



Universidade Federal do Amapá
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação



Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical

Mestrado e Doutorado

UNIFAP / EMBRAPA-AP / IEPA / CI-Brasil

ADRIELE CAROLINA FRANCO CARDOSO

**ECOLOGIA PARASITÁRIA DE PEIXES LORICARIIDAE E
CALLICHTHYIDAE (SILURIFORMES) DA BACIA IGARAPÉ
FORTALEZA, ESTADO DO AMAPÁ, NORTE DO BRASIL**

**Macapá-AP
2016**

ADRIELE CAROLINA FRANCO CARDOSO

**ECOLOGIA PARASITÁRIA DE PEIXES LORICARIIDAE E CALLICHTHYIDAE
(SILURIFORMES) DA BACIA IGARAPÉ FORTALEZA, ESTADO DO AMAPÁ,
NORTE DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical (PPGBIO) da Universidade Federal do Amapá, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade Tropical.

Orientador: Dr. Marcos Tavares Dias

Macapá-AP

2016

ADRIELE CAROLINA FRANCO CARDOSO

**ECOLOGIA PARASITÁRIA DE PEIXES LORICARIIDAE E CALLICHTHYIDAE
(SILURIFORMES) DA BACIA IGARAPÉ FORTALEZA, ESTADO DO AMAPÁ, NORTE
DO BRASIL**

Orientador: Dr. Marcos Tavares Dias
Embrapa Amapá/PPGBIO

Examinador: Dra. Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha
Universidade Federal do Amapá/PPGBIO

Examinador: Dr. Lúcio André Viana Dias
Universidade Federal do Amapá (UNIFAP)

Aprovada em 25 de fevereiro de 2016, Macapá, AP, Brasil.

Aos meus pais Aída e Augusto, por todo amor dedicados a mim e meus irmãos.

Ao meu esposo João Gabriel, por caminhar sempre ao meu lado nos momentos bons e ruins.

A minha filha Ana Paula, que me transforma a cada dia.

E ao meu anjinho enviado para que eu pudesse compreender que as coisas acontecem no tempo de Deus e não no nosso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me abençoou com saúde, sabedoria e coragem para chegar até aqui, mesmo com todas as dificuldades e limitações da jornada.

Ao meu orientador, Dr. Marcos Tavares Dias, pelo apoio incondicional e incansável diante das minhas dúvidas, por todos os ensinamentos, pela paciência, “puxões de orelha”, pela amizade construída, e principalmente, por não desistir de mim, mesmo receoso de que o tempo seria nosso inimigo, sou muito grata por ter me dado a oportunidade de chegar até o final deste trabalho. Muito obrigada!

À Universidade Federal do Amapá (UNIFAP) e ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical (PPGBIO), por abrir-me as portas para o mundo científico.

À Celeste Salinero e Karen Mustin, duas grandes amigas que o Mestrado me deu, obrigada pela amizade, vocês são parte integrante da nossa família.

A Mairia Lopes e Francisco Júnior, pessoas com o coração imenso, grandes amigos e exemplos de dedicação, que me acompanharam ao longo desses dois anos.

Aos meus amigos da turma do PPGBIO 2014, pelo companheirismo e pela amizade. Aprendemos juntos, sofremos juntos e sorrimos juntos. Obrigada.

À Embrapa Amapá, pelo apoio logístico e infraestrutura na execução das pesquisas para elaboração desta dissertação.

Aos colegas do Laboratório de Sanidade de Organismos Aquáticos da Embrapa Amapá, em especial ao Marcos Sidney Brito de Oliveira, Lígia Rigor Neves, Bruna Soares, Márcia Kelly R. Dias, Raissa Alves Gonçalves, Paulo Henrique Nascimento dos Santos, Dryelle de Oliveira Ferreira, Gracienhe Gomes dos Santos e Bianca Barata Gonçalves, pela amizade e ajuda nas análises de laboratório.

