

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA DE ÁGUA DOCE E PESCA
INTERIOR - BADPI

FAUNA DE METAZOÁRIOS PARASITAS DO ARUANÃ
Osteoglossum bicirrhosum (CUVIER, 1829)
(OSTEOGLOSSIFORMES: OSTEOGLOSSIDAE) DOS RIOS
NEGRO E SOLIMÕES, AMAZÔNIA CENTRAL, BRASIL.

LARISSA SBEGHEN PELEGRINI

Manaus, Amazonas
Agosto, 2013

LARISSA SBEGHEN PELEGRINI

FAUNA DE METAZOÁRIOS PARASITAS DO ARUANÃ
Osteoglossum bicirrhosum (CUVIER, 1829)
(OSTEOGLOSSIFORMES: OSTEOGLOSSIDAE) DOS RIOS
NEGRO E SOLIMÕES, AMAZÔNIA CENTRAL, BRASIL.

ORIENTADOR: JOSÉ CELSO DE OLIVEIRA MALTA, Dr.

CO-ORIENTADORA: ANGELA MARIA BEZERRA VARELLA, Dra.

Dissertação apresentada ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Biologia de Água Doce e Pesca Interior.

Manaus, Amazonas
Agosto, 2013

SINOPSE

Estudou-se a fauna de metazoários parasitas do aruanã, *Osteoglossum bicirrhosum*, coletados em lagos nos rios Negro e Solimões durante a cheia destes rios. Foi verificada a prevalência, dominância, intensidade, abundância e diversidade dos parasitos nos peixes de cada rio amostrado.

Palavras-chave: *Osteoglossum bicirrhosum*, Monogenea, Digenea, Nematoda, Crustacea

FICHA CATALOGRÁFICA

P381 Pelegrini, Larissa Sbeghen
Fauna de metazoários parasitas do aruanã *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829) (Osteoglossiformes: Osteoglossidae) dos rios Negro e Solimões, Amazônia Central, Brasil / Larissa Sbeghen Pelegrini. --- Manaus : [s.n.], 2011.
x, 48 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) --- INPA, Manaus, 2011.

Orientador : José Celso de Oliveira Malta

Coorientadora : Angela Maria Bezerra Varella

Área de Concentração: Biologia de Água Doce e Pesca Interior.

1. Aruanã (peixe) – Parasitologia. 2. *Osteoglossum bicirrhosum*.
3. Peixes – Parasitologia – Amazônia. 4. Peixes – Negro, Rio. 5.
Peixes – Solimões, Rio I. Título.

CDD 19. ed. 597.55

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado à minha mãe, Sonia, exemplo de força, coragem e amor, ao meu filho e anjo Luigi, aos meus irmãos Dudu e Gui, e ao meu pai, Beto que, mesmo em forma de anjo, sempre está ao meu lado. Pra vocês, meu eterno amor.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por permitir a concretização deste trabalho e pela proteção eterna.

A toda minha família, em especial à minha mãe, Sonia, e aos meus irmãos, Guilherme e Eduardo, que, junto comigo, suportaram a distância e a saudade durante estes meus anos de estudo. Amo vocês incondicionalmente.

Ao meu pai, Beto. Ídolo maior, fonte de inspiração e anjo da guarda. Obrigada por me proteger aí de cima! Saudades e amor eternos.

Ao Dr. José Celso de Oliveira Malta, por tantos anos de amizade, paciência e principalmente, por acreditar nas minhas idéias nem sempre muito convencionais. Obrigada pela orientação.

A Dra. Ângela Varella, pela coordenação do curso, e pela amizade e carinho de tantos anos.

Ao projeto PIATAM pelo financiamento de parte da coleta dos peixes no rio Solimões.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Sr. Edilson, amigo, pai, companheiro e nosso querido técnico de laboratório.

Ao Marco Antonio Rego do MZUSP, pela elaboração do mapa.

Ao meu querido amigo Isaias Fernandes (“Xoumano”) pela ajuda nas análises estatísticas.

Ao amigo e parceiro de laboratório Aprigio M. Morais, pela ajuda na identificação dos parasitos.

As “meninas da secretaria” Carminha e Elany, muito obrigada por quebrar tantos galhos!

Aos amigos de ontem e de hoje do Laboratório de Parasitologia de Peixes: Aprigio, Camila, Carol, Daniel, Franciely, Guto, Hellen, José Vital, Luiza, Márcio, Natália, Nágila (Zu), Rafael, Sandro etc. pelo companheirismo, auxílio e amizade.

Ao corpo docente do curso de Biologia de água doce e pesca interior, por compartilhar o conhecimento sobre a Amazônia.

Aos meus amigos e companheiros queridos da turma do mestrado, em especial, aos “confirmados”. Foi bom demais esse tempo que passamos juntos!!

As minhas queridas Carol, Gra, Vi e Zu, pela paciência, carinho, amizade, compras, risos e lágrimas.

Aos meus amigos e eternos irmãos de Bauru: Thata, Carol, JB, Camila, Gill, Fernanda, Élberty, João R., Arnaldo, Lu e aos eternos companheiros do G8 (Unesp). O tempo e a distância não existem para amizade verdadeira. Amo vocês.

Aos meus amigos de Manaus de ontem, hoje e sempre: Fabi, Dani, Olivia, Edu, Edu Amat, Anne Lari, Sofia, Galileu, Lisi, Bruno, Lívia, Arnold, Larvita, etc. Obrigada pelo apoio nos dias difíceis e pelas risadas nos momentos divertidos!

Ao Arthur, por todos os dias nada convencionais em que passamos juntos. Sem você, eu não teria conseguido. Obrigada por existir, e por ter me presenteado com nosso pequeno Luigi.

Ao Áthila, gato gordo, sujo e peludo...e meu maior companheiro na Amazônia!

E a todos aqueles que, de certa forma, contribuíram pra execução deste trabalho, muito obrigada!

*“Hoje levantei cedo pensando no que tenho a fazer antes que o relógio marque meia noite.
É minha função escolher que tipo de dia vou ter hoje.
Posso reclamar porque está chovendo ou agradecer às águas por levarem a poluição.
Posso ficar triste por não ter dinheiro ou me sentir encorajado para administrar minhas
finanças evitando desperdício.
Posso reclamar sobre minha saúde ou dar graças por estar vivo.
Posso me queixar dos meus pais por não terem me dado tudo o que queria ou posso ser grato
por ter nascido.
Posso reclamar por ter que ir trabalhar ou agradecer por ter trabalhado.
Posso sentir tédio com o trabalho doméstico ou agradecer a Deus.
Posso lamentar decepções com amigos ou me entusiasmar com a possibilidade de fazer novas
amizades.
Se as coisas não saírem como planejei posso ficar feliz por ter hoje para recomeçar.
O dia está na minha frente esperando para ser o que eu quiser.
E aqui estou eu, o escultor que pode dar forma.
Tudo depende de mim. Só de mim.”*

Charles Chaplin

RESUMO

Foi estudada a fauna de metazoários parasitas de 40 *Osteoglossum bicirrhosum*, capturados nos rios Solimões e Negro, durante os períodos de cheia de 2009 e 2010. Em cada rio foram coletados 20 aruanãs, e o total de 58.016 metazoários foram coletados, 54.654 parasitos de peixes do rio Solimões e 3.362 do rio Negro. Foram encontradas oito espécies de Monogenea: *Gonocleithrum cursitans*; *G. aruanae*; *G. coenoideum*; *G. planacroideum*; *G. planacrus*; *Gonocleithrum* sp.1; *Gonocleithrum* sp.2 e *Gonocleithrum* sp.3 nas brânquias; duas de Digenea, *Caballerotrema aruanense* no intestino e metacercárias no estômago; duas espécies de Nematoda, *Camallanus acaudatus* no intestino e cecos pilóricos e larvas de Anisakidae encistadas no mesentério; um exemplar de Acanthocephala no intestino; uma de Pentastomida, larvas de *Sebekia oxycephala* no mesentério; uma de Copepoda, *Ergasilus* sp. e uma de Branchiura, *Dolops geayi* nas brânquias. As novas espécies de Monogenea, as larvas de Digenea e Anisakidae, os crustáceos e o Acanthocephala são novos registros parasitários para *O. bicirrhosum*. As espécies de Monogenea e as larvas de Anisakidae apresentaram as mais altas prevalências e intensidades e a maioria das espécies centrais. *G. cursitans* e as larvas de Anisakidae foram as espécies dominantes dentro de suas infracomunidades em ambos os rios. O padrão de distribuição das espécies foi o agregado. Houve relação positiva entre a abundância de endoparasitas e o comprimento dos peixes ($r_s = 0.5106823$, $p = 0.00076$). O índice de Shannon mostrou maior diversidade parasitária nos *O. bicirrhosum* do rio Solimões ($H' = 1.6963$), mas a equitabilidade foi maior nos peixes do rio Negro ($J = 0.2918$).

Palavras-chave: *Osteoglossum bicirrhosum*, Monogenea, Digenea, Nematoda, Crustacea.

ABSTRACT

The fauna of metazoan parasites of the silver arowana *Osteoglossum bicirrhosum* was studied from 40 specimens captured in Solimões river and Negro river during high water periods of 2009 and 2010. A total of 20 arowanas was collected in each river, and a total of 58.016 metazoans were collected, being 54.654 parasites of fish from Solimões river and 3.362 from Negro river. The parasites found were: eight species of Monogenea, *Gonocleithrum cursitans*; *G. aruanae*; *G. coenoideum*; *G. planacroideum*; *G. planacrus*; *Gonocleithrum* sp.1; *Gonocleithrum* sp.2 e *Gonocleithrum* sp.3 in the gills; two of Digenea, *Caballerotrema aruanense* and a metacercariae in the intestine and stomach; two of Nematoda, *Camallanus acaudatus* in the intestine and pyloric caeca and Anisakidae larvae encysted in the mesentery; an individual of Acanthocephala in the intestine; one of Pentastomida, *Sebekia oxycephala* larvae in the mesentery; one of Copepoda *Ergasilus* sp. and one of Branchiura *Dolops geayi* in the gills. Monogenea new species, the larvae of Digenea and Anisakidae, crustaceans and Acanthocephala are new records for *O. bicirrhosum*. The species of Monogenea and larvae of Anisakidae had the highest prevalence and intensities and the majority of central species. *Gonocleithrum cursitans* and Anisakidae larvae were the dominant species. The distribution pattern of the species was aggregate. A positive relationship was observed between the abundance of endoparasites and fish length ($r = 0.5106823$, $p = 0.00076$). The Shannon index showed higher parasite diversity in *O. bicirrhosum* from Solimões river ($H' = 1.6963$), but evenness was higher in fish from the Negro river ($J = 0.2918$).

Key-words: *Osteoglossum bicirrhosum*, Monogenea, Digenea, Nematoda, Crustacea.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO -----	1
Relações hospedeiro – parasito -----	2
O hospedeiro <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> (Cuvier, 1829)-----	3
A parasitofauna de <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> -----	5
2. JUSTIFICATIVA -----	7
3. OBJETIVOS -----	8
4. MATERIAL E MÉTODOS -----	9
Áreas de estudo-----	9
Coleta dos peixes-----	10
Necropsia dos peixes -----	11
Coleta, fixação, conservação e identificação dos parasitas -----	12
Análises dos dados-----	14
5. RESULTADOS -----	16
6. DISCUSSÃO -----	29
7. CONCLUSÃO -----	38
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	39

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Espécies parasitas de *Osteoglossum bicirrhosum* capturados no rio Negro, seus descritores quantitativos, locais de fixação e o grau de importância de cada táxon dentro das comunidades parasitárias.....21
- Tabela 2.** Espécies parasitas de *Osteoglossum bicirrhosum* capturados no rio Solimões, seus descritores quantitativos, locais de fixação e o grau de importância de cada táxon dentro das comunidades parasitárias.....22
- Tabela 3.** Valores do Índice de Dispersão (ID), do Índice de Green (IG) e o padrão de distribuição observado nos metazoários parasitos de 20 espécimes de *O. bicirrhosum* coletados no rio Negro durante um período de cheia.....23
- Tabela 4.** Valores do Índice de Dispersão (ID), do Índice de Green (IG) e o padrão de distribuição observado nos metazoários parasitos de 20 espécimes de *Osteoglossum bicirrhosum* coletados no rio Solimões durante um período de cheia.....24
- Tabela 5.** Valores do coeficiente de correlação linear de Spearman (r_s) para avaliar a relação entre o comprimento padrão e a abundância parasitária em 40 espécimes de *Osteoglossum bicirrhosum* coletados nos rios Negro e Solimões.....25
- Tabela 6.** Coeficiente de dominância parasitária determinado para as infracomunidades de ectoparasitos e endoparasitos de *Osteoglossum bicirrhosum* capturados nos rios Negro e Solimões.....27

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Exemplar de *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829).....4
- Figura 2.** Localização dos pontos de coleta nos rios Negro e Solimões. As estrelas indicam os locais onde cada peixe foi capturado.....9
- Figura 3:** Ambiente típico de várzea, no rio Solimões (A), e de igapó, no rio Negro (B) (Pelegrini, 2010 e Zuchi, 2008).....10
- Figura 4.** Monogenea parasitas de *Osteoglossum bicirrhosum*. A) *Gonocleithrum aruanae*; B) *Gonocleithrum cursitans*; C) *Gonocleithrum coenoideum*.....17
- Figura 5.** Monogenea parasitas de *Osteoglossum bicirrhosum*. A) *Gonocleithrum planacroideum*; B) *Gonocleithrum planacrus*.....18
- Figura 6.** Fêmea de *Camallanus acaudatus* grávida, parasito do trato digestório de *Osteoglossum bicirrhosum*.....19
- Figura 7.** Região anterior de Nematoda parasita de *Osteoglossum bicirrhosum*. A) *Camallanus acaudatus* coletado nos cecos pilóricos; B) Larva de Anisakidae presente no mesentério.....19
- Figura 8.** *Caballerotrema aruanense*, um Digenea parasita do trato digestório de *Osteoglossum bicirrhosum*.....20
- Figura 9.** Exemplares juvenis de *Dolops geayi* coletados nas brânquias de *Osteoglossum bicirrhosum*. A) Vista dorsal; B) Vista ventral.....20
- Figura 10:** Diagrama da correlação entre abundância total de endoparasitos e comprimento dos 40 exemplares de *Osteoglossum bicirrhosum* capturados nos rios Negro e Solimões.....25
- Figura 11:** Representação gráfica do índice de diversidade de Shannon para cada comunidade parasitária (peixe) em cada um dos rios amostrados (Solimões e Negro).....26
- Figura 12:** Representação gráfica da equitabilidade entre as espécies parasitas das comunidades parasitárias (peixe) em cada um dos rios amostrados (Solimões e Negro).....27

1. INTRODUÇÃO

Região amazônica e a dinâmica das águas

A região Amazônica compreende uma imensa área de 7,9 milhões de km² dos quais 300.000 são de áreas alagáveis associadas aos grandes rios da bacia. Abriga a maior e mais diversa ictiofauna do planeta, com estimativas variando de 1500 a 6000 espécies e com representantes de praticamente todas as ordens de água doce, desde as formas mais simples até as mais complexas (Goulding, 1980; Reis *et al.*, 2003).

Estes peixes evoluíram em ambientes aquáticos que apresentam diferentes características físico-químicas e que sofrem constantes mudanças, com episódios sazonais e diários de condições extremas. Ao longo do processo de evolução da bacia amazônica, inúmeros processos fisiológicos, bioquímicos e comportamentais surgiram e se mostraram fundamentais para a sobrevivência dos peixes a estas oscilações cíclicas. Na realidade, o ciclo da vazante e da cheia governa a vida e sua evolução na região amazônica uma vez que as oscilações climáticas são mais amenas (Lowe-McConnell, 1999).

Diferenças geológicas e geomorfológicas na região da nascente dos corpos d'água determinam os tipos de água existentes nos rios amazônicos. Os rios de águas brancas, de origem Andina e Pré-Andina (Cretáceo), carregam muitos sedimentos originados de processos erosivos das cabeceiras, sendo estes ricos em nutrientes e sais minerais (Junk, 1989).

Os rios de água preta e os de água clara originam-se em áreas com pouca variação altitudinal e carregam poucos sedimentos, nascem em formações antigas dos maciços pré-cambrianos do Brasil Central e das Guianas, já fortemente erodidas. Porém, a coloração escura nos rios de água preta é ocasionada pela decomposição em ácidos fúlvicos e húmicos do material orgânico produzido pela floresta em terrenos podzólicos (Sioli, 1964; 1984).

