-	0

Abreviações: P=Prevalência; N= número de parasitos; IM= intensidade média; AM= abundancia média.

As espécies com asterisco referem-se a artigo encaminhado para publicação por Karling *et al.* (2012).

As figuras encontram-se em anexo.

Prevalência e Diversidade

A espécie de parasito com maior prevalência antes da construção de Porto primavera foi *Jainus piava* Karling *et al.* (2011) com 83.33%. Após a construção da barragem a espécie com maior prevalência foi *Ancyrocephalinae n. sp.* com 67.74%.

A Análise de Mann-Whitney com os valores do índice de diversidade de Brillouin (HB) para as infracomunidade de monogenéticos de hospedeiros coletados antes e depois do represamento apresentou valor de $Z(U) = 2,063$ $p = 0,0391$, sendo que os menores valores ocorrem após o represamento (mediana HB antes = 0,63; mediana HB depois = 0,37).

Observou-se também que existem pequenas diferenças, porém significativas, na abundância dos ectoparasitos entre os períodos analisados ($R \text{ ANOSIM} = 0,144$; $p = 0,0003$). A ordenação pode ser observada na Figura 2.

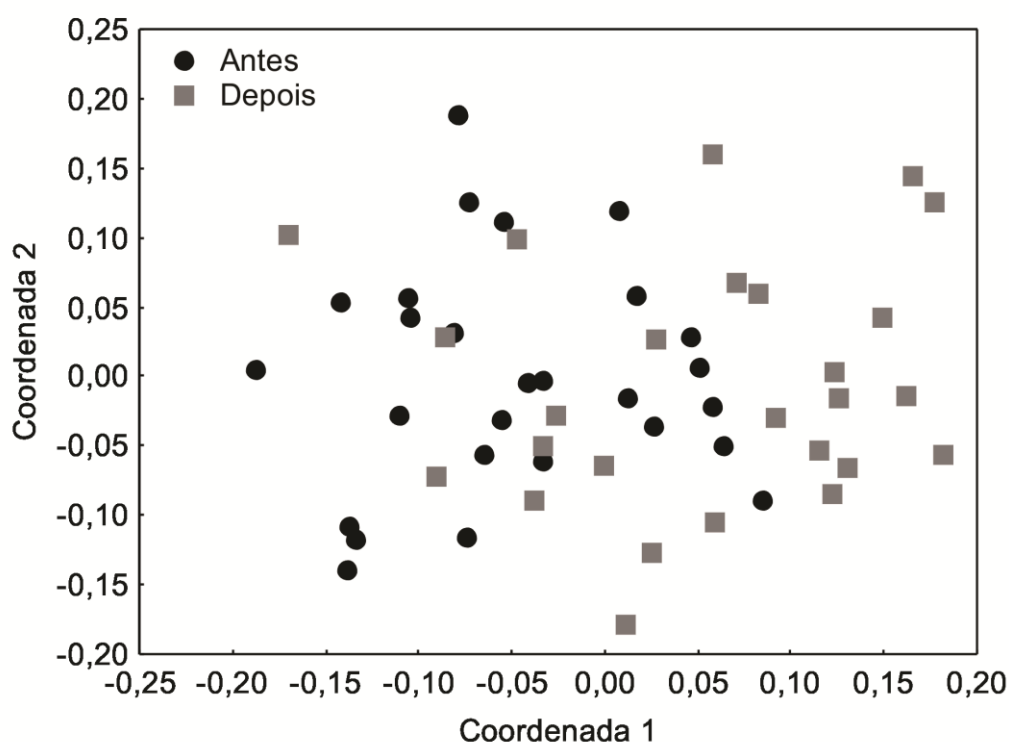


Figura 2. Distribuição dos peixes coletados na Planície de Inundação do alto rio Paraná, nos períodos da construção da barragem de Porto Primavera, de acordo com a fauna parasitária no espaço bidimensional (NMDS) obtido mediante escalonamento multidimensional não-métrico. Valor do stress 0,24.

Diferenciação entre os períodos

Os resultados discriminantes SIMPER mostraram que a fauna ectoparasitária de *S. borellii* antes e após a construção foi relativamente diferente, apresentando uma porcentagem de dissimilaridade entre os ambientes de 76,28%. Os valores das contribuições de cada espécie são observadas na Tabela II, na qual as espécies que mais contribuíram para essa diferença foram *Jainus piava*, com 23,44%, e *Ancyrocephalinae n. sp.*, com 23,35% de contribuição.