Ao gerente Regional da ADEPARÁ de Breves, Sr. Jamir Macêdo, pela oportunidade de conciliar as atividades profissionais com as atividades da Pós-Graduação. Aos meus colegas de trabalho, Edinaldo e Rubernilson, pelo apoio e suporte na minha busca por mais conhecimento.

A Dra. Jurema, a primeira pessoa a me incentivar a fazer a seleção o Mestrado no PPGBIO, quem acreditou em mim mais do que eu mesma. Muito obrigada!

À minha mãe Aída Helena e meu pai Augusto Cardoso, por construírem nossa família em base sólida, ensinando-nos os valores que levaremos para o resto das nossas vidas. Muitas vezes deixaram de lado seus próprios sonhos e vontades em detrimento dos nossos, acho que jamais poderei retribuir como gostaria. Espero que eu possa ser para minha filha Ana Paula

pelo menos a metade do que eles são para mim. E aos meus irmãos, Adriano Cesar e Andressa Cristina, por toda a amizade e parceria. Obrigada pelo amor incondicional, mesmo nesse nosso jeito ogro de ser. Amo vocês!

Aos meus avós Valdorina e Alberto, através deles, pude compreender por que avós são ditos “pais duas vezes”, esses que sempre participaram ativamente de nossas vidas.

A minha família macapaense, meu sogro José Ilson e minha sogra Iêda Rodrigues, por acreditarem que eu seria capaz, por tornarem a distância física da minha própria família mais suave e o fardo mais leve. Aos meus cunhados e cunhadas pela parceria e pelas risadas.

Ao meu esposo, João Gabriel, que desde o início apoiou-me, dando o suporte necessário e fazendo de tudo para que eu não desistisse mesmo nos momentos do cansaço e desmotivação. Espero sempre poder retribuir todo esse apoio e amor recebido. Te amo!

Ao meu maior presente, minha filha Ana Paula, que sem saber me mostrou que eu sou capaz de muito mais do que eu posso imaginar. Para sempre minha amada princesinha!

A todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a elaboração deste trabalho. Muito obrigada!

PREFÁCIO

Esta dissertação está dividida em dois capítulos (artigos), seguindo o formato alternativo proposto pelo Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical (PPGBIO) e segue normas da Ecology até cada capítulo. O primeiro capítulo aborda a “**Diversidade e similaridade de parasitos em *Megalechis thoracata* e *Callichthys callichthys*, Callichthyidae da Amazônia oriental (Brasil)**” e seguiu as normas do periódico **Anais da Academia Brasileiras de Ciências**, para o qual foi previamente submetido. No segundo capítulo foi realizado estudo sobre “**Fauna parasitária de *Peckoltia braueri* e *Pterygoplichthys pardalis* (Loricariidae) da Amazônia oriental, norte do Brasil**” e foi formatado para ser submetido a **Acta Scientiarum Biological Sciences**.

RESUMO

Cardoso, Adrielle Carolina Franco. Ecologia parasitária de peixes Loricariidae e Callichthyidae (Siluriformes) da bacia Igarapé Fortaleza, Estado do Amapá, norte do Brasil. Macapá, 2016. Dissertação (Mestre em Biodiversidade Tropical) – Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Tropical – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação - Universidade Federal do Amapá.