A maioria dos rios de grande ou médio porte possui áreas alagáveis adjacentes que, em conjunto com a calha principal, constituem os sistemas denominados rios-planícies de inundação. Este pulso de inundação é responsável pela formação de uma área de transição aquático-terrestre que muda sazonalmente pela ação do somatório das águas das chuvas de toda a área drenada e do degelo anual durante o verão andino. Ao longo do ano ocorrem profundas mudanças no nível da água, criando ambientes bastante dinâmicos e sendo então os seres vivos ali residentes adaptados a estas flutuações (Junk *et al.*, 1989).

De acordo com as limitações e suas necessidades ecológicas, as espécies de peixes estarão distribuídas nos vários ambientes disponíveis na planície de inundação. Algumas ocupam principalmente o canal principal do rio, enquanto outras têm preferência pelos

tributários de tamanho médio, córregos, canais e lagos permanentes e temporários (Oliveira *et al.*, 2001).

A complexidade estrutural dos habitats nas planícies de inundação oferece grande diversidade de abrigos e uma alta disponibilidade de recursos alimentares durante o período da cheia, permitindo que um grande número de espécies animais partilhe e explore, de maneiras distintas, uma mesma área (Junk, 1997; Lowe-McConnell, 1999).

As oscilações do fluxo hidrológico causam alterações na dinâmica populacional na maioria dos seres que ali residem, sendo que as flutuações da fauna autóctone, principalmente nas faunas malacológicas e ictiológicas, terão reflexos diretos na estrutura e composição das espécies de parasitas e, conseqüentemente, em seu ciclo de vida, já que tais organismos atuarão como hospedeiros intermediários e/ou definitivos para a fauna parasitária (Pavanelli *et al.*, 1997).

A maior parte dos ecossistemas não pode ser considerada como uma unidade homogênea (Barger & Esch, 2001). Assim, as comunidades parasitárias de uma mesma espécie hospedeira podem não se comportar da mesma forma em diferentes localidades, podendo haver diferentes graus de similaridade de parasitos entre locais distintos dentro de uma determinada área geográfica e dentro de um mesmo ecossistema (Hartvigsen & Halvorsen, 1994).

Relações hospedeiro – parasito

Os peixes são os vertebrados mais parasitados. Devido à sua longa história evolutiva, são também os substratos vivos com maior tempo de exposição para a adaptação de organismos simbioses. Além disso, as características do ambiente aquático facilitam a propagação, reprodução e complementação do ciclo de vida destes parasitos, o que gera índices elevados de infestação nos peixes (Malta, 1984).

O parasitismo possui um papel central na biologia dos peixes. Os parasitos podem influenciar a reprodução, o comportamento e padrões de migração dos hospedeiros. Além disso, são fundamentais para a regulação das populações e afetam toda a estrutura da comunidade ictiológica (Gordon & Rau, 1982; Garnick & Margolis, 1990). Por conta disso, o estudo da parasitofauna de peixes em ambiente natural é importante, pois permite levantar conhecimentos acerca das patologias que acometem os organismos aquáticos e possibilita o conhecimento de aspectos relativos ao habitat e à biologia de seus hospedeiros (Luque *et al.*, 1996).

Vários grupos de parasitas ocorrem nos peixes amazônicos: Bactérias, Fungos, Sarcocystophora, Apicomplexa, Microspora, Myxosporia, Ciliophora. Monogenea, Digenea, Cestoda (Eucestoda e Cestodaria), Nematoda, Acanthocephala, Arthropoda (Branchiura, Isopoda e Copepoda), Pentastomida, Annelida (Hirudinea) e inclusive outros peixes Osteichthyes (Malta, 1984; 1993; Varela, 1992; Malta & Varela, 1998; Malta *et al.*, 2001; Fischer *et al.*, 2003, Thatcher, 1993; 2006).

A composição da comunidade parasitária presente nos peixes depende de fatores relacionados ao ambiente (qualidade da água, alterações do pH, concentração de amônia, disponibilidade de oxigênio dissolvido, variações na temperatura, nível da água e efeitos da sazonalidade); ao hospedeiro (habitat, comportamento alimentar, fisiologia, idade e sexo); ao parasita (disponibilidade de larvas infectantes, de hospedeiros intermediários e/ou definitivo, da resposta imune do hospedeiro ao estabelecimento da larva e da mortalidade natural dos parasitos) e à história evolutiva da relação entre o peixe e seu parasita (Dogiel, 1970; Takemoto *et al.*, 2004). Quando um ou um conjunto destes fatores estiver em desequilíbrio, pode ocorrer uma enfermidade ao hospedeiro (Roberts, 1978).

A infestação parasitária em peixes está diretamente envolvida com o desenvolvimento, a ecologia e com a cadeia alimentar de seu hospedeiro. Este pode ser contaminado tanto pelo alimento quanto pela própria água, ingerindo a forma parasitária encistada presente no substrato ou no corpo de um hospedeiro intermediário (Olsen, 1974). Alterações no comportamento e hábito alimentar, devido ao aumento do tamanho do peixe, influenciam a diversidade das infracomunidades de parasitos (Esch, 1988). Peixes maiores tendem a ter um aumento na incidência e intensidade de infecção, já que possuem uma maior área corporal para o estabelecimento do parasito e têm um aumento na quantidade de alimento consumido e na diversidade de suas presas, que por sua vez podem ser hospedeiros intermediários de muitos parasitos (Dogiel, 1970).

O hospedeiro *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829)

As espécies atuais da família Osteoglossidae possuem características primitivas, consideradas como relictuais que descendem de antigos grupos de água doce da divisão primária (Lowe-McConnell, 1999). Há somente cinco espécies nessa família, sendo que uma ocorre no sudeste da Ásia, Bornéu e Sumatra, *Scleropages formosus* (Müller & Schlegel, 1844), duas na Austrália e Nova Guiné, *S. jardinii* (Saville-Kent, 1892) e *S. leichardti*

Günther, 1864, e duas na América do Sul, *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829) e *O. ferreirai* Kanazawa, 1966 (Ferraris Jr., 2003; Santos *et al.*, 2006).

A distribuição das espécies neotropicais de Osteoglossidae é distinta. *Osteoglossum ferreirai* ocorre somente na bacia do rio Negro, enquanto que *O. bicirrhosum* ocorre extensamente em toda planície da bacia amazônica no Brasil, e do Orinoco Oriental, na Venezuela, e também nos rios Rupununi e Essequibo nas Guianas (Ferraris Jr, 2003). Não há evidências de que realize longas migrações subindo ou descendo rios (Lima & Prang, 2008).

Os representantes do gênero *Osteoglossum* apresentam corpo muito comprimido lateralmente, escamas grandes e iridescentes, abdômen em forma de quilha e uma grande boca marcadamente oblíqua, com dois pequenos barbilhões na extremidade da mandíbula, que parecem auxiliar na captação de oxigênio dissolvido na camada superior da água (Braun & Bock, 1985). A característica marcante não só para as espécies do gênero, mas para todos os Osteoglossidae é a presença de uma língua óssea e áspera (Ferraris Jr, 2003)

O aruanã-branco *O. bicirrhosum* é um peixe relativamente grande que pode alcançar 1,2m de comprimento e 6kg de peso (Figura 1). Ocorre em áreas de igapó ao longo de cursos de água preta, em rios de água clara e principalmente nas florestas de várzea inundadas no período de cheia ao longo dos rios de água branca (Aragão, 1984; Saint-Paul *et al.*, 2000; Chaves *et al.*, 2005).

É considerado um predador generalista, caracterizado por realizar saltos fora da água para capturar presas em galhos próximos. Tal comportamento permite explorar uma variedade de presas arborícolas, tais como insetos, aracnídeos e pequenos vertebrados. Somente uma pequena parcela da dieta do aruanã é composta por pequenos peixes, vegetais, moluscos e crustáceos, enfatizando a importância ecológica das presas terrestres para esta espécie (Aragão, 1984; 1986; Lowry *et al.*, 2005).



Figura 1. Exemplar de *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829).

Osteoglossum bicirrhosum possui grande importância comercial para alimentação, sendo uma das principais fontes de proteína animal na dieta das populações ribeirinhas (Aragão, 1984; Queiroz, 1999; Chaves *et al.*, 2005) e bastante consumido nos centros urbanos localizados próximos de sua área de ocorrência (Lima & Prang, 2008). É também uma espécie ornamental, principalmente os juvenis, que são comercializados em todo o mundo, embora a legislação brasileira não inclua espécies de interesse comercial para alimentação na lista de espécies disponíveis para exportação (Portaria 28, de 10 de março de 1992, IBAMA). Além disso, é uma espécie de interesse para a pesca desportiva, já que apresenta boa resistência ao pescador e por nadar quase sempre na superfície da água (Nomura, 1977).

O comportamento reprodutivo dos aruanãs apresenta uma estratégia de maximização da eficiência reprodutiva, ocorrendo uma baixa produção de oócitos grandes, compensada pelo fornecimento de cuidado parental paterno, protegendo os filhotes dentro de sua boca. A desova é total, e após a fecundação, o macho carrega a prole (em torno de 140 alevinos) na boca por cerca de quatro a seis semanas, enquanto os filhotes absorvem o saco vitelínico e terminam o desenvolvimento de seus tratos digestivos para que possa se estabelecer a alimentação exógena. O período de desova está relacionado à subida das águas, no início da cheia, em dezembro (Aragão, 1981; Rabello Neto, 1999). O tamanho médio de início da primeira maturação sexual de *O. bicirrhosum* é estimado em 61cm para machos e 56cm para as fêmeas (Cavalcante, 2008; Rabello Neto, 2008).

A parasitofauna de *Osteoglossum bicirrhosum*

Para que ocorra o desenvolvimento e estabelecimento das infecções parasitárias, são necessários vários fatores, inerentes tanto ao hospedeiro quanto ao parasita (Cimerman & Cimerman, 1999). Este é um processo complexo que envolve mais que um simples contato hospedeiro - parasita (Sniesko, 1974). O conhecimento desta interação só é possível quando realizado um estudo destas infracomunidades e calculados os descritores quantitativos entre parasita e hospedeiro (Bush *et al.*, 1997)

Estudos de identificação de organismos que obrigatoriamente utilizam outros como habitat podem fornecer excelentes indicadores de biodiversidade, principalmente considerando parasitos que possuem diferentes hospedeiros em seu ciclo de vida (Hechinger *et al.*, 2007).

Dez espécies de parasitas já foram descritas para o *O. bicirrhosum*. Seis da classe Monogenea: *Gonocleithrum aruanae* Kritsky & Thatcher, 1983; *G. coenoideum* Kritsky &

Thatcher, 1983; *G. cursitans* Kritsky & Thatcher, 1983; *G. planacroideum* Kritsky & Thatcher, 1983; *G. planacrus* Kritsky & Thatcher, 1983 e *Telethecium nasalis* Kritsky, Van Every & Boeger, 1996 (Kritsky & Thatcher, 1983; Kritsky, Van Every & Boeger, 1996). Duas da subclasse Digenea: *Caballerotrema aruanense* Thatcher, 1980 e *C. piscicola* (Stunkard 1960) (Thatcher, 1980); uma do filo Nematoda, *Camallanus acaudatus* Ferraz & Thatcher, 1990 (Ferraz & Thatcher, 1990) e uma de Pentastomida, *Sebekia* sp. (Pelegri *et al.*, 2006).

2. JUSTIFICATIVA

O estudo da taxonomia e da ecologia dos parasitos de peixes contribui para a obtenção de informações inerentes tanto ao hospedeiro quanto ao ambiente em que este está inserido. A presença ou ausência de certas espécies parasitas ou alterações dos níveis de parasitismo previamente conhecidos podem estar relacionados com a dinâmica das bacias hidrológicas, mas também evidenciar modificações em sua integridade ambiental.

A alta biodiversidade nos sistemas rio-planície de inundação, juntamente com a fragilidade desses sistemas, torna seu estudo e preservação uma prioridade. Esta riqueza de espécies que atuam como hospedeiros em potencial faz com que a diversidade parasitária seja exponencialmente elevada. Contudo, estudos relacionados à taxonomia e aos aspectos da ecologia de comunidades e de populações desta fauna são pouco explorados e muitos aspectos ainda precisam ser elucidados.

Dentro dessa perspectiva, descrever adequadamente a fauna parasitária de *O. bicirrhosum* é fundamental para aprimorar o conhecimento das relações entre o hospedeiro e seus parasitos e de ambos com o ambiente. As descrições dos padrões de ocorrência dos parasitos tanto com informações qualitativas quanto quantitativas, em ambientes aquáticos naturais com baixíssimas ações antrópicas e que se encontram relativamente preservados é importante para se ter o conhecimento da fauna natural.

Com este estudo será possível adicionar informações sobre a fauna de parasitos dos *O. bicirrhosum* que habitam as águas brancas e pretas de duas regiões hidrográficas com características distintas, dentro da bacia amazônica.

3. OBJETIVOS

Objetivo geral

Conhecer a diversidade e as relações ecológicas da fauna de metazoários parasitas de *Osteoglossum bicirrhosum* de lagos na região das Anavilhanas no rio Negro e de lagos de várzea do rio Solimões na Amazônia Central, durante um período de águas altas (cheia).

Objetivos específicos

- Caracterizar a estrutura das infracomunidades parasitas de *O. bicirrhosum* coletados nos rios Solimões e Negro;
- Avaliar a similaridade e padrões de ocorrência da fauna de metazoários parasitas do aruanã dos rios Negro e Solimões.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Áreas de estudo

O rio Solimões com suas águas brancas é um dos principais rios amazônicos, com uma extensão de 1.620km entre os municípios de Manaus e Tabatinga, no Estado do Amazonas. Durante o ciclo anual de chuvas formam-se lagos de várzea na planície de inundação. Estas áreas são denominadas de várzeas baixas, influenciadas pelo pulso de inundação na época de cheia, sendo abastecido por lençol freático ou igarapés oriundos da floresta circundante no período da seca. As coletas no rio Solimões foram feitas em lagos de várzea localizados entre as cidades de Manaus e Coari em uma distância aproximada de 400 km ($3^{\circ}17'18''$ - $4^{\circ}11'60''$ S e $60^{\circ}04'42''$ - $63^{\circ}42'23''$ W) (Figura 2 e 3A).

O rio Negro com suas águas negras e ácidas é o maior afluente do rio Amazonas. Sua acidez é resultante da concentração de substâncias húmicas oriundas das regiões de solos podzólicos e da vegetação presente em seus entornos (Figura 2 e 3B).

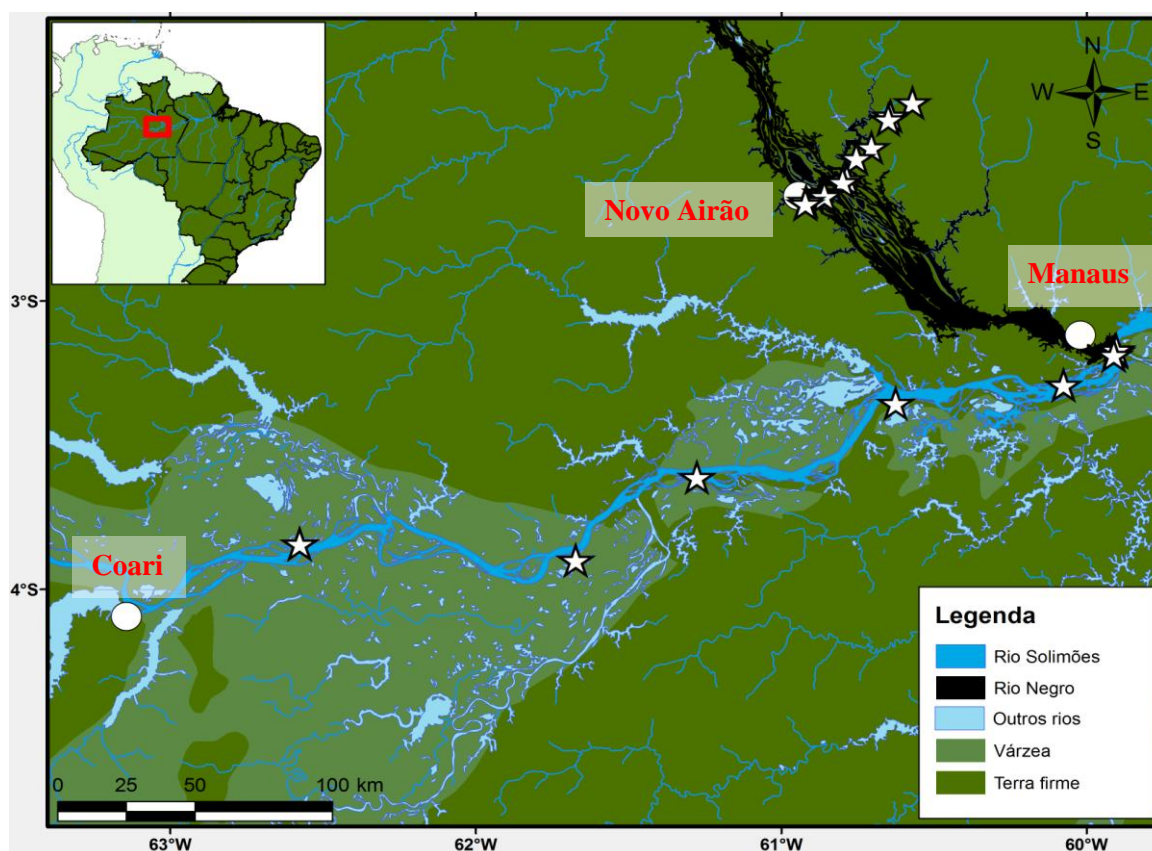


Figura 2. Localização dos pontos de coleta nos rios Negro e Solimões. As estrelas indicam os locais onde cada peixe foi capturado.