Tabela 2 Análise SIMPER com a contribuição das espécies para a dissimilaridade entre os períodos de Março de 1993 a Março de 1994 e depois da construção da barragem de Porto Primavera no período de Março à Setembro de 2012 na Planície de Inundação do Alto rio Paraná.

Taxon	Contribuição
<i>Jainus piava</i>	23.44
<i>Ancyrocephalinae n. sp.</i>	23.35
<i>Annulotrematoides n. sp.</i>	8.78
<i>Urocleidoides n. sp.2</i>	6.92
<i>Urocleidoides n. sp.1</i>	6.04
<i>Tereancistrum n. sp.1</i>	2.82
<i>Tereancistrum n. sp.2</i>	2.35
<i>Urocleidoides n. sp. 3</i>	1.54
<i>Urocleidoides n. sp.4</i>	0.96
<i>Apedunculata n. sp.</i>	0.02

Características dos hospedeiros

As relações entre as características do hospedeiro (LS, KN e sexo) e o fator de condição, assim como a abundância dos parasitos podem ser observadas na Tabela III, na qual a relação entre o LS e a abundância evidenciou que os peixes com tamanhos semelhantes apresentavam fauna parasitária semelhantes. No caso dos peixes coletados após o represamento isso também foi observado para o fator de condição e a abundância. Entretanto, não houve relação entre o sexo e abundância.

Tabela III. Valores obtidos pelo teste de Mantel sobre a relação entre as características dos hospedeiros (LS,KN e sexo) e abundância dos faunas parasitarias de peixes coletados antes e depois da construção da barragem de Porto Primavera. * Valores de $P < 0,05$.

	Antes		Depois	
	r de mantel	P	r de mantel	P
LS x Abundância	0.15	0.02*	0.35	<0.001*
KN x Abundância	-0.02	0.62	0.27	<0.001*
Sexo x Abundância	0.02	0.30	0.05	0.23

DISCUSSÃO

Apesar de importantes para o desenvolvimento econômico, os barramentos promovem alterações graves e irreversíveis no regime hidrológico natural dos rios, afetando também a

qualidade dos habitats e a dinâmica de toda a biota (Agostinho *et al.*, 2008). Estes novos ambientes apresentam uma dinâmica diferente dos rios, pois limitam o fluxo de nutrientes, organismos, matéria orgânica, energia e informação genética. As barragens influenciam a estrutura das comunidades de peixes devido à diminuição da riqueza e da diversidade de espécies, afetando principalmente as espécies migratórias, por constituírem obstáculos para a livre movimentação dos peixes e dificultarem o acesso destas espécies às áreas de recrutamento e desova (Aguiar, 2008).

A ausência ou a diminuição na abundância de uma população parasitária pode ser causada pelas condições ambientais que interferem nos estágios de vida livre dos parasitos, além de agirem negativamente nas populações de hospedeiros (intermediários e/ou definitivos e/ou paratênicos) (Sures, 2004).

Em relação aos ectoparasitos, tendo contato direto com o meio externo estão susceptíveis a impactos ambientais, assim como os organismos de vida livre. Os grupos mais comuns de parasitos submetidos aos estresses ambientais são os ectoparasitos, incluindo protistas tricotóneos e monogenéticos (Sures *et al.*, 1999; Sures, 2001; Sures & Reimann, 2003; Vidal-Martínez *et al.*, 2009).

Neste trabalho observou-se a existência de alterações na estrutura da comunidade de monogenéticos branquiais de *Schizodon borellii* após a construção da barragem de Porto Primavera, sendo as características principais prevalência e abundância. A partir da análise dos resultados foi possível observar uma tendência de redução na população de parasitos, com alteração significativa na intensidade média dos espécimes entre os dois períodos.

De acordo com estudos realizados por Mackenzie *et al.* (1995), sobre a utilização de monogenéticos como indicadores de alterações ambientais, relatam que o baixo nível de poluição pode produzir um efeito hormético em alguns ectoparasitos, aumentando a reprodução e causando um aumento marcante nas populações parasitos. Para Landsberg *et al.* (1998) as mudanças rápidas da abundância de espécies de monogenéticos estão geralmente associadas à elevação da temperatura da água, que gera o aumento do metabolismo destes parasitos e, em consequência, da taxa de reprodução. Assim, o tempo de reprodução fica reduzido permitindo que estes organismos tornem-se mais abundantes em um curto espaço de tempo.