Este estudo comparou a estrutura e composição das comunidades de parasitos em *Callichthys callichthys* e *Megalechis thoracata*, e a fauna de parasitos em *Peckoltia braueri* e *Pterygoplichthys pardalis*. Os peixes foram coletados na bacia Igarapé Fortaleza, um tributário do sistema do Rio Amazonas, na região de Macapá, Estado do Amapá. Dos espécimes de *C. callichthys* (N = 38) examinados, 44,7% estavam infectados e 240 parasitos foram coletados; enquanto que dos espécimes de *M. thoracata* (N = 38) examinados, 36,8% estavam infectados por uma ou mais espécies de parasitos e 187 parasitos foram coletados. A comunidade de parasitos desses hospedeiros foi composta de *Genarchella genarchella*, *Posthodiplostomum* sp., *Eustrogyliodes* sp., *Rhabdochona* sp., *Gorytocephalus spectabilis* e Proteocephalidae gen. sp. Houve similaridade de 61% entre as comunidades de parasitos de *C. callichthys* e *M. thoracata*, que não compartilharam apenas *Posthodiplostomum* sp. e *G. spectabilis*. Além disso, riqueza de espécies, índice de Shannon e equitabilidade foram similares para ambos os hospedeiros. A variação na comunidade parasitária de *C. callichthys* e *M. thoracata*, hospedeiros simpátricos, provavelmente ocorreu devido a sua distribuição no ambiente, estrutura genética e imunológica, bem como a composição de espécies de parasitos nas comunidades. Dos espécimes de *P. braueri* (N = 39) examinados, 48,8% estavam parasitados, e foram coletados 630 metazoários, entre *Unilatus unilatus*, *Nothogirodactylus* sp., *Genarchella genarchella*, *Proteocephalus* sp., *Gorytocephalus elongorchis*, *Dolops longicauda* e Hirudinea gen. sp., com dominância de monogenoídeas. Dos espécimes *P. pardalis* (N = 33) examinados, 60,6% estavam parasitados e 120 metazoários foram coletados, tais como *U. unilatus*, *Acanthostomum gnerii* e *G. elongorchis*, com dominância desta última espécie. Não houve diferenças nas condições corporais de peixes parasitados e não parasitados para *P. braueri* e *P. pardalis*. Em geral, os parasitos desses quatro hospedeiros apresentaram dispersão agregada. A fauna parasitária de *P. braueri* e *P. pardalis* foi caracterizada por baixa diversidade de espécies de metazoários, predominantemente, por

espécies de helmintos com elevada prevalência e baixa abundância, que não influenciaram as condições corporais desses hospedeiros. Para *P. braueri*, o comprimento explica 60% da riqueza de espécies e diversidade de parasitos. Este é o primeiro relato desses parasitos para *P. braueri* e *P. pardalis*, bem como o primeiro registro de *G. gernachela*, *Rhabdochona* sp., *G. spectabilis* e *Posthodiplostomum* sp. para *C. callichthys* e *M. thoracata*.

Palavras-chave: Amazônia, Diversidade, Ecologia, Fator de condição, Parasitos, Peixes de água doce.

ABSTRACT

Cardoso, Adriele Carolina Franco. Parasites ecology in Loricariidae and Callichthyidae) fish (Siluriformes) from the Igarapé basin, State of Amapá, Northern Brazil. Macapá, 2016. Dissertação (Mestre em Biodiversidade Tropical) – Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Tropical – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação - Universidade Federal do Amapá.

This study compared the structure and composition of parasite communities in *Callichthys callichthys* and *Megalechis thoracata*, and parasitic fauna of *Peckoltia braueri* and *Pterygoplichthys pardalis*. This fish were collected in the Igarapé Fortaleza basin, a tributary of the Amazon River sistem, in the region of Macapá, Amapá State. Of specimens from *C. callichthys* (N = 38) examined, 44.7% were parasitized and 240 parasites were collected, while 36.8% of the specimens *M. thoracata* (N = 38) were parasitized by one or more parasite species and 187 parasites were collected. The parasites community of these hosts was composed by *Genarchella genarchella*, *Posthodiplostomum* sp., *Eustrogyliodes* sp., *Rhabdochona* sp., *Gorytocephalus spectabilis* and Proteocephalidae gen. sp. There was a similarity of 61% beteen the parasite communities of *C. callichthys* and *M. thoracata*, becuase these hosts not share only *Posthodiplostomum* sp. and *G. spectabilis*. Furthermore, the richness of parasites species, evenness and Shannon index between for these two hosts were similar. The variation in parasites community of *C. callichthys* and *M. thoracata*, both sympatric host; probably, was due to their distribution in the environment, genetic and immunological structure and composition of parasite species on assemblies. Of specimens from *P. braueri* (N = 39) examined, 48.8% were parasitized, and 630 metazoan such as *Unilatus unilatus*, *Nothogirodactylus* sp., *Genarchela genarchela*, *Proteocephalus* sp., *Gorytocephalus elongorchis*, *Dolops longicauda* and Hirudinea gen. sp. were collected, but