No curso inferior forma-se uma baía bocal que dista em média 20 km entre as duas margens. Nesse ponto o rio apresenta duas calhas, uma em sua margem direita e outra em sua margem esquerda, o que contribui para uma colmatação mais acentuada na porção mediana, onde se forma o Arquipélago das Anavilhanas (Radambrasil, 1978).

O arquipélago é composto por cerca de 300 ilhas, muitos paranás e lagos, medindo 90 km de extensão e 12,5km de largura em seu ponto maior. Está situado entre os municípios de Manaus e Novo Airão, em um intervalo de 100km (02° 03' - 03°02'S e 60° 22' - 61°12'W) (Radambrasil, 1978). As ilhas são formadas predominantemente por sedimentos de argila e silte provenientes do rio Branco que floculam ao entrar em contato com as águas ácidas do rio Negro (Leenheer & Santos, 1980; Filoso *et al.*, 1999; Filoso & Williams, 2000).



Figura 3: Ambiente típico de várzea, no rio Solimões (A), e de igapó, no rio Negro (B) (Pelegrini, 2010 e Zuchi, 2008).

Coleta dos peixes

Os exemplares de *O. bicirrhosum* foram coletados nos lagos de várzea formados no rio Solimões e nas áreas inundadas de igapó do rio Negro. Foram coletados 20 peixes em cada rio, totalizando 40 exemplares, durante o período de águas altas (junho-agosto), nos anos de 2009 e 2010. Os pontos onde foram realizadas as coletas foram gravados em um GPS (Sistema de Posicionamento Global) Garmin e-Trex.

A captura dos *O. bicirrhosum* no rio Solimões foram realizadas em parceria com o grupo de pesquisa da ictiofauna do projeto PIATAM (Inteligência Socioambiental Estratégica da Indústria do Petróleo na Amazônia), utilizando-se redes de espera, dispostas aleatoriamente

nos lagos não obedecendo a um padrão quanto ao local amostrado (margens, água aberta, pausadas, vegetação flutuante). As redes possuíam dimensões de 20m de comprimento por 2m de altura e os tamanhos das malhas foram de 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100 mm entre nós adjacentes. Já no rio Negro as coletas foram realizadas com arpão ou zagaia, com auxílio dos pescadores locais.

Necropsia dos peixes

Imediatamente após a captura dos peixes foram examinadas a superfície do corpo, base das nadadeiras, e as cavidades branquial, bucal e anal à procura de ectoparasitos. Os organismos encontrados foram coletados, fixados e conservados de acordo com a metodologia específica para cada grupo.

Todas as necropsias foram realizadas em campo, e todos os órgãos foram analisados durante as expedições de coleta, com exceção das brânquias e dos estômagos, que foram conservados em formol 5% e 10%, respectivamente, para análise em laboratório.

Para cada peixe foi elaborada uma ficha de necropsia onde todos os dados referentes ao hospedeiro foram registrados, inclusive o número de parasitos e seu respectivo local de fixação.

As necropsias foram feitas de acordo com a metodologia do Laboratório de Patologia e Parasitologia de Peixes do INPA (Morais *et al.*, 2009), iniciando-se com um exame de fora para dentro, observando os tecidos externos e gradualmente avançando para os mais internos.

Foram examinadas macroscopicamente as superfícies externas dos peixes (cavidades bucal e branquial, pele, nadadeiras, olhos e ânus) à procura de lesões, úlceras, hemorragias subcutâneas, escamas levantadas ou perdidas, pústulas, cistos, formações nodulares volumosas e descolorações. A região perianal foi observada à procura de áreas vermelhas incomuns e prolapsos do intestino.

Em campo, logo após a morte, foi feito um raspado de pele com auxílio de bisturi e o muco retirado foi colocado sobre uma gota de água destilada, entre lâmina e lamínula e levado ao microscópio ótico à procura de ectoparasitos.

O exame das fossas nasais foi realizado conforme Varella (1992), utilizando-se uma tesoura de ponta fina, onde foram removidas as fossas nasais e colocadas em placas de Petri. A cavidade nasal foi lavada com água destilada, retirando-se a roseta, colocada em uma placa de Petri com água destilada e lavada várias vezes com auxílio de uma pisseta. Cada dobra foi examinada em microscópio estereoscópio, com o auxílio de finos estiletes.

Em laboratório, as brânquias e os opérculos foram observados e cada arco branquial foi individualizado, colocados em placas de Petri e recobertos com água e levados ao microscópio estereoscópio. Cada um dos filamentos branquiais foi observado, com o auxílio de finos estiletes, à procura de parasitos, descolorações, camadas de muco e outras anormalidades

Os olhos foram removidos e colocados em placa de Petri com água destilada. Da câmara interna foram removidos as lentes e o humor, e cada componente do olho foi examinado separadamente.

A seguir, foi realizada a abertura da cavidade abdominal. Os órgãos internos foram examinados macroscopicamente, analisando-se a cor, tamanho, presença de anormalidades externas (principalmente no fígado, coração, rins e baço) e de gordura. Cada órgão após ser retirado, foi colocado em uma placa de Petri e coberto com água destilada. Foram abertos com o auxílio de finas tesouras e estiletes e examinados sob microscópio estereoscópio.

Os parasitos encontrados foram coletados, fixados, conservados, etiquetados e em seguida foram identificados, de acordo com a metodologia específica para cada grupo (Malta, 1982; 1983; Malta & Varella, 1983; 1996; 2000; Amato *et al.*, 1991; Moravec, 1998; Thatcher, 1993; 2006; Eiras *et al.*, 2006).

As amostras de todas as espécies de metazoários parasitos utilizadas neste trabalho foram depositadas na Coleção de Invertebrados do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, em Manaus.

Coleta, fixação, conservação e identificação dos parasitos

As brânquias foram retiradas inteiras, colocadas em recipiente de vidro com tampa com formol 1:4000 por no mínimo 2 horas e agitadas fortemente a cada 15 minutos para soltar os Monogenea dos filamentos branquiais e os manterem com o corpo estendido para fixação. Os arcos branquiais foram individualizados e examinados sob estereomicroscópio. Os ectoparasitos encontrados foram coletados, contabilizados, fixados e conservados em formol 5% (Monogenea) ou álcool a 70% glicerinado (Crustacea) (Kritsky & Thatcher, 1983; Amato *et al.*, 1991; Thatcher, 2006).

Foram feitas lâminas permanentes de Monogenea para a identificação dos exemplares através do estudo das partes esclerotizadas (ganchos, âncoras, barras do haptor e complexo copulatório) utilizando o meio de Hoyer (Kritsky & Thatcher, 1983; Amato *et al.*, 1991; Thatcher, 2006).

Os crustáceos da classe Branchiura foram montados em lâminas temporárias de glicerina, ou ácido láctico (Malta, 1982). De alguns exemplares de Branchiura e de todos os Copepoda foram feitas lâminas permanentes utilizando o método Eosina e Orange-G. Os espécimens foram colocados em solução corante por 3 a 10 minutos (partes iguais dos corantes Eosina e Orange-G dissolvidos em álcool 95%). A seguir foram transferidos para fenol puro para diafanizar, desidratar e descolorir e colocados em salicilato de metila para interromper o processo de descoloração. As lâminas foram montadas em bálsamo do Canadá e colocados em estufa a 56°C (Malta, 1993; Malta & Varella, 1996; 1998).

Os endoparasitos foram coletados por meio da verificação da cavidade abdominal, que foi aberta utilizando uma tesoura fina, e cada órgão foi analisado separadamente sob estereomicroscópio.

Os cistos de Digenea, Nematoda e Pentastomida encontrados foram rompidos para a liberação e coleta dos parasitos. Como a maioria dos parasitos em estágio larval já se encontrava morta, não foi possível realizar os procedimentos adequados para morte destes após a liberação dos cistos.

Os exemplares adultos de Digenea foram coletados com pincel ou finos estiletos, comprimidos entre lâmina e lamínula sob pequeno peso em uma placa de Petri funda com AFA (93 partes de etanol 70%, 5 partes de formol e 2 partes de ácido acético glacial) a frio e conservados em AFA. As lâminas permanentes foram preparadas com o método de carmim clorídrico alcoólico através do processo regressivo. Iniciou-se o processo com álcool 70% e em seguida os espécimes foram colocados em Carmim, permanecendo por tempo variável de acordo com o tamanho do Digenea. Após a coloração o espécime passou por uma série de álcool (70%, 80%, 90% e 100%) para completa desidratação. A seguir foram transferidos para o fenol para diafanizar e ao creosoto de faixa para clarificar. As lâminas foram montadas em bálsamo do Canadá, cobertas por lamínulas e transferidas para estufa a 56°C para secagem (Amato *et al.*, 1991; Eiras *et al.*, 2006).

Para a coleta de Acanthocephala, foram utilizados pincéis finos, estiletos e pinças, com o cuidado para não romper a probóscide. Foram fixados e conservados em AFA e clarificados em glicerina (Amato *et al.*, 1991; Thatcher, 2006; Eiras *et al.*, 2006). A montagem em lâmina permanente não foi realizada pois o exemplar encontrado estava bastante danificado.

Os exemplares de Nematoda (larvas e adultos) foram coletados com estiletos e sua fixação foi feita utilizando-se formol 4% aquecido. Após isto, os parasitos foram transferidos

para etanol 70% para conservação. Para clarificação dos nematóides foi utilizado fenol puro ou solução a 50% (fenol + etanol 70%), dependendo do espécime. As lâminas foram montadas com bálsamo do Canadá (Amato *et al.*, 1991; Moravec, 1998; Thatcher, 2006; Eiras *et al.*, 2006).

A identificação das espécies foi realizada com o auxílio de bibliografia específica para cada grupo, com chaves de identificação, comparação com holótipos e parátipos, e também com envio de amostras para especialistas em cada táxon.

Análises dos dados

Os termos comunidade componente e infracomunidade foram utilizados conforme Bush & Holmes (1986) e Bush *et al.* (1997). Os descritores das comunidades de parasitos adotados foram riqueza, número de indivíduos, diversidade e dominância. Para todos os exemplares coletados foram calculados os índices parasitários e realizadas análises estatísticas com o objetivo de caracterizar a comunidade parasitária e verificar se há diferenças entre os locais de coleta (rios Negro e Solimões).

Para análise quantitativa dos parasitos encontrados foram utilizados os seguintes índices parasitários, segundo Bush *et al.* (1997):

- *Prevalência*: número de hospedeiros infectados por uma determinada espécie de parasita, dividido pelo número de peixes examinados, multiplicado por 100, sendo o resultado expresso em porcentagem.
- *Intensidade* (de infestação): número de parasitos de uma determinada espécie em um único hospedeiro.
- *Intensidade média*: número total de parasitos de uma determinada espécie dividido pelo número de hospedeiros parasitados na amostra por esta espécie.
- *Abundância média*: número total de parasitos de uma determinada espécie na amostra dividido pelo número total de hospedeiros analisados.

O status comunitário ou grau de importância dos táxons dentro das comunidades parasitárias foi classificado de acordo com Caswell (1978) e Hanski (1982) citados por Bush & Holmes (1986) em: espécies centrais (presentes em mais de dois terços dos hospedeiros); espécies secundárias (em um a dois terços do hospedeiro); espécies satélites (em menos de um terço do hospedeiro).

Para avaliar o padrão de dispersão das espécies parasitas nos hospedeiros amostrados em cada rio foi utilizado o Índice de Dispersão (ID). Quando este quociente de uma

determinada espécie apresentou valores maiores do que um, esta apresentava distribuição agregada. Se fossem iguais a um, a distribuição das espécies seria aleatória e menor do que um, seria uniforme (Leung, 1998). Já o Índice de Green (IG) foi utilizado para medir o grau de agregação das espécies, que variou de 0 (ao acaso) a 1 (agregação máxima) (Ludwig & Reynolds, 1988).

O coeficiente de correlação linear por postos de Spearman (r_s) foi utilizado para verificar correlações entre o comprimento padrão do hospedeiro e a abundância de parasitos (Zar, 1996).

O Índice de Similaridade de Jaccard ou Coeficiente de Jaccard (J) (relação entre o número de espécies comuns e o número total de espécies identificadas em cada local) foi utilizado para verificar o grau de similaridade entre as espécies de metazoários parasitos dos aruanãs coletados em cada rio (Magurran, 1988).

O índice de diversidade de Shannon (H') foi calculado para cada peixe. Em seguida, foram calculadas as médias de H' para cada grupo, ou seja, diversidade parasitária nos peixes do rio Negro e do rio Solimões. Para verificar como estas espécies estão distribuídas em cada comunidade (peixe), foi calculada a equitabilidade (J) em cada peixe, e em seguida, a média para cada grupo (rio).

Para verificar a existência de táxons ou espécies dominantes nas comunidades e em cada infracomunidade (ectoparasitos ou endoparasitos), foi calculado o coeficiente de dominância de Berger-Parker (May, 1975), que expressa a relação entre o número de indivíduos de uma determinada espécie e o número de indivíduos de todas as espécies encontradas vezes cem, e o resultado é expresso em porcentagem.

O teste de Mantel foi realizado para verificar autocorrelação espacial, havendo ou não associação significativa entre distância geográfica e estrutura parasitária em cada hospedeiro, ou seja, se indivíduos mais próximos espacialmente apresentam composição de espécies mais semelhante.

As análises dos dados foram realizadas com o auxílio do software estatístico R e do pacote estatístico BioEstat[®] 5.0 (R Development Core Team, 2008; Ayres *et al.*, 2007). Para a elaboração do mapa dos pontos de coleta, foi utilizado o software ArcGis 9.3.

Os resultados das análises estatísticas foram considerados significativos quando $p \leq 0,05$.

5. RESULTADOS

Caracterização das infracomunidades parasitárias de *Osteoglossum bicirrhosum*

Foram analisados 40 exemplares de *O. bicirrhosum*. Os 20 peixes do rio Negro tinham, em média, $42,9\text{cm} \pm 11,38$ de comprimento padrão e $674,08\text{g} \pm 440,06$ de peso. Os 20 do rio Solimões tinham em média $43,5\text{cm} \pm 6,84$ de comprimento padrão e de $634,85\text{g} \pm 238,92$ de peso médio. Todos os peixes eram adultos, e a maioria eram fêmeas (13 do rio Negro e 17 do rio Solimões).

O total de parasitos encontrados foi de 58.016 indivíduos, sendo 54.654 dos *O. bicirrhosum* do rio Solimões (94,2%) e 3.362 do rio Negro (5,8%). Em ambos os rios foi reportada a presença de ectoparasitos e de endoparasitos. Todos os exemplares de *O. bicirrhosum* estavam parasitados por pelo menos cinco espécies, em estágio larval ou adulto. Os táxons mais representativos foram os Monogenea e os Nematoda.

Nos *O. bicirrhosum* capturados no rio Negro foram identificadas 12 espécies parasitas. Seis de Monogenea parasitando as brânquias: *Gonocleithrum cursitans* Kritsky & Thatcher, 1983; *G. aruanae* Kritsky & Thatcher, 1983; *G. coenoideum* Kritsky & Thatcher, 1983; *G. planacroideum* Kritsky & Thatcher, 1983; *G. planacrus* Kritsky & Thatcher, 1983 (Figuras 4 e 5) e *Gonocleithrum* sp.1 (Tabela 1).

Uma espécie de Digenea, sob forma de metacercárias livres, parasitavam os estômagos de *O. bicirrhosum*, e não puderam ser identificadas devido à problemas na fixação dos estômagos. Uma espécie, com um único exemplar, do filo Acanthocephala também parasitava o estômago. Este é o primeiro registro de um acantocéfalo em *O. bicirrhosum*, porém não foi possível a identificação da espécie.

Duas espécies de Nematoda, *Camallanus acaudatus* Ferraz & Thatcher, 1990, parasitando o estômago, os cecos pilóricos e o intestino (Figura 6 e 7A) e larvas de Anisakidae encistadas na membrana do mesentério e na parede do estômago (Figura 7B). Este representa o primeiro registro de anisacídeos parasitando *O. bicirrhosum* (Tabela 1).