Silva- Souza *et al.* (2006) também revelam que alterações bruscas da dinâmica das populações de monogenéticos, estão associadas por variações dos fatores ambientais, tais como temperatura e concentração de oxigênio dissolvido. Os autores também afirmam que essas mudanças dos fatores ambientais alteram o metabolismo dos parasitos e

consequentemente, sua taxa de reprodução. Souza Filho *et al.* (2010) ao realizar um estudo comparando os ambientes antes e depois da construção da barragem de Porto Primavera, concluíram que com a construção da usina hidrelétrica ocorreu uma modificação das características das águas do sistema do rio Paraná no que se refere à temperatura, pH, fósforo e potássio. Após a conclusão da barragem, foram documentados alguns efeitos, como: a temperatura das águas aumentou e tornou-se mais homogênea entre os ambientes, tanto em águas baixas como em águas altas; o pH e a concentração de fósforo diminuíram; a concentração de potássio aumentou no rio Paraná, mas diminuiu no rio Baía em período de águas altas. Isso pode explicar a mudança na abundância dos parasitos em *S. borellii*, no caso esse parasitos podem ter aumentado sua reprodução em um curto espaço de tempo após a construção e com o passar dos anos atingiu um ápice diminuindo na sequência aos níveis atuais, influenciado pelas alterações acima mencionadas.

Resultado semelhante foi obtido por Karling *et al.* (2012) ao analisarem endoparasitos de *Salminus brasiliensis* antes e após a construção de Porto Primavera, também notando tendência na redução dos parasitos. Os autores revelaram que esse fato pode ter acontecido pela construção da barragem ter ocasionado a mortalidade de hospedeiros intermediários, impedindo que o parasito conclua seu ciclo. Entretanto, essas hipóteses podem não servir para explicar a redução observada nos monogenéticos de *S. borellii*, já que esses parasitos não necessitam de hospedeiros intermediários.

Estudos recentes mostram que não se devem usar apenas as análises ecológicas padrão, ou seja, aquelas que se baseiam em populações, devendo sempre que possível eleger aquelas que permitem interpretação mais segura dos resultados, preferindo as comunidades como agrupamentos de análise (Landsberg, *et al.*, 1998; Marcogliese, 2005). Desta forma, quando os monogenéticos são analisados levando em conta a comunidade são observadas suas verdadeiras interações no ambiente, o que não é evidenciado ao se considerar a ocorrência das espécies isoladamente (Marcogliese, 2005).

Agostinho *et al.* (1992) explicam que após a construção de uma barragem, tem-se a modificação das águas, tornando-se mais transparentes e havendo uma redução da vazão, que pode levar ao retardamento do início da migração dos peixes adultos e à menor taxa de sobrevivência dos jovens, pela desova ocorrer em época inadequada. Para as infracomunidades de monogenéticos estudadas observou-se a diminuição da comunidade parasitária após a construção da barragem de Porto Primavera. Isso pode ser explicado pelas alterações do ambiente provocadas pelo represamento, o que pode interferir na fase de instalação do parasito no hospedeiro.

Estudos comprovaram que as modificações nas condições fisiológicas e biológicas dos hospedeiros, como as influências geradas por represamentos, provocam alterações consideráveis na composição da fauna parasitária (Pavanelli *et al.*, 1997). Os resultados obtidos a partir deste estudo evidenciaram uma pequena, porém significativa diferença entre as comunidades de ectoparasitos dos dois períodos analisados. Esse fato é melhor avaliado com a espécie *Jainus piava*, que contribuiu para a diferenciação dos dois períodos estudados, apresentando prevalência diferenciada entre estes. Isso pode ser explicado pelas variações ambientais, que podem ter promovido alterações no ciclo de desenvolvimento do parasito, bem como efeitos na comunidade *S. borellii*.