the dominance was of monogenoideans. Of *P. pardalis* (N = 33) examined, 60.6% were parasitized and 120 parasites such as *U. unilatus*, *Acanthostomum gnerii* and *G. elongorchis* were collected, with dominance of this last species. In *P. braueri* and *P. pardalis*, there were no differences in body condition of fish parasitized and non-parasitized. In general, the parasites of these four host fish presented aggregated dispersion. The parasitic fauna of *P. braueri* and *P. pardalis* was characterized by low species diversity of metazoan parasites with predominance of helminths species, and with high prevalence and low abundance, which did not affect the body condition of these hosts. For *P. braueri*, the host length explained 60% of species richness and diversity of parasites. This is the first report of these parasites for *P. braueri* and *P. pardalis* and the first record of *G. gernachela*, *Rhabdochona* sp., *G. spectabilis* and *Posthodiplostomum* sp. for *M. thoracata* and *C. callichthys*.

Keywords: Amazon, Diversity, Ecology, Factor of condition, Parasites, Freshwater fish.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	13
1. 1. A BACIA DO IGARAPÉ FORTALEZA.....	14
1. 2. ESPÉCIES DE PEIXES SILURIFORMES.....	16
1. 3. PARASITOS DAS ESPÉCIES DE PEIXES.....	20
1. 4. RELAÇÃO PESO-COMPIMENTO.....	23
2. PROBLEMA.....	24
3. HIPÓTESES.....	24
4. OBJETIVOS.....	25
4. 1. OBJETIVO GERAL.....	25
4. 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	25
5. REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL.....	26
CAPÍTULO 1.....	35
<i>Diversidade e similaridade de parasitos em <i>Megalechis thoracata</i> e <i>Callichthys callichthys</i>, Callichthyidae da Amazônia Oriental (Brasil).....</i>	<i>36</i>
RESUMO.....	37
Introdução.....	38
Materiais e métodos.....	39
<i>Área de estudo e coleta dos peixes.....</i>	<i>39</i>
<i>Procedimentos de coleta e análises dos parasitos.....</i>	<i>41</i>
Resultados.....	41
Discussão.....	50
Agradecimentos.....	52
Referências.....	52
CAPÍTULO 2.....	55
<i>Fauna de metazoários parasitando <i>Peckoltia braueri</i> e <i>Pterygoplichthys pardalis</i> (Loricariidae) da Amazônia Oriental, Norte do Brasil.....</i>	<i>56</i>
RESUMO.....	57
INTRODUÇÃO.....	58
MATERIAL E MÉTODOS.....	58
<i>Área de estudo e coleta dos peixes.....</i>	<i>59</i>
<i>Análises dos parasitos.....</i>	<i>61</i>

RESULTADOS.....	61
DISCUSSÃO.....	65
AGRADECIMENTOS.....	68
REFERÊNCIAS.....	68
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	73

1. INTRODUÇÃO GERAL

A pesca de água doce é uma das atividades mais antigas exercidas pelo homem da Amazônia. Os recursos pesqueiros são a principal fonte de proteína para comunidades ribeirinhas, as quais têm os maiores valores de consumo per-capita de pescado do mundo (Petrere Júnior et al. 2007). Diversos peixes de diferentes ordens são consumidos, principalmente espécies de Characiformes, Perciformes e Siluriformes.