Duas espécies de Arthropoda, larvas de Pentastomida, *Sebekia oxycephala* (Diesing) Sambon, 1922 encistadas no mesentério de um hospedeiro e *Ergasilus* sp. (Copepoda) parasitando as brânquias de *O. bicirrhosum*. Este representa o primeiro registro de Copepoda em *O. bicirrhosum* (Tabela 1).

Nos *O. bicirrhosum* capturados no rio Solimões foram identificados 13 espécies: oito de Monogenea parasitando as brânquias: *G. cursitans*; *G. aruanae*; *G. coenoideum*; *G. planacroideum*; *G. planacrus*; *Gonocleithrum* sp.1 (a mesma encontrada no rio Negro); *Gonocleithrum* sp.2 e *Gonocleithrum* sp.3. Estes parasitos foram responsáveis pela elevada abundância parasitária encontrada nos hospedeiros deste rio.

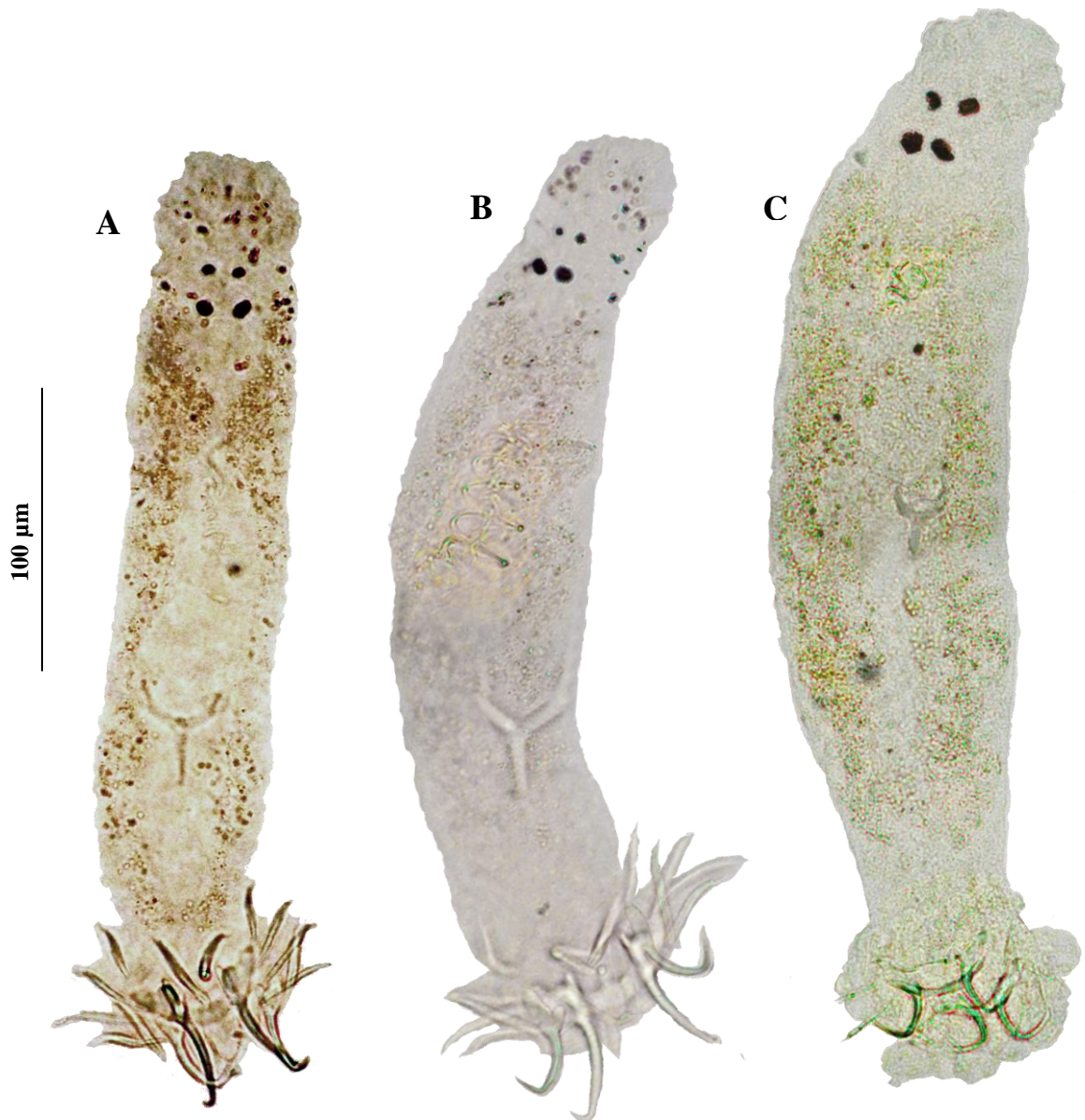


Figura 4. Monogenea parasitas de *Osteoglossum bicirrhosum*. A) *Gonocleithrum aruanae*; B) *Gonocleithrum cursitans*; C) *Gonocleithrum coenoideum*.

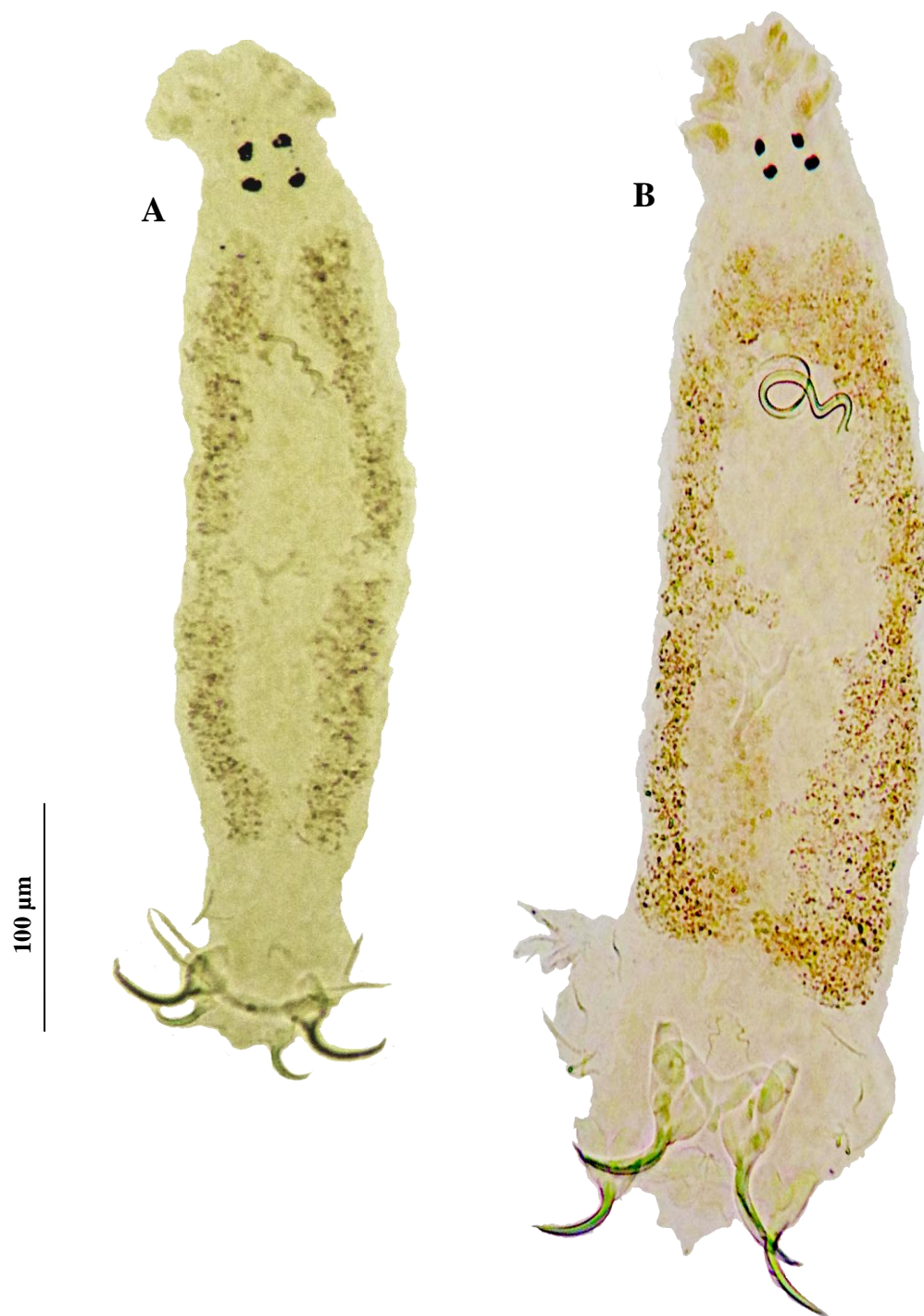


Figura 5. Monogenea parasitas de *Osteoglossum bicirrhosum*. A) *Gonocleithrum planacroideum*; B) *Gonocleithrum planacrus*.

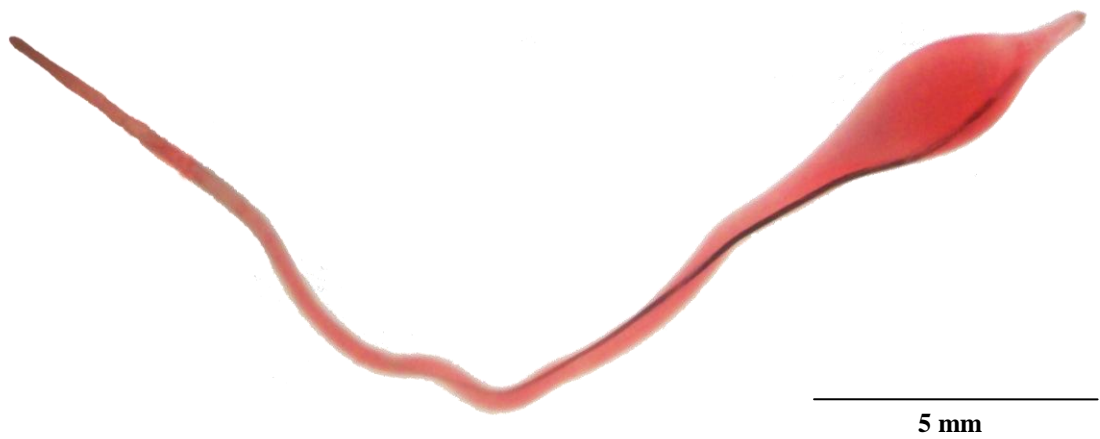


Figura 6. Fêmea de *Camallanus acaudatus* grávida, parasito do trato digestório de *Osteoglossum bicirrhosum*.



Figura 7. Região anterior de Nematoda parasita de *Osteoglossum bicirrhosum*. A) *Camallanus acaudatus* coletado nos cecos pilóricos; B) Larva de Anisakidae presente no mesentério.

Duas espécies de Digenea, *Caballerotrema aruanense* Thatcher, 1980, parasitando o estômago, os cecos pilóricos e o intestino (Figura 8) e metacercárias livres no estômago. Duas de Nematoda, *Camallanus acaudatus* Ferraz & Thatcher, 1990 parasitando o estômago, os cecos pilóricos e o intestino; e larvas de Anisakidae encistadas na membrana do mesentério e na parede do estômago. Uma espécie de Arthropoda, *Dolops geayi* Bouvier, 1897, foi encontrada parasitando as brânquias dos hospedeiros. Este é o primeiro registro de uma espécie de Branchiura parasitando *O. bicirrhosum* (Figura 9).



Figura 8. *Caballerotrema aruanense*, um Digenea parasita do trato digestório de *Osteoglossum bicirrhosum*.



Figura 9. Exemplos juvenis de *Dolops geayi* coletados nas brânquias de *Osteoglossum bicirrhosum*. A) Vista dorsal; B) Vista ventral.

Em geral, em ambos os rios os ectoparasitos foram mais prevalentes que os endoparasitos. As espécies de Monogenea parasitavam todos os *O. bicirrhosum* examinados. *Gonocleithrum cursitans* e *G. aruanae* foram espécies altamente frequentes, as mais abundantes e apresentaram prevalência de 100% nos peixes dos dois rios (Tabelas 1 e 2).

Nos *O. bicirrhosum* capturados no rio Negro as larvas de Anisakidae do mesentério apresentaram prevalência de 100% e intensidade média de 50 larvas por peixe (Tabela 1).

Tabela 1. Espécies parasitas de *Osteoglossum bicirrhosum* capturados no rio Negro, seus descritores quantitativos, locais de fixação e o grau de importância de cada táxon dentro das comunidades parasitárias (n total = 20 peixes).

	PP	NP	Local de infecção	P %	AV	IM	AM	Status comunitário
Monogenea								
<i>Gonocleithrum cursitans</i>	20	1131	Brânquias	100	8 – 134	56,55	56,55(±37,11)	Central
<i>Gonocleithrum aruanae</i>	20	404	Brânquias	100	3 – 137	20,2	20,2(±10,54)	Central
<i>Gonocleithrum.coenoideum</i>	19	227	Brânquias	95	2 – 30	11,95	11,35(±8,14)	Central
<i>Gonocleithrum. planacroideum</i>	11	120	Brânquias	55	2 – 42	10,9	6(±10,23)	Secundária
<i>Gonocleithrum planacrus</i>	3	17	Brânquias	15	2 – 11	5,66	0,85(±2,58)	Satélite
<i>Gonocleithrum</i> sp.1	17	424	Brânquias	85	4 - 82	24,94	21,2(±21,9)	Central
Digenea								
Metacercária não identificada	5	7	Estômago	25	1 - 2	1,4	0,35(±0,67)	Satélite
Acanthocephala								
Adulto não identificado	1	1	Estômago	5	-	1	0,05(±0,22)	Satélite
Nematoda								
<i>Camallanus acaudatus</i>	1	2	Estômago	5	-	2	0,1(±0,4)	Satélite
			Cecos					
	1	1	pilóricos	5	-	1	0,05(±0,22)	Satélite
Larvas de Anisakidae	5	5	Intestino	25	-	1	0,25(±0,44)	Satélite
	3	14	Estômago	15	2 - 10	4,66	0,7(±2,27)	Satélite
	20	999	Mesentério	100	6 - 175	49,95	49,95(±44,68)	Central
Copepoda								
<i>Ergasilus</i> sp.	3	5	Brânquias	15	1 - 2	1,66	0,25(±0,64)	Satélite
Pentastomida								
<i>Sebekia oxycephala</i>	1	5	Mesentério	5	-	5	0,25(±1,12)	Satélite

PP = número de peixes parasitados; NP = número de parasitos coletados; P % = prevalência; AV = Amplitude de variação; IM = intensidade média; AM = abundância média com desvio padrão.

Nos peixes do rio Solimões a prevalência foi de 100% para todas as espécies de Monogenea, exceto *G. planacrus* que foi de 50%. As intensidades médias foram bastante elevadas e variou de 94,75 para *Gonocleithrum* sp.1 a 692,4 para *G. cursitans* (Tabela 2).

Quanto ao status comunitário das espécies parasitas de *O. bicirrhosum* capturados no rio Negro, as espécies centrais foram os Monogenea: *G. cursitans*; *G. aruanae*; *G. coenoideum*; *Gonocleithrum* sp.1 e as larvas de Anisakidae do mesentério. Somente *G. planacroideum* foi considerada secundária e todas as espécies restantes foram consideradas satélites (Tabelas 1 e 2).

Tabela 2. Espécies parasitas de *Osteoglossum bicirrhosum* capturados no rio Solimões, seus descritores quantitativos, locais de fixação e o grau de importância de cada táxon dentro das comunidades parasitárias (n total = 20 peixes).