Mesmo com as alterações ambientais, algumas espécies podem manter suas características naturais, por exemplo, a raridade em uma comunidade, fato apresentado por Magurran (1955) que relata que quando espécies são encontradas com poucos indivíduos, podem ser consideradas espécies raras, como pode ser o caso de *Apedunculata n.sp.* tendo sido coletado apenas um espécime na comunidade de *S. borellii*. Karling (comunicação verbal)¹ também registrou a escassez desta espécie em *S. borellii*, encontrando apenas dois espécimes em 16 peixes analisados durante o estudo.

Conclui-se que ocorreram alterações nas comunidades parasitárias relacionadas aos monogenéticos de *S. borellii*. Porém é prematura uma generalização em relação ao resultado encontrado. Sendo assim, sugere-se que novos estudos sejam feitos, envolvendo material coletado antes do represamento e depositado no Laboratório de Ictioparasitologia do Nupélia sobre a fauna parasitária de outros peixes da planície. Os resultados obtidos dessa análise e de novas coletas efetuadas no ambiente atual permitirão no futuro um maior conhecimento sobre o comportamento das comunidades de parasitos da planície nas demais espécies de hospedeiro.

¹ Informação citada por Karling, L.C. (2008). Trabalho de graduação. Universidade Estadual de Maringá.

REFERÊNCIAS

- Agostinho, A. A.; Pelicice, F. M. & Gomes, L. C.(2008) Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Brazilian Journal of Biology*, v. 68, p.1119-1132.
- Agostinho, A.A.; Júlio Junior, H.F.; Gomes, L.C.; Bini, L.M. & Agostinho, C.S. (1997) Composição, abundancia e distribuição espaço- temporal da ictiofauna. In: Vazzoler, A.E.A.M.; Agostinho, A.A.; Hahn, N.S. *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: EDUEM,. p. 179-208.
- Agostinho, A.A.; Julio Jr., H.F. & borghetti, J.R. (1992) Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidad para sua atenuação. Um estudo de caso: reservatório de Itaipu. *Revista UNIMAR*, 14, 89-107.
- Aguiar, K. D.(2008) *Influência de uma barragem sobre atributos ecológicos da comunidade e biologia reprodutiva de peixes do rio Paraíba do Sul, UHE Ilha dos Pombos, Rio de Janeiro, Brasil*. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação)-UFPR.
- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M. & Shostak, A. W.(1997) Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *Journal of Parasitology*, v.83, p.575-583.
- Baxter, RM. (1977) Environmental effects of dams and impoundments. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 8.
- Costa, J.L.; Marquesa, J.F; Alves, J.; Gamito, R.; Fonseca, V.F.; Goncalves, C.I.; Cabral, H.N.,C. & Costa, M.J. (2012).Is parasitism in fish a good metric to assess ecological water quality intransitional waters? What can be learned from two estuarine resident species?*Ecological Indicators*,19,154–160.
- CESP- Companhia Energética de São Paulo, disponível em: http://www.cesp.com.br/siteCesp/usinas/html/usina_19.html, 2001.
- Eiras, J. C.; Takemoto, R. M. & Pavanelli, G. C.(2006) *Métodos de Estudo e Técnicas Laboratoriais em Parasitologia de Peixes*. Maringá: EDUEM, 2ª edição, 199.
- Graça, W.J.& Pavanelli, C.S. (2007) *Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes*. Maringá: EDUEM.pp 48.
- Karling, L.C.; Isaac, A.; Affonso, I.P.; Takemoto, R.M.& Pavanelli, G.C. (2012) The impact of dam on the helminth fauna and health of a neotropical fish species *Salminus brasiliensis* (Cuvier 1816) from the upper Paraná River, Brazil. *Journal of Helminthology*.p.1-7.
- Karling, L.C.; Bellay, S.; Takemoto, R.M. & Pavanelli, G.C. (2011) A new species of *Jainus* (Monogenea), gill parasite of *Schizodon borellii* (Characiformes, Anostomidae) from the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Acta Scientiarum*.v.33, 2, 557-231.
- Landsberg, J. H.; Blakesley, B. A.; Reese, R. O.; Mcrae, G. & Forstchen, P. R.. (1998). Parasites of fish as indicators of environmental stress. *Environmental Monitoring and Assessment*. 51, 211–232.

Lecren, E. D. (1951) The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in perch *Perca fluviatilis*. *Journal of Animal Ecology*, 2, 201-219.