Siluriformes são uma das grandes ordens de peixes da região neotropical (Baumgartner et al. 2012) e possuem vários representantes. As espécies desse grupo possuem o corpo nu ou revestido por placas dérmicas e hábitos de vida geralmente associados às porções mais próximas do substrato. Entre esses peixes estão às espécies de Loricariidae e Callichthyidae.

Loricariidae são peixes que estão distribuídos na América do Sul e Central (Ferraris-Jr 2003, 2007). Essa família, a mais rica entre os Siluriformes no mundo, possui 871 espécies válidas distribuídas em 106 gêneros e sete subfamílias - Loricariinae, Ancistrinae, Delturinae, Hypostominae, Hypotopomatinae, Lithogeneinae e Neoplecostominae (Froese e Pauly 2015). Peixes bentônicos e detritívoros alimentam-se de organismos associados ao fundo de lagos, rios, igarapés e cachoeiras, bem como de outros ambientes (Mazzoni et al. 2010 a,b, Santos et al. 2006, Soares et al. 2011). Devido à sua resistência e popularidade, muitas espécies de Loricariidae de interesse para aquarofilia foram introduzidos em muitos países ao redor do mundo, por exemplo, EUA, Filipinas, Taiwan e Turquia (Golani e Snovsky 2013).

Callichthyidae são peixes distribuídos na América do Sul, em países tais como Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana Francesa, Paraguai, Peru, Suriname e Trinidad e Tobago. No Brasil, esses peixes têm ampla distribuição nas áreas de drenagem de praticamente todas as bacias hidrográficas. Possui centenas de espécies agrupadas em oito gêneros, com espécimes de tamanho variando de pequeno a médio. Geralmente, esses Siluriformes habitam diferentes ambientes, tais como fundo lamacento dos igarapés, lagos e rios, incluindo aqueles com níveis críticos de oxigênio dissolvido (Pinheiro et al. 2013). São peixes caracterizados por apresentar espécies com duas séries de placas na lateral do corpo, linha lateral reduzida, osso antiorbital lacrimal ausente, séries infraorbital reduzidas para dois ossos e dentes pré-maxilares ausentes nos adultos. Uma importante característica dos indivíduos dessa família é a presença de órgão acessório à respiração, localizado no intestino, o que lhes dá condição de sobrevivência em situação de anoxia (Reis 2003).

A maioria das espécies de Callichthyidae é bentônica, de hábito alimentar noturno e consomem principalmente invertebrados aquáticos tais como microcrustáceos e insetos, inclusive detritos vegetais (Hahn et al. 1997).

Devido a importância econômica e social dos Siluriformes, estudos têm dado atenção aos parasitos de algumas espécies de Loricariidae (Thatcher 1981, Takemoto et al. 2009, Kohn et al. 2011, Porto et al. 2012, Gonçalves et al. 2013) e Callichthyidae (Abdallah et al. 2006, Lacerda et al. 2009, Takemoto et al. 2009, Azevedo et al. 2010, Tavares-Dias et al. 2010, Ramos et al. 2011, Fernandes et al. 2011, Eiras et al. 2012, Pinheiro et al. 2013). Porém, estes estudos envolvem poucas espécies dessas duas famílias de peixes.

Os estudos dos parasitos de populações naturais de peixes têm por finalidade ampliar o conhecimento sobre a relação parasito-hospedeiro-ambiente, bem como as distintas estratégias usadas pelos parasitos e seus aspectos ecológicos (Eiras et al. 2006, Silva et al. 2011, Azevedo et al. 2011) e zoológicos. Sempre existiu uma grande preocupação dos pesquisadores em se estudar parasitos de peixes, principalmente de espécies de interesse econômico (Mazzoni et al. 2010 a,b) ou biológico. Parasitos são componentes da biodiversidade dos ecossistemas (Poulin e Fitzgerald 1987, Poulin e Morand 2004, Rohlenová et al. 2011, Costa-Pereira et al. 2014, Tavares-Dias et al. 2015, Chapman et al. 2015) e biomassa (Kuris et al. 2008). As infracomunidades de parasitos têm relevância nas cadeias alimentares, uma vez que podem interferir na estrutura das comunidades de populações de peixes (Poulin e Fitzgerald 1987, Amundsen et al. 2009, Dunne et al. 2013). Portanto, é relevante conhecer as infracomunidades e comunidade componente dos parasitos em populações naturais de peixes das espécies de *Peckoltia* Miranda Ribeiro, 1912 (Loricariidae), *Pterygoplichthys* Gill, 1858 (Loricariidae), *Callichthys* Scopoli, 1777 (Callichthyidae) e *Megalechis* Reis, 1997 (Callichthyidae), todos siluriformes da bacia Igarapé Fortaleza, região do estado do Amapá (Brasil).