	PP	NP	Local de infecção	P %	AV	IM	AM	Status comunitário
Monogenea								
<i>Gonocleithrum cursitans</i>	20	13848	Brânquias	100	21 – 2975	692,4	692,4(±868,25)	Central
<i>Gonocleithrum aruanae</i>	20	9075	Brânquias	100	5 – 2273	453,75	453,75(±585,57)	Central
<i>Gonocleithrum coenoideum</i>	20	10652	Brânquias	100	46 – 2256	532,6	532,6(±519,21)	Central
<i>Gonocleithrum planacroideum</i>	20	2699	Brânquias	100	18 – 377	134,95	134,95(±109,06)	Central
<i>Gonocleithrum planacrus</i>	10	569	Brânquias	50	21 – 136	56,9	28,45(±39,71)	Secundária
<i>Gonocleithrum</i> sp.1	20	1895	Brânquias	100	5 – 562	94,75	94,75(±146,87)	Central
<i>Gonocleithrum</i> sp.2	20	11743	Brânquias	100	26 – 1160	587,15	587,15(±298,54)	Central
<i>Gonocleithrum</i> sp.3	20	3709	Brânquias	100	25 – 1086	185,45	185,45(±227,99)	Central
Digenea								
<i>Caballerotrema aruanense</i>	1	4	Estômago	5	-	4	0,2(±0,89)	Satélite
	16	100	Cecos pilóricos	80	1 – 19	6,25	5(±5,81)	Central
	18	112	Intestino	90	1 – 22	6,22	5,6(±5,9)	Central
Metacercária não identificada	4	4	Estômago	20	-	1	0,2(±0,41)	Satélite
Nematoda								
<i>Camallanus acaudatus</i>	2	4	Estômago	10	1 – 3	2	0,2(±0,69)	Satélite
	2	4	Cecos pilóricos	10	-	2	0,2(±0,61)	Satélite
	3	9	Intestino	15	1 – 7	3	0,45(±1,57)	Satélite
Larvas de Anisakidae	2	3	Estômago	10	1 – 2	1,5	0,15(±0,49)	Satélite
	17	218	Mesentério	85	1 – 87	12,82	10,9(±21,3)	Central
Branchiura								
<i>Dolops gayi</i>	3	6	Brânquias	15	1 – 4	2	0,3(±0,92)	Satélite

PP = número de peixes parasitados; NP = número de parasitos coletados; P % = prevalência; AV = Amplitude de variação; IM = intensidade média; AM = abundância média com desvio padrão.

Em relação aos parasitos dos peixes do rio Solimões, *G. cursitans*; *G. aruanae*; *G. coenoideum*; *G. planacroideum*; *Gonocleithrum* sp.1; *Gonocleithrum* sp.2; *Gonocleithrum* sp.3 e o Digenea *C. aruanense* (coletados nos cecos e intestinos) foram as espécies centrais. *G. planacrus* foi considerada como uma espécie secundária e todas as demais como satélites (Tabelas 1 e 2).

Conforme o índice de dispersão, todos os metazoários parasitas coletados nos *O. bicirrhosum* do rio Negro apresentaram um padrão de distribuição agregado, com grau de agregação máximo para *S. oxycephala*. O índice de Green mostrou um alto nível de agregação para *G. planacrus* (IG = 0,4272) (Tabela 3).

Tabela 3. Valores do Índice de Dispersão (ID), do Índice de Green (IG) e o padrão de distribuição observado nos metazoários parasitos de 20 espécimes de *O. bicirrhosum* coletados no rio Negro durante um período de cheia.

	ID	IG	Tipo de distribuição
Monogenea			
<i>Gonocleithrum cursitans</i>	24,353	0,0206	Agregada
<i>Gonocleithrum aruanae</i>	5,485	0,0111	Agregada
<i>Gonocleithrum coenoideum</i>	5,845	0,0214	Agregada
<i>Gonocleithrum planacroideum</i>	17,456	0,1382	Agregada
<i>Gonocleithrum planacrus</i>	7,836	0,4272	Agregada
<i>Gonocleithrum</i> sp.1	22,629	0,0511	Agregada
Digenea			
Metacercária não identificada	1,285	0,0475	Agregada
Acanthocephala			
Adulto não identificado	--	--	--
Nematoda			
<i>Camallanus acaudatus</i>	1,158	0,0225	Agregada
Larvas de Anisakidae	38,662	0,0372	Agregada
Copepoda			
<i>Ergasilus</i> sp.n.	1,632	0,158	Agregada
Pentastomida			
<i>Sebekia oxycephala</i>	5	1	Agregada ao máximo

Quanto ao índice de dispersão dos *O. bicirrhosum* do rio Solimões, o padrão agregado de distribuição foi encontrado para todos os parasitos, exceto para as larvas de Digenea, cujo padrão foi considerado uniforme (ID = 0,842; IG = - 0,0526). O índice de Green mostrou um alto nível de agregação para *G. planacrus* (IG = 0,9742), *C. acaudatus* (IG = 0,2646) e *D. geayi* (IG = 0,3684) (Tabela 4).

Tabela 4. Valores do Índice de Dispersão (ID), do Índice de Green (IG) e o padrão de distribuição observado nos metazoários parasitos de 20 espécimes de *Osteoglossum bicirrhosum* coletados no rio Solimões durante um período de cheia.

	ID	IG	Tipo de distribuição
Monogenea			
<i>Gonocleithrum cursitans</i>	1088,775	0,0785	Agregada
<i>Gonocleithrum aruanae</i>	755,698	0,0832	Agregada
<i>Gonocleithrum coenoideum</i>	506,156	0,0474	Agregada
<i>Gonocleithrum planacroideum</i>	88,141	0,0323	Agregada
<i>Gonocleithrum planacrus</i>	554,378	0,9742	Agregada
<i>Gonocleithrum</i> sp.1	227,659	0,1196	Agregada
<i>Gonocleithrum</i> sp.2	151,798	0,0128	Agregada
<i>Gonocleithrum</i> sp.3	280,285	0,0753	Agregada
Digenea			
<i>Caballerotrema aruanense</i>	6,769	0,0268	Agregada
Metacercária não identificada	0,842	- 0,0526	Uniforme
Nematoda			
<i>Camallanus acaudatus</i>	5,235	0,2646	Agregada
Larvas de Anisakidae	41,862	0,1857	Agregada
Branchiura			
<i>Dolops geayi</i>	2,842	0,3684	Agregada

A correlação de Spearman foi feita entre os comprimentos dos hospedeiros e a abundância de cada espécie de parasito, bem como a abundância das infracomunidades de ectoparasitos e endoparasitos conjuntamente. Foi realizada entre os hospedeiros de cada rio separadamente, e em seguida, com todos os 40 hospedeiros analisados. Verificou-se uma relação positiva e significativa apenas entre comprimento dos hospedeiros e larvas de Anisakidae ($r_s = 0,3833$, $p = 0,0146$) (Tabela 5), e entre comprimento e abundância de endoparasitos nos aruanãs dos dois rios conjuntamente ($r_s = 0,5106823$, $p = 0,00076$).

Portanto, conforme aumenta o comprimento destes peixes, conseqüentemente aumenta a abundância de seus endoparasitos (Figura 10).

Tabela 5. Valores do coeficiente de correlação linear de Spearman (rs) para avaliar a relação entre o comprimento padrão e a abundância parasitária em 40 espécimes de *Osteoglossum bicirrhosum* coletados nos rios Negro e Solimões.

	<i>rs</i>	<i>P</i>
<i>Gonocleithrum cursitans</i>	0,2111	0,1908
<i>Gonocleithrum aruanae</i>	0,0696	0,6695
<i>Gonocleithrum.coenoideum</i>	0,072	0,6587
<i>Gonocleithrum. planacroideum</i>	0,2026	0,2098
<i>Gonocleithrum planacrus</i>	-0,1277	0,4324
<i>Gonocleithrum</i> sp.1	0,0577	0,7237
<i>Gonocleithrum</i> sp.2	0,0554	0,7343
<i>Gonocleithrum</i> sp.3	0,0927	0,5696
<i>Caballerotrema aruanense</i>	0,0384	0,8139
Larva Digenea	0,0092	0,9553
<i>Camallanus acaudatus</i>	0,0992	0,5423
Larva Anisakidae	0,3833	0,0146*

* valores significativos $p < 0,05$.

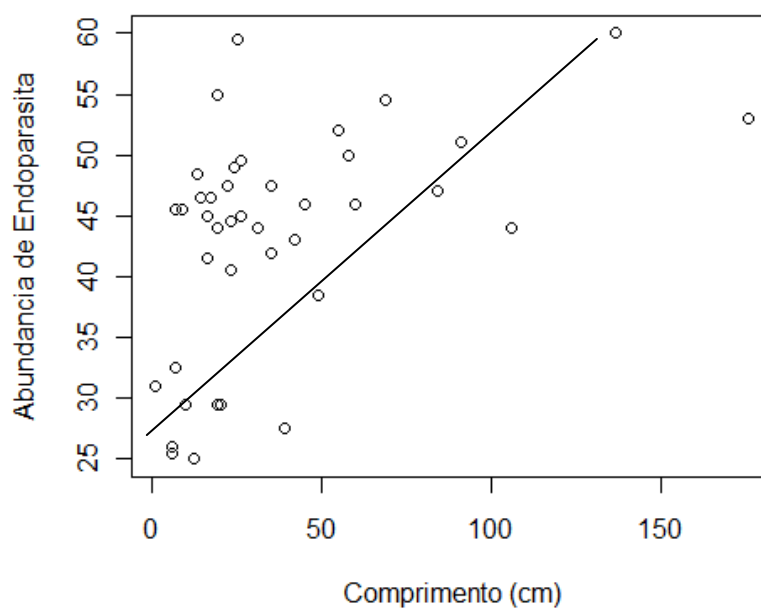


Figura 10: Diagrama da correlação entre abundância total de endoparasitos e comprimento dos 40 exemplares de *Osteoglossum bicirrhosum* capturados nos rios Negro e Solimões.

O índice de similaridade de Jaccard, realizado entre as comunidades de parasitos dos aruanãs dos dois rios amostrados, mostrou que estes corpos d'água apresentaram uma similaridade parasitária de 56,25%.

O índice de diversidade de Shannon para os peixes do rio Solimões foi maior ($H' = 1,6963$) do que para os peixes do rio Negro ($H' = 1,4335$), indicando haver uma diversidade parasitária maior nas comunidades provenientes das águas brancas. Porém, a equitabilidade, que realiza uma comparação entre esta diversidade e a maneira de como estas espécies estão distribuídas nos hospedeiros, foi maior nos *O. bicirrhosum* do rio Negro ($J = 0,2918$) do que os do rio Solimões ($J = 0,2273$). Ou seja, embora haja um menor número de espécies parasitas entre os *O. bicirrhosum* do rio Negro, as abundâncias destas espécies estão mais próximas em relação às comunidades parasitárias dos aruanãs do rio Solimões (Figuras 11 e 12).

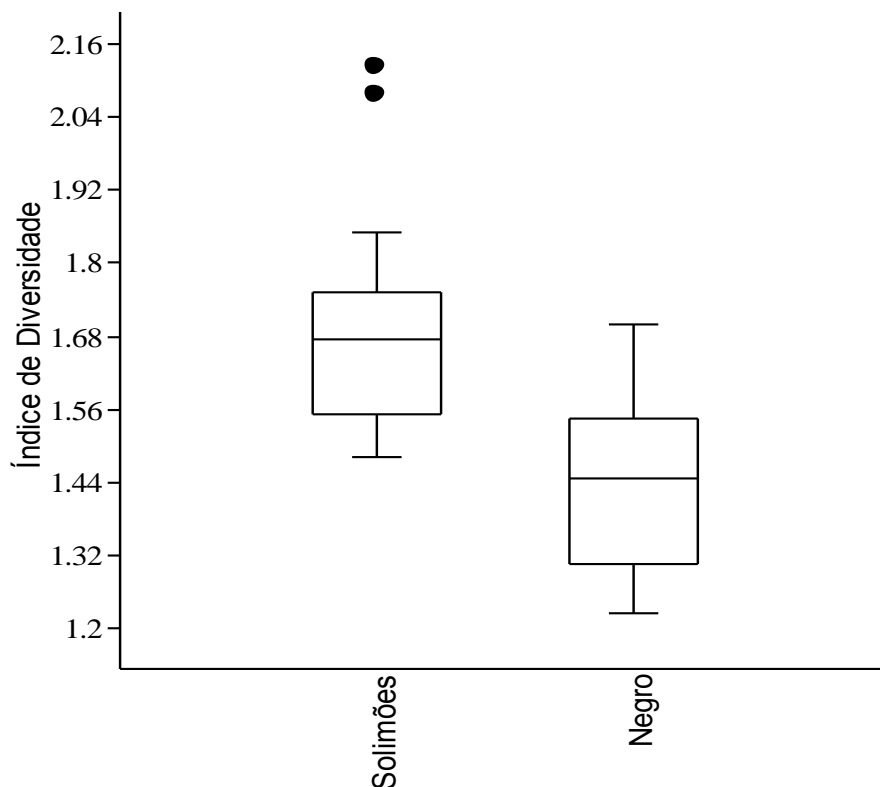


Figura 11: Representação gráfica do índice de diversidade de Shannon para cada comunidade parasitária (peixe) em cada um dos rios amostrados (Solimões e Negro).

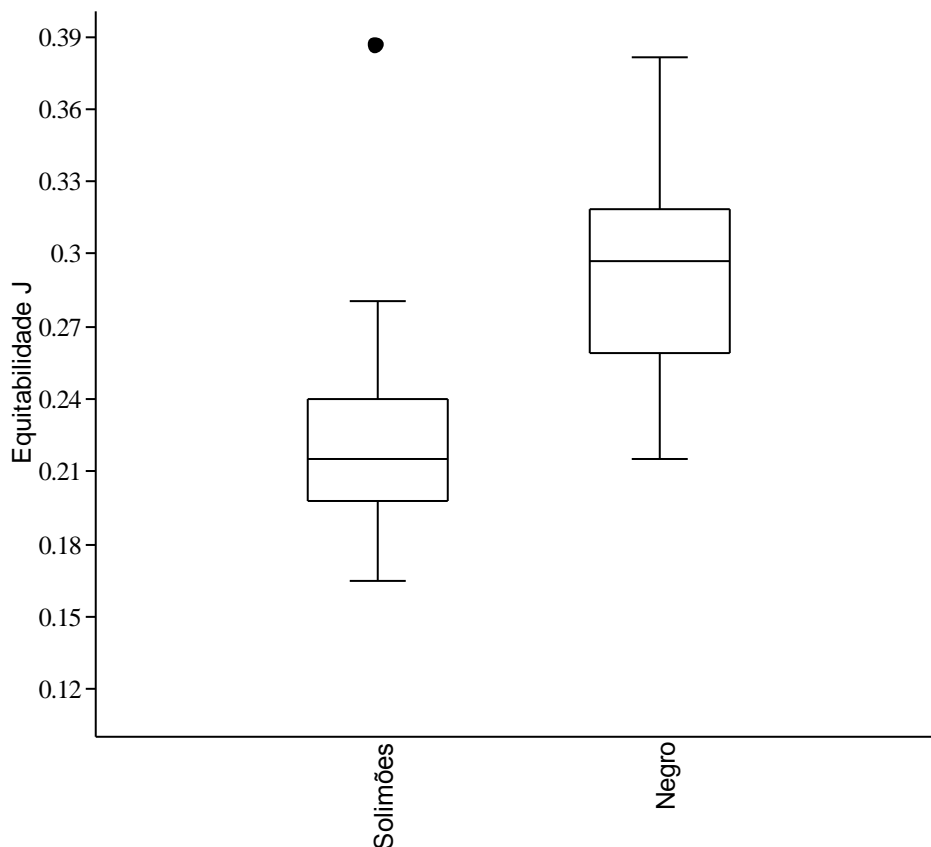


Figura 12: Representação gráfica da equitabilidade entre as espécies parasitas das comunidades parasitárias (peixe) em cada um dos rios amostrados (Solimões e Negro).

As análises de dominância foram realizadas para as duas infracomunidades determinadas: ectoparasitos e endoparasitos, considerando que as interações entre os hospedeiros em cada uma destas diferem principalmente em relação aos tipos de ciclo de vida, onde ectoparasitos são geralmente de ciclo monoxeno e endoparasitos, heteroxenos.

Gonocleithrum cursitans apresentou alta dominância dentre os ectoparasitos, tanto nos peixes do rio Negro quanto do rio Solimões (C Dom = 48,58% e 25,55%, respectivamente). *Gonocleithrum* sp.1 também apresentou dominância relativa elevada nos peixes do rio Negro, enquanto que *Gonocleithrum* sp.2 foi a segunda espécie ectoparasita dominante entre os aruanãs do rio Solimões (Tabela 6).

Entre as espécies endoparasitas, as larvas de Anisakidae apresentaram quase 100% de dominância nos *O. bicirrhosum* do rio Negro e aproximadamente 50% nos do rio Solimões. *Caballerotrema aruanense* que não foi encontrada nos peixes do rio Negro apresentou alta dominância entre nos aruanãs do rio Solimões (C Dom = 47,16%).

Tabela 6. Coeficiente de dominância parasitária determinado para as infracomunidades de ectoparasitas e endoparasitas de *Osteoglossum bicirrhosum* capturados nos rios Negro e Solimões.