Marcogliese, D.J.(2005) Parasites of the superorganism: are they indicators of ecosystem health? *International Journal of Parasitology*, 35, 705–716.

Magurran, A.E. (1955) *Measuring biological diversity*. Australia: Blackwell Science. 18-71.

Marcogliese, D.J & Cone, D.K. (1997) Parasite communities as indicators of ecosystem stress. *Parasitologia*, 39, 27–232.

Mackenzie, K.; Willians, H.H.; Willians, B, Mcvicar, A..H. & Siddal, R. (1995) Parasites as indicators of water and the potential use of helminth transmission in marine pollution studies. *Adv. Parasitol.* 35, 85-144.

Pavanelli, G. C., Machado, M. H. & Takemoto, R. M. (1997). Fauna helmíntica de peixes do rio Paraná, região de Porto Rico, Paraná. In: Vazzoler, A. E. A. M.; Agostinho A. A. & Hahn N. S., eds., *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá, EDUEM, pp. 307-329.

Silva-Souza, A. T. *et al.* Parasitas de peixes como indicadores de estresse ambiental e eutrofização. In: TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; SIDAGIS GALLI, C. (Ed.) *Eutrofização na América do Sul: causas, tecnologias de gerenciamento e controle*. IIE, IIEGA, IAP, Ianas, ABC, 2006. p.373-86.

Souza Filho, E.E.; Zanetti, K.; Pinese, J.P.P.; França, V. (2010) A hidroquímica do rio Paraná após a barragem de Porto Primavera. *Bol. Geogr.* 28, 2, 101-112.

Sures, B. (2004) Environmental parasitology: relevancy of parasites in monitoring environmental pollution. *Trends in Parasitology*, 20, 170–177.

Sures, B.; Reimann, N.(2003) Analysis of trace metals in the Antarctic host-parasite system *Nototheniacoriiceps* and *Aspersentismegarhynchus* (Acanthocephala) caught at King George Island, South Shetland Islands. *Polar Biology*. 26, 680–686.

Sures, B. (2001) The use of fish parasites as bioindicators of heavy metals in aquatic ecosystems: a review. *Aquatic Ecology*. 35, 245–255.

Sures, B.; Siddall, R. & Taraschewski, H. (1999) Parasites as accumulation indicators of heavy metal pollution. *Parasitology Today*, 15, 16–21.

Thomaz, S.M.; Pagioro, T.A.; Bini, L.M.; Roberto, M.C. & Rocha, R.R.A. (2004) Limnological characterization of the aquatic environments and the influence of hydrometric levels. In: THOMAZ, S.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Ed.). *The Upper Paraná River and its floodplain: Physical aspects, ecology and conservation*. Leiden: Backhuys Publishers; 393.

Travassos, L.E.P. (2001) Impactos gerados pela UHE Porto Primavera sobre o meio físico e biótico de Campinal, Presidente Epitácio, SP. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*. 1, 1,.

Universidade Estadual de Maringá. Núcleo de Pesquisa em Limnologia e Aquicultura. *Relatório PELD 10 anos*. Maringá, 2009. Relatório.

Vidal-Martinez, V.M.; Pech, D.; Sures, B.; Purucker, S.T.& Poulin, R. (2009) Can parasites really reveal environmental impact? *Trends in Parasitology*, 26, 44-52.

ANEXO 2

CAMBRIDGE | Instructions for Contributors

Journal of Helminthology

Journal of Helminthology provides an international vehicle for the publication of original papers and review articles on all aspects of pure and applied helminthology. The journal publishes papers on helminth parasites of environmental health, medical or veterinary importance. Research papers on helminths in wildlife hosts including plant and insect parasites will also be welcome. Taxonomic contributions will be acceptable if they contribute to the systematics of a group, particularly those studies that employ biochemical or molecular biological techniques.

Page format

The Journal is printed in a two-column format (column width of 80mm) with a text area of 170x225mm.

Text

Papers should be single column with double line spacing and ample margins (at least 1.5cm) on each side in a clear, legible font. Italics should be used for taxonomic nomenclature and bold for headings. Standard abbreviations (e.g. fig. and figs.) and metric units must be used. Use British rather than American spellings. Use 'z' rather than 's' spellings in words with 'ize'. A short title should be provided as a running head.

Abstract

Each paper must commence with an accurate, informative abstract in one paragraph without reference to text or figures that is complete in itself. It should not exceed 250 words.