1.1. A BACIA IGARAPÉ FORTALEZA

A bacia do Igarapé Fortaleza abrange uma superfície de aproximadamente 195 km, compreendida entre as latitudes 00°05'13'' N e 00°03'43'' S, e as longitudes 51°04'37'' W e 51° 09'57'' W. Estende-se do Rio Amazonas até a Lagoa dos Índios, na área urbana dos municípios de Macapá e Santana, estado do Amapá, na região da Amazônia oriental, possui um canal principal e pequenas bacias de drenagem que tornam-se alagadas no período chuvoso. Além disso, sofre a influência diária das marés do Rio Amazonas, constituindo então extensas áreas inundáveis e conhecidas regionalmente como “ressacas” (Takiyama et al.

2004, Gama e Halboth 2003, Bitencourt et al. 2014, Tavares-Dias et al. 2015). Essa ligação com o Rio Amazonas ocasiona também a entrada de nutrientes e alimentos para os animais aquáticos (Takiyama et al. 2004).

As áreas da planície de inundação da bacia Igarapé Fortaleza, situadas nas áreas urbanas e peri-urbanas desses dois municípios, são de proteção ambiental. Porém, têm sido muito exploradas pelo homem no estabelecimento de moradias, aterramento, queimadas, despejos de resíduos sólidos e dejetos, bem como para atividades de bubalinocultura e cultivo de peixes (Takiyama et al. 2004). Em todas as situações ocorrem interferências sobre a dinâmica aquática, seja através dos aterros que reduzem ou interrompem a circulação das águas, seja através dos canais criados pelos búfalos que impedem a retenção das águas nestes alagados, aumentando a velocidade de escoamento no final do período chuvoso (Gama e Halboth 2003).

Quatro rios estuarinos próximos às cidades de Macapá e Santana foram analisados, no período de setembro de 1999 a setembro de 2002, onde evidenciaram-se parâmetros bacteriológicos com significativo grau de comprometimento e degradação. Indicando riscos à saúde pública e aos ecossistemas aquáticos da bacia do Igarapé Fortaleza (Cunha et al. 2004).

No período chuvoso as águas que se espalham sobre a planície são muito enriquecidas em nutrientes; devido à rápida decomposição de gramíneas e restos de animais, ou à camada húmida da floresta. Isso leva ao crescimento excessivo de microorganismos, seguido de grande explosão da vegetação e macroinvertebrados (insetos, crustáceos, moluscos) usados como alimentos pelos peixes. A biomassa de peixes aumenta rapidamente durante as cheias do sistema do Rio Amazonas, incluindo a bacia Igarapé Fortaleza, em grande parte devido ao rápido crescimento das formas jovens. A vegetação das áreas de planície de inundação apresenta características essenciais para o desenvolvimento da dinâmica desse ecossistema aquático singular, propiciando abrigo, refúgio e alimentos para larvas, alevinos e adultos de peixes, crustáceos, insetos, anfíbios, aves e pequenos mamíferos (roedores e ruminantes) (Pio Corrêa 1931, Silva et al. 1977, Rodrigues 1989, Pott e Pott 2000, Miranda et al. 2001).