ECTOPARASITAS	Rio Negro		Rio Solimões	
	NP	C Dom %	NP	C Dom %
Monogenea				
<i>Gonocleithrum cursitans</i>	1131	48,58	13848	25,55
<i>Gonocleithrum aruanae</i>	404	17,35	9075	16,74
<i>Gonocleithrum coenoideum</i>	227	9,75	10652	19,65
<i>Gonocleithrum planacroideum</i>	120	5,15	2699	4,98
<i>Gonocleithrum planacrus</i>	17	0,73	569	1,05
<i>Gonocleithrum</i> sp.1	424	18,21	1895	3,49
<i>Gonocleithrum</i> sp.2	0	0	11743	21,66
<i>Gonocleithrum</i> sp.3	0	0	3709	6,84
Copepoda				
<i>Ergasilus</i> sp.	5	0,21	0	0
Branchiura				
<i>Dolops geayi</i>	0	0	6	0,01
TOTAL	2328		54196	
ENDOPARASITAS				
Digenea				
<i>Caballerotrema aruanense</i>	0	0	216	47,16
Metacercária não identificada	7	0,67	4	0,87
Acanthocephala				
Adulto não identificado	1	0,09	0	0
Nematoda				
<i>Camallanus acaudatus</i>	8	0,77	17	3,71
Larvas de Anisakidae	1013	97,97	221	48,25
Pentastomida				
<i>Sebekia oxycephala</i>	5	0,48	0	0
TOTAL	1034		458	

NP = número de parasitos; C Dom % = Coeficiente de dominância.

O teste de Mantel foi realizado para avaliar a significância entre as distâncias geográfica dos hospedeiros e a composição de espécies em cada um deles. Estas correlações foram significativas ($r = 0,5548$, $p < 0,001$), ou seja, espécimes de hospedeiros mais próximos geograficamente possuem composição de espécies mais semelhantes, considerando a riqueza de espécies por hospedeiro.

6. DISCUSSÃO

De acordo com a literatura, dez espécies são citadas como parasitas de *O. bicirrhosum*. Seis de Monogenea: *Gonocleithrum aruanae*; *G. coenoideum*; *G. cursitans*; *G. planacroideum*; *G. planacrus*; *Telethecium nasalis* (Kritsky & Thatcher, 1983; Kritsky, Van Every & Boeger, 1996); duas de Digenea: *Caballerotrema aruanense* e *C. piscicola* (Thatcher, 1980); uma de Nematoda, *Camallanus acaudatus* (Ferraz & Thatcher, 1990) e uma de Pentastomida, *Sebekia* sp. (Pelegriani *et al.*, 2006).

Neste trabalho somente uma espécie de Monogenea já descrita, *T. nasalis*, e uma de Digenea, *C. piscicola*, não foram encontradas. É feito o primeiro registro de *O. bicirrhosum* como hospedeiro intermediário de metacercárias de Digenea e larvas de Anisakidae. Espécies de Acanthocephala, Copepoda e Branchiura são citadas pela primeira vez parasitando *O. bicirrhosum*.

As cinco espécies do gênero *Gonocleithrum* foram descritas por Kritsky & Thatcher, (1983), nas brânquias de aruanãs coletados no lago Janauacá, um lago de várzea do rio Solimões, semelhante aos lagos em que foram realizadas parte das coletas deste estudo. Assim como a maioria das espécies de Monogenea, todas as espécies do gênero *Gonocleithrum* são específicas para o *O. bicirrhosum* (Kritsky & Thatcher, 1983; Kohn & Cohen, 1998).

Todos os aruanãs analisados estavam parasitados por alguma espécie do gênero *Gonocleithrum*, e as espécies desse gênero (*G. cursitans*, *G. aruanae*, *G. coenoideum*, *G. planacroideum* e *G. planacrus*) foram encontradas parasitando indivíduos de *O. bicirrhosum* capturados tanto no rio Solimões quanto no rio Negro. As intensidades nos peixes do rio Solimões foram muito elevadas, até 8908 monogeneas em um único peixe. Apresentaram grande prevalência, abundância e dominância (principalmente *G. cursitans*), quando comparadas à maioria das espécies de endoparasitas. A especificidade parasitária e o ciclo de vida monoxeno dos Monogenea podem explicar a ampla distribuição destes ectoparasitos entre os hospedeiros dos dois rios.

Neste trabalho três espécies ainda não descritas de Monogenea foram encontradas parasitando as brânquias de *O. bicirrhosum*. Somente *Gonocleithrum* sp.1 parasitava os aruanãs de ambos os rios, enquanto que *Gonocleithrum* sp.2 e *Gonocleithrum* sp.3 só foram encontradas em peixes do rio Solimões.

Kritsky *et al.* (1996) descreveram *T. nasalis* parasita das narinas de *O. bicirrhosum* capturados no lago do Catalão próximo a Manaus. Neste trabalho, apesar de todas as narinas

terem sido examinadas e a localidade tipo ser próxima de alguns lagos onde vários hospedeiros foram capturados, nenhum exemplar de *T. nasalis* foi encontrado.

Os espécimens adultos de Digenea da família Echinostomatidae parasitam principalmente aves, mas ocorrem também em répteis e mamíferos sendo que doze espécies são citadas para humanos. Uma grande quantidade de espécies de metacercárias é conhecida como parasitos de peixes em geral (Thatcher, 1980), mas poucas espécies adultas parasitam peixes Osteoglossiformes. A primeira conhecida foi *Echinostoma thapari* Singh, 1953 descrita de *Chitala (Notopterus) chitala* (Hamilton, 1822), um Osteoglossiformes asiático da família Notopteridae (Kostadinova & Gibson, 2001).

Prudhoe (1960) descreveu outro equinostomatídeo: *Caballerotrema brasiliense*, parasita de um Osteoglossiformes Neotropical da família Arapaimidae, *Arapaima gigas* (Schinz, 1822), primeira espécie de peixe hospedeira de equinostomatídeo da América do Sul (Kostadinova & Gibson, 2001).

Posteriormente à descrição de *C. brasiliense*, mais três espécies do gênero *Caballerotrema* foram descritas: *C. piscicola* (Stunkard, 1960) parasitando *A. gigas* e *O. bicirrhosum*; *C. arapaimense* Thatcher, 1980, parasita do *A. gigas*, está considerada *species inquirenda* por Kostadinova & Gibson (2001), e *C. aruanense* Thatcher, 1980 parasita de *O. bicirrhosum* (Kohn *et al.*, 2007).

Caballerotrema aruanense foi a única espécie de Echinostomatidae encontrada neste trabalho. Só ocorreu em *O. bicirrhosum* capturados no rio Solimões, apresentou altas prevalências e parasitando, principalmente, os cecos pilóricos e o intestino. Não ocorreu nos peixes do rio Negro, possivelmente pela ausência de espécies de Mollusca que atuam como hospedeiros intermediários destes parasitos e que provavelmente ocorram somente nas águas brancas dos lagos de várzea do rio Solimões.

As larvas de Nematoda da família Anisakidae são conhecidos parasitos de organismos aquáticos marinhos e dulcícolas, como moluscos, crustáceos, peixes, mamíferos e aves piscívoras. A transmissão envolve invertebrados aquáticos e peixes como hospedeiros intermediários, paratênicos ou definitivos (Moravec, 1998; Tavares e Luque, 2006). São encontradas encistadas nas vísceras, musculatura, mesentério e cavidade abdominal de seus hospedeiros, afetando a comercialização do pescado e tendo conseqüências em relação à saúde pública (McClelland, 2002).

Estas larvas podem provocar a chamada anisacquíase humana, onde o homem atua como hospedeiro acidental. Ocorre através da ingestão de pescado cru, salgado ou defumado,

que contenha larvas de terceiro ou quarto estágio. Estas podem penetrar no trato digestório e invadir os órgãos anexos, provocando uma série de efeitos patológicos. E se encontradas mortas, também podem causar danos através de reações alérgicas através da resposta imunológica desencadeada pelo potencial antigênico das partículas parasitárias. Não há relatos a respeito da contaminação humana por larvas de Anisakidae por consumo de peixes no Brasil (Tavares & Luque, 2006).

Neste trabalho é feito o primeiro registro de larvas de Anisakidae parasitando *O. bicirrhosum*, e estas ocorreram encistadas na membrana do mesentério e na parede do estômago. A alta dominância e intensidade das larvas de Anisakidae nos peixes capturados nos rios Solimões e Negro salientam a hipótese de que o predomínio de larvas em peixes ocorra em ambientes onde haja o favorecimento das interações entre hospedeiros intermediários e vertebrados piscívoros (Dogiel, 1970), como é caso dos lagos de várzea do rio Solimões e os igapós do rio Negro. Estes ambientes são locais atrativos para estes predadores devido à grande biomassa de peixes e invertebrados ali presentes (Dias *et al.*, 2003).

Os aruanãs são predadores que se alimentam tanto de animais de origem autóctone (insetos aquáticos, peixes, moluscos e crustáceos) quanto alóctone (insetos terrestres, aracnídeos), pois possuem a capacidade de saltar até um metro de altura fora da água para capturar pequenos animais que se encontram nos galhos baixos das árvores (Aragão, 1984). Os organismos que são hospedeiros intermediários de espécies parasitas, geralmente participam da dieta do hospedeiro definitivo (Dogiel, 1970). Como *O. bicirrhosum* se alimenta de uma vasta gama de potenciais hospedeiros intermediários, e duas espécies de endoparasitas heteroxenos adultos foram encontradas, o Nematoda *Camallanus acaudatus* que ocorreu nos peixes dos rios Solimões e Negro e o Digenea *Caballerotrema aruanense* que só ocorreu nos peixes do rio Solimões, então com certeza seus hospedeiros intermediários fazem parte da fauna capturada por este peixe.

Os crustáceos Branchiura pertencentes à família Argulidae são conhecidos mundialmente por afetarem não só peixes de ambientes confinados, mas também aqueles presentes na natureza. Causam, entre outros sintomas, redução na capacidade respiratória, traumatização de tecidos e podem favorecer o aparecimento de infecções oportunistas (Kabata, 1970). Em um trabalho realizado por Malta (1981) com a fauna de Branchiura ectoparasitas de peixes do lago Janauacá, no rio Solimões, 66 *O. bicirrhosum* foram capturados e examinados, mas nenhum peixe albergava estes parasitos. No presente estudo é

feito o primeiro registro de um Branchiura, *Dolops geayi*, parasitando somente os *O. bicirrhosum* capturados no rio Solimões. Este Branchiura não possui especificidade parasitária, visto que foram encontrados parasitando outras espécies de peixes coletados no rio Solimões (*Megalodoras* sp., *Crenicichla* sp., *Hoplias malabaricus* e *Astronotus ocellatus*), e sempre presentes apenas na cavidade branquial destes hospedeiros (Malta, 1982). O fato de terem sido encontrados neste estudo, considerando que as coletas foram realizadas durante a cheia dos rios, corrobora com os dados de Malta (1982), nos quais *D. geayi* apresentou seus maiores índices de ocorrência durante a cheia.

Copepoda é o maior e mais diversificado grupo de crustáceos. São considerados o mais abundante grupo de organismos multicelulares sobre a terra, ultrapassando em número os insetos (Malta, 1982). Nas espécies parasitas de peixes amazônicos, a característica mais importante, que as distingue dos seus parentes de vida livre é a antena preênsil. Machos e fêmeas possuem antenas semelhantes, mas as dos machos são menos que a metade do tamanho das antenas das fêmeas. Outro apêndice com adaptações estruturais para a vida parasitária é o primeiro par de pernas. Esta é morfologicamente diferente do segundo, terceiro e quarto pares, aparentemente uma adaptação para a função alimentar, raspando o tecido do hospedeiro (Malta, 1993; Varella, 1985; 1992).

Na Amazônia são conhecidas 47 espécies de copépodos parasitas de peixes, sendo que 35 pertencem à família Ergasilidae (Varella & Malta, 2009). O gênero *Ergasilus* Nordmann, 1832 possui cerca de 16 espécies na região amazônica e mais de 180 espécies distribuídas em todo o mundo (Song *et al.*, 2008). Parasitam geralmente as brânquias de peixes de águas doces e marinhos, e oito famílias de peixes amazônicos foram reportadas como hospedeiros dos copépodos do gênero *Ergasilus*: Anostomidae, Characidae, Curimatidae, Hypophthalmidae, Pimelodidae, Prochilodontidae, Serrasalminidae e Tetrodontidae (Malta & Varella, 1996; Thatcher, 2006). Neste trabalho é feito o registro de uma espécie nova de *Ergasilus* parasitando *O. bicirrhosum*. É o primeiro ergasilídeo da região Neotropical parasita de um peixe da família Osteoglossidae. *Ergasilus* sp. somente ocorreram em peixes capturados no rio Negro.

Pentastomídeos da família Sebekidae utilizam peixes como hospedeiro intermediário e tartarugas e jacarés como hospedeiro definitivo (Venard & Bangham, 1941; Rego & Eiras, 1989). *Sebekia oxycephala* (Diesing 1835) é uma espécie amplamente distribuída, ocorre desde o sul dos Estados Unidos até o sul da América do Sul. É considerada uma espécie de parasita generalista e já foi registrada como parasito de diversas espécies de peixes de água

doce, como *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840) (Guidelli *et al.*, 2003), *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829) (Almeida *et al.*, 2010), *Serrasalmus marginatus* Valenciennes, 1837 e *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1860) (Vicentin, 2009). O gênero *Sebekia* já havia sido citado para aruanãs amazônicos (Pelegri *et al.*, 2006), e neste trabalho foi possível a identificação até o nível específico, e *S. oxycephala* foi encontrado parasitando um espécime de *O. bicirrhosum* capturado no rio Negro.

A maioria das espécies que ocorreram como parasitos nos *O. bicirrhosum* de ambos os rios estava na fase adulta de desenvolvimento (97,8%). Isto geralmente ocorre em organismos carnívoros vorazes, que estão no topo das cadeias alimentares, e atuam como hospedeiros definitivos destes parasitos. Porém, a presença de larvas de Nematoda, Digenea e Pentastomida indica que o aruanã também atuará como hospedeiro intermediário, principalmente considerando a alta prevalência das larvas dos nematódeos anisakídeos, presentes nos hospedeiros de ambos os rios.

O conceito de importância das espécies dentro de cada comunidade prevê que as espécies mais frequentes também seriam as mais abundantes e distribuídas na maior parte dos habitats, enquanto que outro grupo de espécies habitasse somente alguns locais. Assim, foi possível definir espécies centrais como sendo as de maior abundância e frequência, e as espécies satélites, que teriam pouca abundância e frequência (Hanski, 1982 *op. cit.* Bush & Holmes, 1986).

Uma comunidade seria formada por poucas espécies em equilíbrio e que dominavam outras muitas espécies que atuavam para a queda deste equilíbrio. Assim, as espécies centrais seriam aquelas em equilíbrio cujos padrões populacionais seriam previsíveis, enquanto que as satélites se apresentavam de forma instável (Caswell, 1978).

Neste trabalho, tanto nos *O. bicirrhosum* capturados no rio Negro, quanto nos do rio Solimões, as espécies parasitas eram predominantemente espécies centrais, principalmente nas espécies da classe Monogenea, indicando que as infracomunidades de parasitos de *O. bicirrhosum*, em ambos os rios, estavam próximas ao equilíbrio proposto por Caswell (1978), demonstrando certa estabilidade dentro das mesmas.

Apesar deste equilíbrio observado, sabe-se que a disposição dos metazoários parasitos em suas infracomunidades dependerá de processos naturais (temperatura, oxigênio, nível pluviométrico) que nem sempre são constantes, tornando esta distribuição um fenômeno dinâmico. Estes fatores condicionam a distribuição parasitária entre os hospedeiros, elevando ou reduzindo o nível de agregação (Poulin, 1998).

Geralmente a infestação parasitária é caracterizada por apresentar uma tendência à agregação, onde poucos hospedeiros serão parasitados por muitos parasitos, enquanto muitos serão parasitados por um número pequeno de parasitos (Anderson & Gordon, 1982; Poulin, 1993). Além disso, o grau de agregação parasitária é maior em organismos cujo ciclo de vida é direto (Poulin, 1998).

Neste trabalho, o padrão de distribuição agregado ocorreu nas espécies ectoparasitas dos *O. bicirrhosum* capturados tanto no rio Negro quanto no rio Solimões. E está de acordo com o que é mais frequentemente observado nas infestações de peixes de ambientes naturais (Von Zuben, 1997; Leung, 1998).

O padrão agregado possibilita o maior encontro entre os espécimes de parasitos, facilitando sua reprodução. Porém, se os parasitos forem heteroxenos, a agregação pode ser explicada através da susceptibilidade e tolerância dos organismos hospedeiros às infecções, e também pelas diferentes formas de contato dos hospedeiros com os parasitos (Anderson & Gordon, 1982).

No presente estudo os metazoários parasitos de ciclo de vida indireto (Digenea, Nematoda e Pentastomida) também apresentaram distribuição agregada tanto nos peixes do rio Negro quanto no rio Solimões, com exceção para as larvas de Digenea dos aruanãs do rio Solimões, que apresentaram padrão de distribuição uniforme.