Tables

Tables should be reduced to the simplest form and present only essential data. They should be submitted on separate pages at the end of the article, or, preferably, as separate files. Captions should be typed on a separate sheet. The use of vertical rules should be avoided.

Line drawings

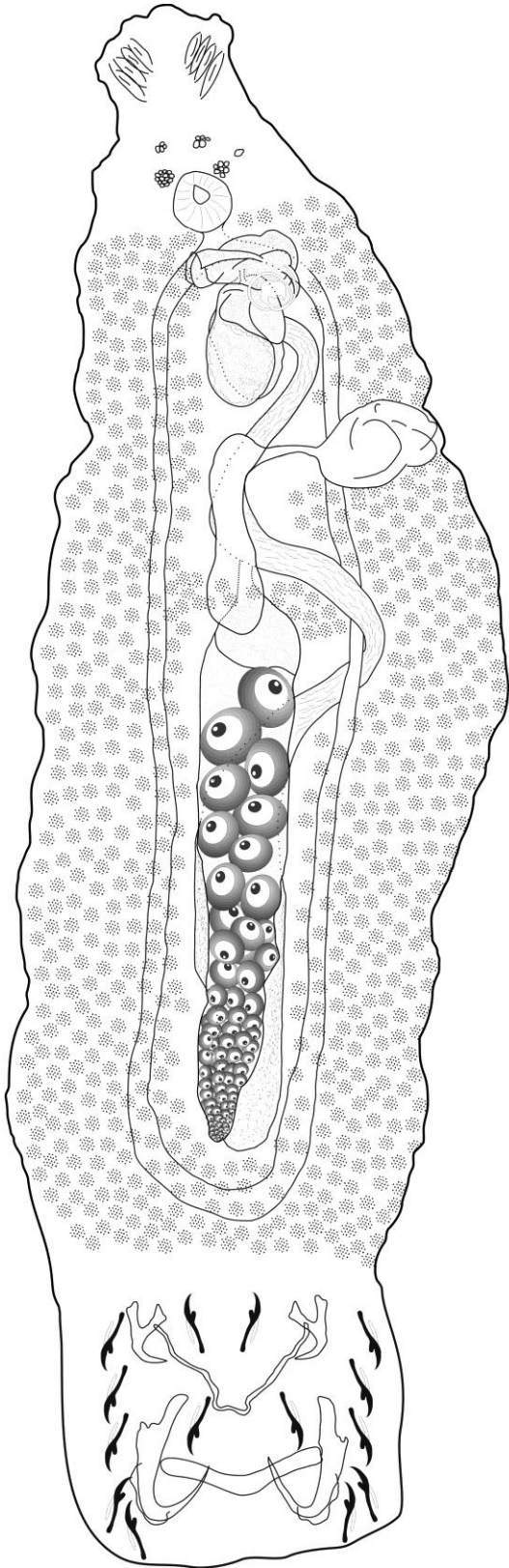
These should be sharp and clear and lettering and lines should be of sufficient thickness and quality to allow for reduction. Computer generated figures and graphs should not contain grey tints or complicated hatching. All figures should be uploaded as separate files or a zip file in a format suitable for printing.