Devido à oferta de alimento nas áreas alagáveis, uma grande quantidade e diversidade de invertebrados utilizam essas áreas como fonte de recursos, servindo então como uma importante fonte nutricional para os peixes (Claro-Jr et al. 2004, Chapman et al. 2015). Assim, os estudos sobre as comunidades parasitárias em populações de peixes pode auxiliar na inferência da presença de invertebrados componentes dos ecossistemas aquáticos tais como a bacia Igarapé Fortaleza. Entre as espécies de peixes siluriformes, dessa bacia do sistema do Rio Amazonas, estão *P. braueri* e *P. pardalis* (Loricariidae), *C. callichthys* e *M. thoracata*

(Callichthyidae), espécies-alvo deste estudo sobre a estrutura da comunidade componente parasitária.

1. 2. ESPÉCIES DE PEIXES SILURIFORMES

A ordem Siluriforme é um grupo de peixes cosmopolita ocorrendo na Ásia, África, Europa, Américas e Oceania. Essa ordem inclui mais de 3.550 espécies distribuídas em 37 famílias, vulgarmente conhecidas como bagres, acaris, bodós ou cascudos de água doce (Froese e Pauly 2015), peixes caracterizados pelo corpo sem escamas, revestido por pele nua ou placas ósseas, e por apresentarem também barbilhões ao redor da boca. Os dentes são pequenos e curvos, agrupados em faixas ou placas semelhantes a uma lixa. As nadadeiras peitorais e dorsais são geralmente guarnecidas com espinhos providos de serras nas margens. Muitas espécies apresentam o corpo achatado dorsoventralmente, adaptado à vida bentônica. A maioria possui hábitos noturnos ou crepusculares. Muitas espécies são carnívoras, no entanto, algumas alimentam-se principalmente de algas (lodo), que são raspadas de folhas, pedras ou galhos submersos. Várias espécies têm a capacidade de respirar o ar atmosférico, o que lhes possibilita habitar ambientes não suportados por outros grupos de peixe (Santos et al. 2004, Froese e Pauly 2015).

O gênero *Peckoltia* tem atualmente 15 espécies encontradas nas bacias da costa da América do Sul (Amazonas, Orinoco e nas bacias costeiras das Guianas) e no Pacífico (Equador). Segundo Armbruster (2005), *P. braueri* é uma das espécies desse gênero descritas para todo o Escudo das Guianas, mas existem muitas espécies ainda não descritas.

Peckoltia braueri Eigenmann, 1912 (= *Hemiancistrus braueri*) (Figura 1) é um loricarídeo com distribuição nas regiões tropicais da América do Sul, principalmente na bacia amazônica. O habitat desse peixe é composto por corredeiras com grandes pedregulhos e tem comprimento máximo de 10,3 cm. Diferem-se da maioria das espécies do gênero *Peckoltia* por ter uma faixa laranja na nadadeira dorsal e linhas pretas finas e onduladas que tendem a cobrir as placas e ossos da cabeça (Fisch-Muller 2003, Froese e Pauly 2015).



Figura 1 - *Peckoltia braueri* da bacia Igarapé Fortaleza, estado do Amapá, Amazônia oriental.

Pterygoplichthys pardalis Castelnau, 1855 (= *Liposarcus pardalis*) (Figura 2) é um Loricariidae nativo da América do Sul, especificamente da bacia do Rio Amazonas. Porém, foi introduzida também em países fora de sua área nativa. Em Israel, *Pterygoplichthys* spp. são peixes populares em aquários. Sua ocorrência também no Lago Kinneret, em Israel, ocorre provavelmente devido à liberação de aquário ou escapes (Golani e Snovsky 2013). Possui respiração facultativa e uma espécie de grande porte, uma vez que apresenta comprimento total máximo de 42,3 a 50,0 cm. Comercialmente, é uma das espécies de loricarídeo mais importante para a Amazônia (Baumgartner et al. 2012, Porto et al. 2012). Quando em água com deficiência em oxigênio, o estômago extremamente vascularizado funciona como órgão de respiração acessória. Por causa desta função, o alimento não fica retido no estômago e vai direto para o intestino. Possui um intestino extremamente longo e enovelado, com cerca de 18 vezes o seu comprimento total o que auxilia na digestão da matéria orgânica ingerida (Porto et al. 2012).