A estrutura de uma comunidade parasitária sofrerá influência de diversos fatores que a modificam, tais como idade, comprimento e alterações na dieta ao longo da vida do hospedeiro, e o contato com seus hospedeiros intermediários (Esch *et al.*, 1990). O aumento das intensidades de infestação e da prevalência de endoparasitos com o aumento do comprimento do hospedeiro pode ser explicado em função do processo de acumulação temporal e pelo aumento dos locais de estabelecimento do parasito em seu hospedeiro (Machado *et al.*, 2000).

Peixes maiores tendem a ter o volume de suas presas elevado, aumentando também a abundância parasitária (Zelmer & Arai, 1998). Neste trabalho houve uma correlação positiva significativa entre o comprimento padrão dos *O. bicirrhosum* e a abundância parasitária das larvas de Anisakidae.

Esta correlação também foi positiva e significativa quando a análise foi feita considerando todos os endoparasitos dos 40 aruanãs analisados. *O. bicirrhosum* é um peixe que tem todas as características para que tal relação ocorra: tem vida longa; alcança grande tamanho e é um predador carnívoro de amplo espectro.

As especulações sobre as diferenças ou semelhanças entre a diversidade de espécies de organismos presentes nas áreas de várzea ou nas florestas inundadas de igapó há muito tempo são consideradas. As florestas inundadas por rios de águas brancas (várzeas) são ricas em nutrientes devido ao aporte de sedimentos erodidos da região do Andes, além de apresentarem pH relativamente neutro e condutividade elétrica elevada devido à alta concentração de íons dissolvidos. Em contrapartida, os rios de águas pretas são pobres em nutrientes por drenarem a região do escudo das Guianas e solos lixiviados, e apresentam pH ácido pela alta quantidade de ácidos húmicos e fúlvicos dissolvidos em suas águas, resultantes da decomposição orgânica da floresta (Sioli, 1968).

As características destes ambientes influenciam diretamente a produtividade primária dos mesmos, já que tal produção está diretamente relacionada às características físico-químicas e à disponibilidade de nutrientes e luz no meio (Madsem & Sand-Jensen, 1994). Poucos foram os estudos comparativos realizados com a estrutura de comunidades de organismos presentes em ambientes de águas brancas e pretas. Este trabalho seria o primeiro a analisar a fauna de metazoários parasitos presente em uma espécie de peixe comum aos dois ambientes, visto que o aruanã é bastante freqüente nos dois rios e facilmente encontrado ao longo do ano.

Trabalhos florísticos comparativos entre ambientes de várzea e igapó, que levam em conta riqueza, densidade de espécies, potencial de germinação e crescimento de espécies vegetais, têm demonstrado que esses parâmetros são invariavelmente mais elevados em ambientes de água branca (Parolin e Ferreira, 1998; Parolin e Junk, 2000; Ferreira *et al.*, 2010). Levantamentos da fauna de peixes destes ambientes também foram realizados por Henderson & Crampton (1997), que encontraram uma alta diversidade e biomassa de peixes em ambos os tipos de águas, e indica que a acidez e condutividade não são preditores robustos da diversidade de peixes e densidade nestes ambientes. Saint-Paul *et al.* (2000) encontraram uma similaridade de 54% entre os peixes de várzea e igapó, sendo que nas águas pretas a riqueza de peixes foi 10% maior.

No presente trabalho, a similaridade da fauna de parasitos entre os *O. bicirrhosum* capturados em águas brancas e pretas foi de 56,25%, semelhantes aos dados encontrados por Saint-Paul *et al.* (2000) para a fauna de peixes. Porém, a diversidade de parasitos foi maior no rio Solimões, enquanto que a equitabilidade das espécies foi maior no rio Negro.

O rio Solimões apresenta quantidades relativamente altas de sais minerais em solução e riqueza de nutrientes devido à decantação das águas dos lagos de várzea (Sioli, 1984; Junk,

1983). Estes fatores devem ter proporcionado condições propícias para que as espécies de *Monogenea* parasitas dos *O. bicirrhosum* capturados no rio Solimões tivessem abundância muito superior a dos aruanãs do rio Negro. Como as águas pretas apresentam poucos sedimentos, sais minerais e nutrientes e alta acidez (pH \pm 4), provavelmente estes fatores devem estar propiciando condições adversas às espécies de *Gonocleithrum* reduzindo sua eficiência reprodutiva. Essas características devem ter influenciado o estabelecimento de outros ectoparasitos. No rio Negro, houve exclusividade de *Ergasilus* sp., enquanto *D. geayi* ocorreu somente nos aruanãs do rio Solimões.

Variações na dieta ou preferências alimentares também poderiam ser importantes para explicar as diferenças encontradas em ambos os rios, em relação à fauna de endoparasitos. A disponibilidade tanto de presas quanto de estágios infectantes dos parasitos podem ser apontados como as causas de mudanças espaciais na carga parasitária nos hospedeiros em cada ambiente (Timi *et al.*, 2010).

Em geral, comunidades de parasitos são caracterizadas por apresentarem acentuado padrão de dominância e elevado número de espécies raras. E, espera-se maior diferença entre as abundâncias das primeiras espécies que apresentam os maiores números de indivíduos em uma comunidade, enquanto as demais tendem a revelar maior homogeneidade quanto as suas abundâncias (Poulin & Justine, 2008).

Neste trabalho, *G. cursitans* dominou tanto as infracomunidades de ectoparasitos do rio Negro (48,55%) quanto as do rio Solimões (25,55%). Também apresentou maiores prevalências e abundâncias parasitárias. As larvas de Anisakidae dominaram as infracomunidades de endoparasitos tanto no rio Negro (97,97%) quanto no rio Solimões (48,25%).

Assim, se confirma novamente o equilíbrio das comunidades parasitárias de *O. bicirrhosum*, considerando que tanto *G. cursitans* quanto às larvas de Anisakidae foram consideradas espécies centrais, e estão dominando as demais espécies (centrais, satélites e secundárias).

É de se esperar que a distância entre as populações hospedeiras possa afetar a similaridade na composição de espécies das comunidades parasitárias (Poulin & Morand, 1999). Estas comunidades são consideradas bons modelos para se investigar a diminuição da similaridade de acordo com o aumento da distância entre os hospedeiros analisados, já que os parasitos podem ser contabilizados e identificados quase em sua totalidade em cada hospedeiro (Poulin, 2003).

Pode-se observar certa previsibilidade nos habitats de água doce, no que diz respeito à composição das cadeias tróficas e participação dos peixes nesta relação (Carney & Dick, 1999). Se a mesma fauna de invertebrados que atua como hospedeiro intermediário de parasitos ocorre em todos os ambientes ocupados por determinada espécie de peixe predadora desta fauna, então espera-se um menor efeito da distância sobre a distribuição das espécies parasitas entre os hospedeiros (Poulin, 2003).

No presente estudo, observou-se relação significativa entre a distância geográfica e o número de espécies de parasitos por hospedeiros, onde hospedeiros mais próximos geograficamente estavam parasitados por um número semelhante de espécies parasitas.

7. CONCLUSÃO

A fauna dos metazoários parasitas dos *Osteoglossum bicirrhosum* provenientes dos rios Negro e Solimões apresentam diferenças não apenas quanto às suas diversidades, mas principalmente em relação à composição e abundância destes parasitos. As características físicas e químicas destes tipos de águas vão ser determinantes para a fixação das espécies parasitas nestes hospedeiros e influenciarão diretamente os processos reprodutivos tanto de ectoparasitos quanto de endoparasitos, pela presença ou não de seus hospedeiros intermediários.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, W.O.; Silva-Souza, A.T.; Sales, D.L. 2010. Parasitism of *Phalloceros harpagos* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) by *Sebekia oxycephala* (Pentastomida: Sebekidae) in the headwaters of the Cambé River, Paraná State, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 70 (2): 457-458.
- Amato, J.F.R.; Boeger, W.A.; Amato, S.B. 1991. *Protocolos para laboratório, coleta e processamento de parasitos do pescado*. Imprensa Universitária, Rio de Janeiro, Brasil. 81pp.
- Anderson, R.M.; Gordon, D.M. 1982. Processes influencing the distribution of parasite numbers within host populations with special emphasis on parasite-induced host mortalities. *Parasitology*, 85: 373-398.
- Aragão, L.P. 1981. *Desenvolvimento embrionário e larval, alimentação e reprodução do Aruanã, Osteoglossum bicirrhosum Vandelli 1829, do Lago Janauacá – Amazonas, Brasil*. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; Fundação Universidade do Amazonas, Manaus. 192pp.
- Aragão, L.P. 1984. Contribuição ao estudo da biologia do aruanã, *Osteoglossum bicirrhosum* Vandelli 1829, do lago Janauacá - Estado do Amazonas, Brasil. I- Desenvolvimento e alimentação larval (Osteichthyes: Osteoglossiformes). *Ciência Agrônômica*, 15(1/2): 7-17.
- Aragão, L.P. 1986. Contribuição ao estudo da biologia do aruanã, *Osteoglossum bicirrhosum* Vandelli 1829, do lago Janauacá - Estado do Amazonas, Brasil. II - Alimentação na fase adulta. *Ciência Agrônômica*, 7(2): 113-226.
- Ayres, M.; Ayres Jr.; M.; Ayres, D.L.; Santos, A.S. 2007. *BioEstat. Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas*. Versão 5.0. Sociedade Civil Mamirauá, Belém, Brasil. 364pp.
- Barger, M. A.; Esch, G. W. 2001. Downstream changes in the composition of the parasite community of fishes in an Appalachian stream. *Journal of Parasitology*, 87(2): 250-255.
- Braum, E.; Bock, R. 1985. Funktionsmorphologische Untersuchungen über die Barteln von *Osteoglossum bicirrhosum* (Pisces, Osteoglossidae) während der Notatmung. *Amazoniana*, 9(3): 353-370.
- Bush, A. O; Holmes, J.C. 1986. Intestinal helminths of lesser scaup ducks: an interactive community. *Canadian Journal of Zoology*, 64: 142-152.

- Bush, A.O.; Lafferty, K.D.; Lotz, J.M.; Shostak, A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al Revisited. American Society of parasitologists. *The Journal of Parasitology*, 83(4): 574-583.
- Carney, J.P.; Dick, T. A. 1999. Enteric Helminths of Perch (*Perca fluviatilis* L.) and Yellow Perch (*Perca flavescens* Mitchill): Stochastic or Predictable Assemblages? *The Journal of Parasitology*, 85(5): 785-795.
- Caswell, H. 1978. Predator mediated coexistence; a nonequilibrium model. *The American Naturalist*, 120: 317-339.
- Cavalcante, D.P. 2008. Crescimento e maturação sexual de aruanãs brancos (*Osteoglossum bicirrhosum*) em Mamirauá. In: Queiroz, H.L.; Camargo, M. (Eds.). *Biologia, conservação e manejo dos aruanãs na Amazônia brasileira*. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Tefé, Brasil. 105-117.
- Chaves, R; Camargo, M.; Queiroz, H.; Hercos, A. 2005. Ritmo de atividade diária de *Osteoglossum bicirrhosum* (Pices: Osteoglossiformes) em quatro lagos da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, AM. *Uakari*, 1(1): 49-55
- Cimerman, B.C.; Cimermam, S. 1999. *Parasitologia humana e seus fundamentos gerais*. Atheneu, São Paulo, Brasil. 375pp.
- Dias, M.L.G.G.; Eiras, J.C.; Machado, M.H.; Souza, G.T.R.; Pavanelli, G.C. 2003. The life cycle of *Clinostomum complanatum* Rudolphi, 1814 (Digenea, Clinostomidae) on the floodplain of the high Paraná river, Brazil. *Parasitology Research*, 89: 506-508.
- Dogiel, V.A. 1970. Ecology of the parasites of freshwater fishes. In: Dogiel, V.A. Petrushevski, G.K., Polyanski, Y.I. (Eds.). *Parasitology of fishes*. Olivier & Boyd, London. p.1-47,
- Eiras, J.C.; Takemoto, R.M.; Pavanelli, G.C. 2006. *Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*. 2ª Ed. Eduem, Maringá, Brasil. 171pp.
- Esch, G.W. 1988. Patterns in helminthes communities in fresh water fish in Great Britain: Alternative strategies for colonization. *Parasitology*, 96: 1-14.
- Esch, G. W.; Shostak, A. W.; Marcogliese, D. J.; Goater, T. M. 1990. Patterns and processes in helminth parasite communities: an overview. In: G. W. Esch; A. O. Bush & J. Aho (eds). *Parasite communities: patterns and process*. Chapman & Hall, New York, EUA. 304pp.

- Ferraris, C.J. 2003. Family Osteoglossidae. In: Reis, R.E; Kullander, S.O; Ferraris, C.J. (Eds.). *Checklist of the freshwater fishes of south and Central America*. Edipucrs, Porto Alegre, Brasil. 729pp.
- Ferraz, E.; Thatcher, V.E. 1990. *Camallanus acaudatus* sp. n. (Nematoda, Camallanidae) e uma descrição de *Camallanus tridentatus* Drasche, 1884, parasitas de peixes da Amazônia brasileira. *Amazoniana*, 11(2): 135-145.
- Ferreira, L.V.; Almeida, S.S.; Parolin, P. 2010. Amazonian white and blackwater floodplain forests in Brazil: large differences on a small scale. *Ecotropica (Bonn)*, 16: 31-41.
- Filoso, S.; Williams, M.R. 2000. The hydrochemical influence of the Branco River on the Negro River and Anavilhanas archipelago, Amazonas, Brazil. *Archiv Für Hydrobiologie*, 148(4): 563-585.
- Filoso, S.; Williams, M.R. & Melack, J.M. 1999. Composition and deposition of throughfall in a flooded forest archipelago (Negro River, Brazil). *Biogeochemistry*, 45(2): 169-195.
- Fischer, C.; Malta, J.C.O.; Varella, A.M.B. 2003. A fauna de parasitas do tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Characiformes: Characidae) do médio rio Solimões (AM) e do baixo rio Amazonas (PA) e seu potencial como indicadores biológicos. *Acta Amazonica*, 33(4): 651-662.
- Garnick, E.; Margolis, L. 1990. Influence of four species of helminth parasites on orientation of seaward migrating sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) smolts. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47: 2380-2389.
- Gordon, D.M.; Rau, M.E. 1982. Possible evidence for mortality induced by the parasite *Apatemon gracilis* in a population of brook sticklebacks (*Culaea inconstans*). *Parasitology*, 84: 41-47.
- Goulding, M. 1980. *The fishes and the forest: explorations in amazonian natural history*. University of California Press, Los Angeles, USA. 280pp.
- Guidelli, G.M.; Isaac, A.; Takemoto, R.M.; Pavanelli, G.C. 2003. Endoparasite infracommunities of *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840) (Pisces: Pimelodidae) of the baía river, upper Paraná river floodplain, Brazil: specific composition and ecological aspects. *Brazilian Journal Biology*, 63(2): 261-268.
- Hanski, I. 1982. Dynamics of regional distribution: the core and satellite species hypothesis. *Oikos*, 38: 210-221.
- Hartvigsen, R.; Halvorsen, O. 1994. Spatial patterns in the abundance and distribution of parasites of freshwater fish. *Parasitology Today*, 10: 28-31.

- Hechinger, R.F.; Lafferty, K. D.; Huspeni, T.C.; Brooks, A. J.; Kuris, A.M. 2007. Can parasites be indicators of free-living diversity? Relationships between species richness and the abundance of larval trematodes and of local benthos and fishes. *Oecologia*, 151(1): 82-92.
- Henderson, P.A.; Crampton, W.G.R. 1997. A comparison of fish diversity and abundance between nutrient-rich and nutrient-poor lakes in the Upper Amazon. *Journal of Tropical Ecology*, 13: 175-198.
- Junk, W. J. 1983. As águas da região Amazônica. In: SALATI, Eneas *et al.* Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia. Brasiliense, São Paulo, p. 54-55.
- Junk, W.J. 1989. Flood tolerance and tree distribution in central Amazonian floodplains. In: Holm-Nielsen, L.B.; Nielsen, I.C.; Balslev, H. (Eds.). *Tropical forest botanical dynamics - speciation and diversity*. Academic Press, London, UK. p. 47-64.
- Junk, W.J. 1997. *The central Amazon floodplain: ecology of a pulsing system*. Ecological studies 126. Springer-Verlag, Berlim, Alemanha. 525pp.
- Junk, W.J.; Bayley, P.B.; Sparks, R.E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, 106: 110-127.
- Kabata, Z. 1970. Diseases of fishes, Crustacea as enemies of fishes. Jersey City, TFH Publications. 171p.
- Kohn, A.; Cohen, S.C. 1998. South American Monogenea - list of species, hosts and geographical distribution. *International Journal for Parasitology*, 28:1517-1554.
- Kohn, A.; Fernandes, B.M.M.; Cohen, S.C. 2007. South American trematodes parasites of fishes. Imprinta Express Ltda, Rio de Janeiro, Brasil. 318pp.
- Kostadinova, A.; Gibson, D.I. 2001. Redescriptions of two echinostomes from freshwater fishes, with comments on *Singhia* Yamaguti, 1958 and *Caballerotrema* Prudhoe, 1960 (Digenea: Echinostomatidae). *Systematic Parasitology*, 49: 195–204.
- Kritsky, D.C.; Thatcher, V.E. 1983. Neotropical Monogenea. 5. Five new species from the aruanã, *Osteoglossum bicirrhosum*, a freshwater teleost from Brazil, with the proposal of *Gonocleithrum* n. gen. (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 96(3): 581-597.
- Kritsky, D.C.; Van Every, L.R.; Boeger, W.A. 1996. Neotropical Monogenoidea. 27. Two new species of *Telethecium* gen. n. from the nasal cavities of Central Amazonian fishes and a redescription of *Kritskyia moravecii* Kohn, 1990 (Dactylogyridae, Ancyrocephalinae). *Helminthological Society of Washington*, 63(1): 35-41.