Half-tone photographs

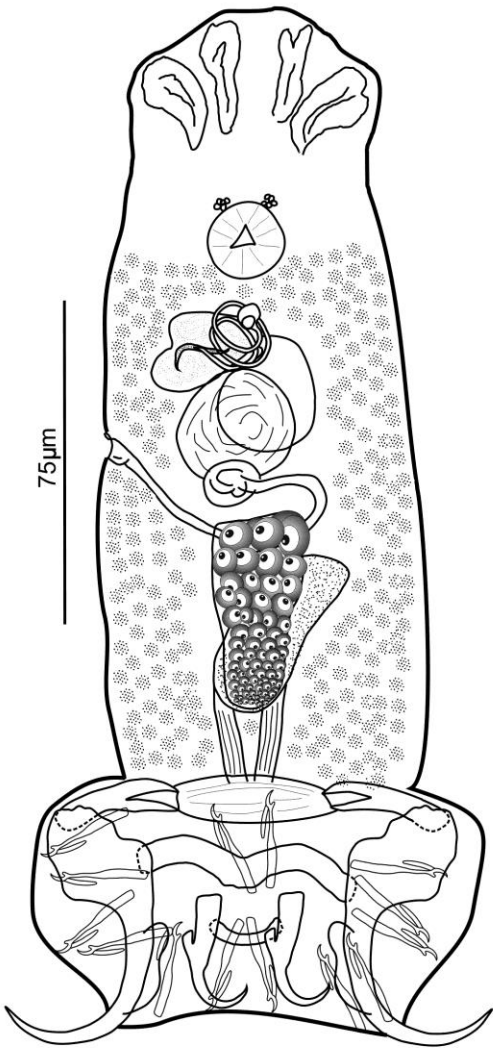
ANEXO 3

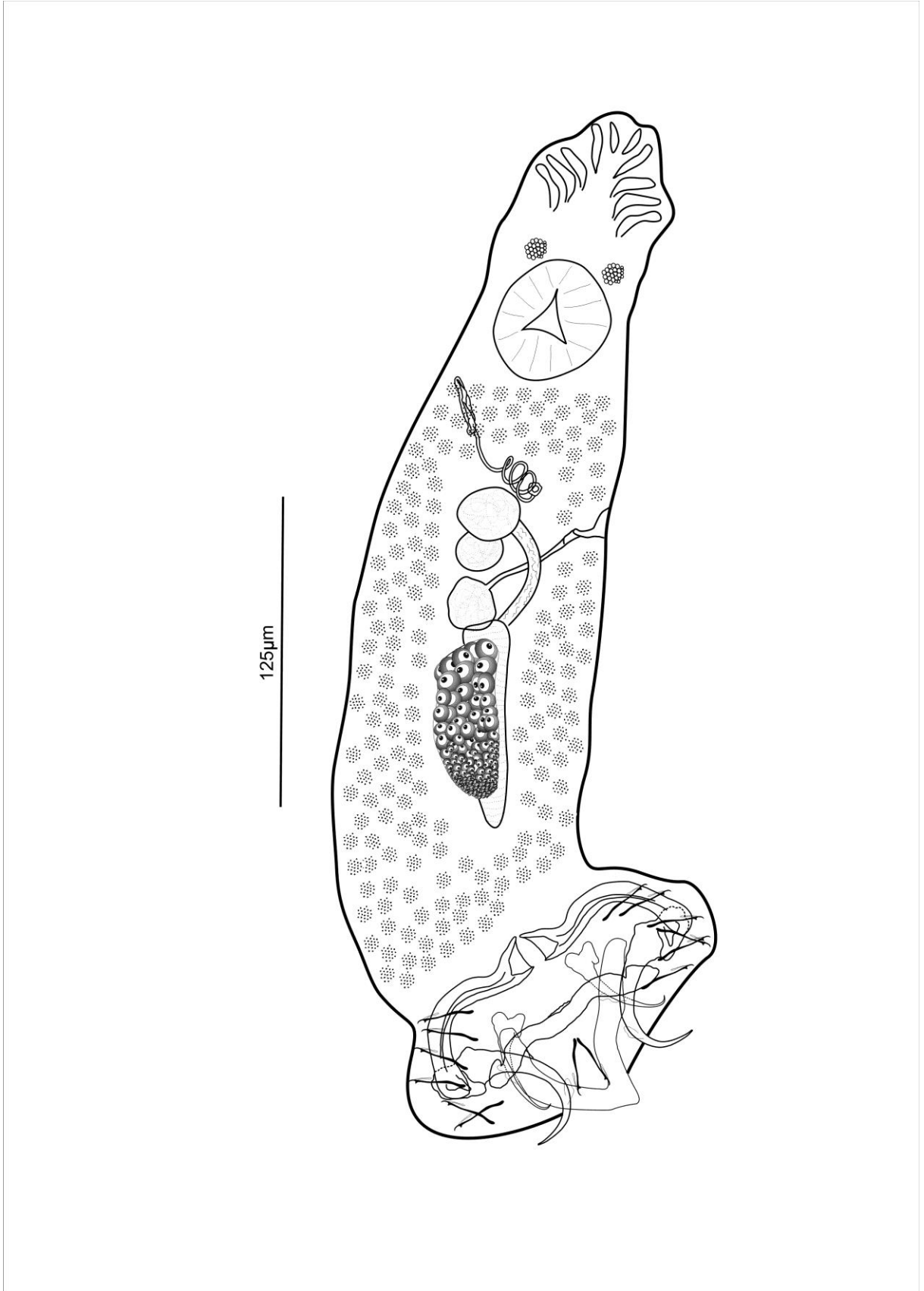
Jainus piava

75