- Leenheer, J. A.; Santos, H. 1980. Considerações sobre os processos de sedimentação na água preta ácida do rio Negro (Amazônia Central). *Acta Amazonica*, 10(2): 343-355.
- Leung, B. 1998. Aggregated parasite distributions on hosts in a homogeneous environment: examining the Poisson null model. *International Journal for Parasitology*, 28: 1709 – 1712.
- Lima, A.C.; Prang, G. 2008. Demandas para o manejo e conservação do aruanã branco, *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829), na região do médio rio Solimões. In: Queiroz, H.L.; Camargo, M. (Eds.). *Biologia, conservação e manejo dos aruanãs na Amazônia brasileira*. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Tefé, Brasil. p.15-26.
- Lowe-McConnell, R. H. 1999. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. EDUSP, São Paulo, Brasil. 534pp.
- Lowry, D.; Wintzer, A.P.; Matott, M.P.; Whitenack, L.B.; Huber, D.R.; Dean, M.; Motta, P.J. 2005. Aerial and aquatic feeding in the silver arawana, *Osteoglossum bicirrhosum*. *Environmental Biology of Fishes*, 73: 453-462.
- Ludwig, J.A.; Reynolds, J.F. 1988. *Statistical ecology: a primer on methods and computing*. John Wiley & Sons, New York, USA. 352pp.
- Luque, J.L.; Amato, J.F.R.; Takemoto, R.M. 1996. Comparative analysis of the communities of metazoan parasites of *Orthopristis ruber* and *Haemulon steindachneri* (Osteichthyes: Haemulidae) from the southeastern Brazilian littoral: I. structure and influence of the size and sex of hosts. *Revista Brasileira de Biologia*, 56: 279-292.
- Machado, M.P.; Almeida, S.C.; Pavanelli, G.C.; Takemoto, R.M. 2000. Ecological aspects of endohelminths parasitizing *Cichla monoculus* Spix, 1831 (Perciformes: Cichlidae) in the Paraná River near Porto Rico, State of Paraná, Brazil. *Comparative Parasitology*, 67(2): 210 – 217.
- Magurran, A.E., 1988, *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, EUA. 167pp.
- Malta, J.C.O. 1981. Os crustáceos branquiúros e suas inter-relações peixes do lago Janauacá, Amazônia Central, (Branchiura: Argulidae). Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; Fundação Universidade do Amazonas, Manaus. 88pp.
- Malta, J.C.O. 1982. Os argulídeos (Crustacea: Branchiura) da Amazônia brasileira, 2. Aspectos da ecologia de *Dolops gayi* Bouvier 1897 e *Argulus jurupaensis* Castro, 1950. *Acta Amazonica*, 12(4): 701-705.

- Malta, J.C.O., 1983. Os argulídeos (Crustacea: Branchiura) da Amazônia Brasileira. 4. Aspectos da ecologia de *Argulus multicolor* Stekhoven, 1937 e *A. pestifer* Ringuelet, 1948. *Acta Amazonica*, 13(2): 489-496.
- Malta, J.C.O. 1984. Os peixes de um lago de várzea da Amazônia Central (Lago Janauacá, Rio Solimões) e suas relações com os crustáceos ectoparasitas (Branchiura: Argulidae). *Acta Amazonica*, 14: 355-372.
- Malta, J.C.O. 1993. *Miracetyma etimaruya* gen. et sp. n. (Copepoda, Poecilostomatoida, Ergasilidae) from freshwater fishes of the Brazilian Amazon. *Acta Amazonica*, 23(1): 49-57.
- Malta, J.C.O.; Gomes, A.L.S.; Andrade, S.M.S.; Varella, A.M.B. 2001. Infestações maciças por acantocéfalos, *Neoechinorhynchus buttnerae* Golvan, 1956, (Eoacanthocephala: Neoechinorhynchidae) em tambaquis jovens, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivados na Amazônia central. *Acta Amazonica*, 31(1): 133-143.
- Malta, J.C.O.; Varella, A. 1983. Os argulídeos (Crustacea: Branchiura) da Amazônia Brasileira. Aspectos da ecologia de *Dolops striata* Bouvier, 1899 e *Dolops carvalhoi* Castro, 1949. *Acta Amazonica*, 13(2): 299-306.
- Malta, J.C.O.; Varella, A. 1996. *Ergasilus turucuyus* sp. n. (Copepoda: Ergasilidae) das brânquias de *Acestrorhynchus falcatus* (Block, 1794) e *A. falcistrostris* (Cuvier, 1819), (Characiformes: Characidae) da Amazônia brasileira. *Acta Amazonica*, 26(1/2): 69-76.
- Malta, J.C.O.; Varella, A.M.B. 1998. Maxillopoda - Copepoda. Poecilostomatoida. Non Marine Parasites. In: Young, P.S. (Ed.). *Catalogue of Crustacea of Brazil*. Museu Nacional (Série Livros n.6), Rio de Janeiro, Brasil. p. 241-249.
- Malta, J.C.O.; Varella, A.M.B. 2000. *Argulus chicomendesi* sp. n. (Crustacea: Argulidae) parasita de peixes da Amazônia brasileira. *Acta Amazonica*, 30(1): 481-498.
- Madsen, T.V.; Sand-Jensen, K. 1994. The interactive effects of light and inorganic carbon on aquatic plant growth. *Plant, Cell & Environment*, 17(8): 955-962.
- May, R.M. 1975. Patterns of species abundance and diversity. In: Cody, M.L.; Diamond, J.M. (ed.) *Ecology and evolution of communities*. Cambridge: Belknap Press of the Harvard University Press. P. 81-120.
- McClelland. G. 2002. The trouble with seaworms (*Pseudoterranova decipiens* species complex, Nematoda): a review. *Parasitology*, 124(2): S183-S203.
- Morais, A.M.; Varella, A.M.B.; Villacorta-Correa, M.A.; Malta, J.C.O. 2009. A fauna de parasitos em juvenis de tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Characidae:

- Serrasalminae) criados em tanques-rede em lago de várzea da Amazônia central. *Biologia Geral e Experimental*, 9(1): 14-23.
- Moravec, F. 1998. *Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical region*. Academia, Praga, Czech Republic. 464pp.
- Nomura, H. 1977. *Criação e biologia de animais aquáticos*. Nobel, São Paulo, Brasil. 141pp.
- Oliveira, E.F.; Luiz, E.A.; Agostinho, A.A.; Bendedito-Cecílio, E. 2001. Fish assemblages in littoral areas of the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Acta Scientiarum Biological Science*, 23(2): 369-376.
- Olsen, W.O. 1974. *Animal Parasites. their life cycles and ecology*. University Park, Baltimore, USA. 562pp.
- Parolin, P.; Ferreira, L. V. 1998. Are there differences in specific wood graities between trees in varzea and igapó (Central Amazonia)? *Ecotropica*, 4: 25-32.
- Parolin, P.; Junk, W.J. 2000. Germination in White- and Black-Water Floodplains of Amazonia. German-Brazilian Workshop on Neotropical Ecosystems—Achievements and Prospects of Cooperative Research Hamburg, 613 -618.
- 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*. Eduem, Maringá. Brasil. p. 307-329.
- Pelegrini, L.S.; Gomes, A.L.; Malta, J.C.O.; Alves, F. 2006. Descritores quantitativos das infracomunidades parasitas do trato digestório de *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829) da Amazônia Central (Brasil). *Anais do IV Congresso Iberoamericano Virtual de Acuicultura*, 640-646.
- Poulin, R. 1993. The disparity between observed and uniform distributions: A new look at parasite aggregation. *International Journal for Parasitology*, 23(7): 937-944.
- Poulin, R. 1998. *Evolutionary ecology of parasites: from individuals to communities*. Chapman & Hall, Londres, Inglaterra. 211pp.
- Poulin, R. 2003. The decay of similarity with geographical distance in parasite communities of vertebrate hosts. *Journal of Biogeography*, 30: 1609–1615.
- Poulin, R.; Justine, J.L. 2008. Linking species abundance distributions and body size in monogean communities. *Parasitology Research*, 103: 187–193.
- Poulin, R.; Morand, S. 1999. Geographical distances and the similarity among parasite communities of conspecific host populations. *Parasitology*, 119: 369-374.

- Prudhoe, S.1960. On two new Parasitic worms from Brazil. Libro Homenaje al Dr. Eduardo Caballero y Caballero. - Secretaria de Educación Publica, Instituto Politécnico Nacional, Mexico, D.F., pp. 415-421.
- Queiroz, H.L. 1999. A pesca, as pescarias e os pescadores de Mamirauá: o manejo integrado dos recursos pesqueiros. In: Queiroz, H.L., Crampton, W.G.R. (Eds.). *Estratégias de manejo de recursos pesqueiros em Mamirauá*. MCT/CNPq, Sociedade Civil Mamirauá, Tefé, Brasil. 208pp.
- R Development Core Team. 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Rabello Neto, J.G. 1999. *Biologia reprodutiva e alimentação natural do aruanã preto *Osteoglossum ferreirai* (Kanazawa, 1966), no município de Barcelos, médio Rio Negro, Amazonas, Brasil*. Monografia para Engenharia de Pesca, Departamento de Ciências pesqueiras. Fundação Universidade do Amazonas, Manaus. 32pp.
- Rabello Neto, J.G. 2008. A exploração de filhotes do aruanã preto (*Osteoglossum ferreirai*) e do aruanã branco (*Osteoglossum bicirrhosum*) como peixes ornamentais no médio rio Negro. In: Queiroz, H.L.; Camargo, M. (Eds.). *Biologia, conservação e manejo dos aruanãs na Amazônia brasileira*. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Tefé, Brasil. p.27-40.
- Radambrasil, Projeto. 1978. Levantamento de Recursos Naturais. Folha SA.20-Manaus. MME/DNPM. Rio de Janeiro, Brasil. 623pp.
- Rego, A. A.; Eiras, J. 1989. Identificação das larvas de *Sebekia* e *Leiperia* (Pentastomida) histopatologia em peixes de rios. *Revista Brasileira de Biologia*, 49(2): 591-595.
- Reis, R.E.; Kullander, S.O.; Ferraris, Jr. C. 2003. *Check list of the freshwater fishes of south and Central America*. Edipucrs. Porto Alegre, Brasil, 742pp.
- Roberts, R.J. 1978. *Fish Pathology*. Balliere Tindal, Philadelphia, USA. 318pp.
- Saint-Paul, U.; Zuanon, J.; Correa, M.V.; Garcia, M.; Fabre, N.N.; Berger, U.; Junk, W.J. 2000. Fish communities in central Amazonian white and blackwater floodplains. *Environmental Biology of Fishes*, 57: 235-50.
- Santos, G.M., Ferreira, E.J.G., Zuanon, J.A.S. 2006. *Peixes comerciais de Manaus*. IBAMA – AM Pró-várzea, Manaus, Brasil. 141pp.
- Sioli, H. 1964. General features of the limnology of Amazonia. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 5(2): 1053-1058.

- Sioli, H. 1968. Hydrochemistry and geology in the Brazilian Amazon region. *Amazoniana*, 1(3): 267-277.
- Sioli, H. 1984. The Amazon and its main affluents: hidrography, morphology of the river courses and river types. In: Sioli, H.(Ed.) *The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht. Alemanha. p.127-165.
- Sniesko, S.F. 1974. The effects of environmental stress on outbreaks of infectious diseases of fishes. *Journal of Fish Biology*, 6: 197-208.
- Song, Y.; Wang, G. T.; Yao, W. J.; Gao, Q.; Nie, P. 2008. Phylogeny of freshwater parasitic copepods in the Ergasilidae (Copepoda: Poecilostomatoida) based on 18S and 28S rDNA sequences. *Parasitology Research*, 102: 299–306.
- Stunkard, H.W. 1960. Further studies on the trematode genus *Himasthla* with descriptions of *H. mcintoshi* n.sp., *H. piscicola* n.sp. and stages in the life-history of *H. compacta* n.sp. *Biological Bulletin*, 119(3): 529-549.
- Takemoto, R.M., Lizama, M.A.P., Guidelli, G.M., Pavanelli, G.C. 2004. Parasitas de peixes de águas continentais. In: *Sanidade de Organismos Aquáticos*. Varela, São Paulo, Brasil. p. 179-197.
- Tavares, L. E. R.; Luque, J. L. 2006. Sistemática, biologia e importância em saúde coletiva de larvas de Anisakidae (Nematoda: Ascaridoidea) parasitas de peixes ósseos marinhos do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. In: Silva-Souza, A. T. (Ed.). *Sanidade de Organismos Aquáticos no Brasil*. Maringá: Abrapoa. p. 297-328
- Thatcher, V.E. 1980. Duas novas espécies de *Caballerotrema* (Trematoda: Echinostomatidae) do pirarucu e do aruanã (Osteoglossidae), com redefinição do gênero e uma redescrição de *C. brasiliense* Prudhoe, 1960. *Acta Amazonica*, 10(2): 419-423.
- Thatcher, V.E. 1993. *Trematódeos Neotropicais*. Instituto Nacional de pesquisas da Amazônia. Manaus, Brasil. 553pp.
- Thatcher, V.E. 2006. *Amazon Fish Parasites*. Second edition, Pensoft Publishers. Sofia, Bulgária. 508pp.
- Timi, J.T.; Lanfranchi, A.L.; Luque, J.L. 2010. Similarity in parasite communities of the teleost fish *Pinguipes brasilianus* in the southwestern Atlantic: Infracommunities as a tool to detect geographical patterns. *International Journal for Parasitology*, 40: 243–254

- Varella, A.M.B. 1985. O ciclo biológico de *Ergasilus bryconis* Thatcher, 1981 (Copepoda: Poecilostomatoida: Ergasilidae) parasita das brânquias do matrinxã, *Brycon erythropterus* (Cope, 1872) e aspectos de sua ecologia. Ed. Universitária, Natal, Brasil. 100pp.
- Varella, A.M.B. 1992. *Copépodos (Crustacea) parasitas das fossas nasais de peixes, coletados na região de Rondônia, Brasil*. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, São Paulo. 105pp.
- Varella, A.M.B.; Malta, J.C.O. 2009. Copepoda parasitas de peixes. In: Fonseca, C.R.V.; Magalhães, C.; Rafael, J.A.; Franklin, E. (Org.). A Fauna de Artrópodes da Reserva Florestal Adolpho Ducke. INPA, Manaus, Brasil. 1: 21-24.
- Venard, C. E.; Bangham, R. V. 1941. *Sebekia oxycephala* (Pentastomida) from Florida Fishes and Some Notes on the Morphology of the Larvae. *The Ohio Journal of Science*, 41: 23-28.
- Vicentin, W. 2009. Composição e estrutura das infracomunidades de metazoários endoparasitos de *Pygocentrus nattereri* Kner, 1858 e *Serrasalmus marginatus* Valenciennes, 1837 (Characiformes – Serrasalminae), espécies simpátricas no rio Negro, Pantanal, Brasil. Dissertação de Mestrado. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande. 89pp.
- Von Zuben, C. J. 1997. Implicações da agregação espacial de parasitas para a dinâmica populacional na interação hospedeiro-parasita. *Revista de Saúde Pública*, 31(5): 523-530.
- Zar, J. H. 1996. *Biostatistical analysis*. Third editions Prentice-Hall International Editions, New Jersey.
- Zelmer, D.A.; Arai, H.P. 1998. The contributions of hosts age and size to the aggregated distribution of parasites in yellow perch, *Perca flavescens*, from Garner Lake, Alberta, Canadá. *The Journal of Parasitology*, 84(1): 24-28.