Tereancistrum n. sp.2

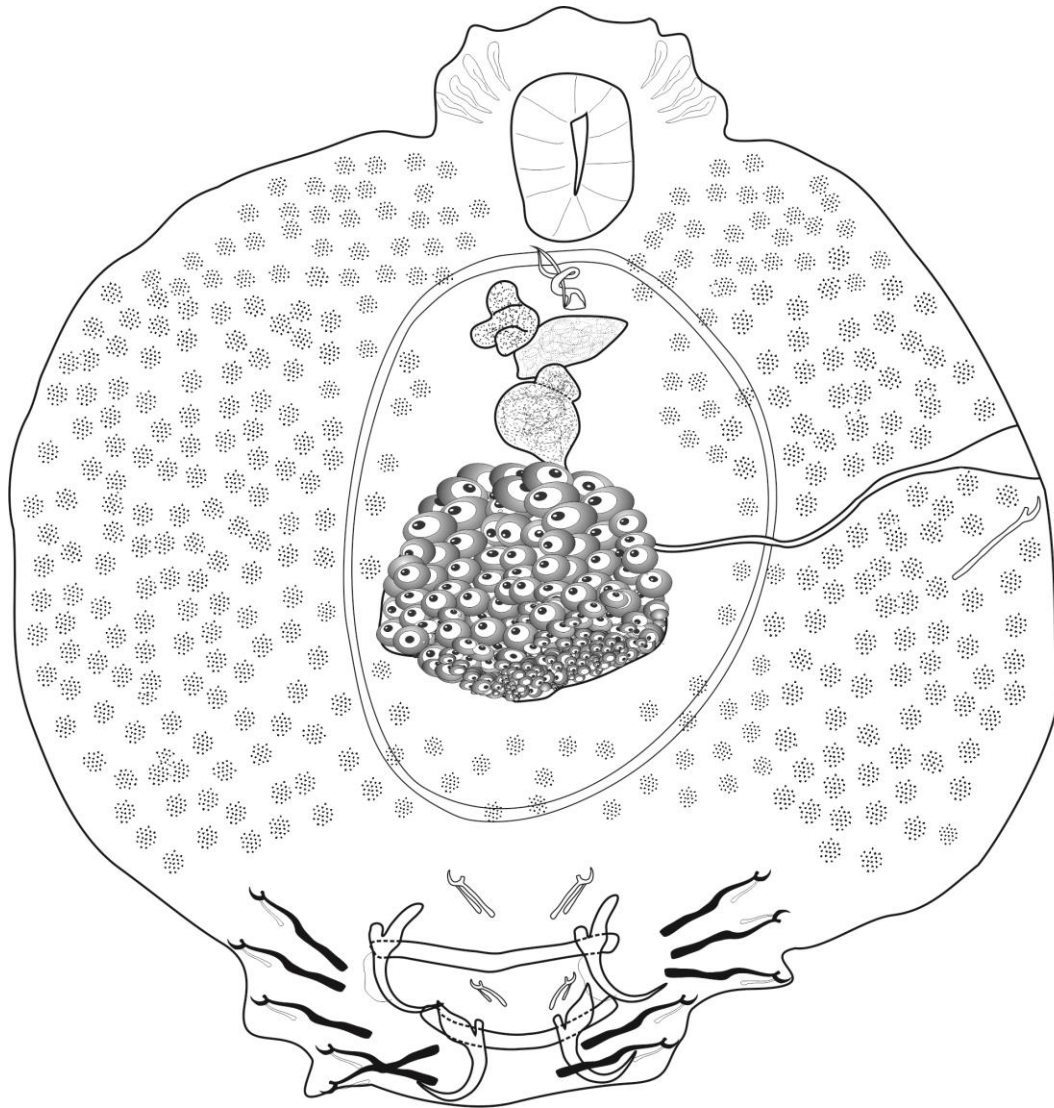


Tereancistrum n.sp.2

Urocleidoides n. sp.1

125 μ m

Urocleidoides n. sp.3



125 um