Figura 2 - *Pterygoplichthys pardalis* da bacia Igarapé Fortaleza, estado do Amapá, Amazônia oriental.

Detrito é a mais importante fonte de alimentos das planícies de inundação dos sistemas do Rio Amazonas, pois cerca de 40% da ictiomassa utiliza esse recurso Amazônia (Baumgartner et al. 2012, Porto et al. 2012). Devido ao seu comportamento sedentário, habitando o fundo de lagos, rios e igarapés como outros loricarídeos, *P. pardalis* e *P. braueri* são peixes onívoros, predominantemente detritívoro, alimentando-se de matéria orgânica particulada, filamentos de algas unicelulares e microorganismos associados tais como protozoários fungos e bactérias (Mazzoni et al. 2010 a,b, Santos et al. 2006, Soares et al. 2011, Lujan et al. 2015). Na aquariofilia é usado também, geralmente, para manter os aquários limpos, uma vez que se alimentam de algas das paredes do vidro ou pedras.

Callichthys callichthys Linnaeus, 1758 (Figura 3) é um Callichthyidae que apresenta o corpo cinza escuro, pouco mais claro na região ventral, nadadeiras com pigmentos escuros dispersos, principalmente sobre os raios. Corpo alongado e coberto por duas séries de placas laterais altas, as quais são ausentes na região abdominal e boca terminal. Ossos coracóides cobertos por uma pele espessa, barbilhões relativamente longos e nadadeira caudal truncada. Altura do corpo contida entre 3,9 e 5,5 cm, do pendunculo caudal entre 5,5 a 7,1 cm, e comprimento da cabeça entre 3,6 a 4,2 cm (Baumgartner et al. 2012). Possui ampla distribuição geográfica nas bacias dos rios Amazonas, Araguaia, Paraguai, Uruguai, Madeira, São Francisco, Paraná e bacias Costeiras do Sul e Sudeste (Britto 2007). Provavelmente, foi introduzido na bacia do Rio Iguaçu (Brasil), por ser utilizado por alguns pescadores como isca viva. Na planície de inundação do alto Rio Paraná, essa espécie é encontrada em riachos, lagoas e canais alimentando-se de pequenos peixes, insetos e vegetais (Hahn et al. 2004). No Rio Miranda, Pantanal do Mato Grosso do Sul, espécimes de *C. callichthys* foram encontrados alimentando-se de rotíferos com predominância de *Philodinae lecani*, tecamebas,

microcrustáceos, restos de vegetais, algas, insetos e areia. Porém, em igarapés da Amazônia verificou-se que esse peixe alimenta-se predominantemente de insetos (Resende et al. 2000).



Figura 3 - *Callichthys callichthys* da bacia Igarapé Fortaleza, estado do Amapá, Amazônia oriental.

Megalechis thoracata Valenciennes 1840 (Figura 4) é um Callichthyidae que se encontra distribuído ao longo da América do Sul, nos rios Amazonas, Orinoco e bacias do alto Paraguai, bem como rios costeiros das Guianas (Reis et al. 2005). Assim como *C. callichthys*, *M. thoracata* possui hábito principalmente noturno, são encontradas perto das margens dos córregos, procurando o fundo. Esses peixes movimentam as barbatanas através das partículas de sedimentos da camada de substrato e ao localizar a presa, investem rapidamente por imersão do focinho no substrato para agarrá-la (Brejão et al. 2013).



Figura 4 - *Megalechis thoracata* da bacia Igarapé Fortaleza, estado do Amapá, Amazônia oriental.

1.3. PARASITOS DAS ESPÉCIES DE PEIXES

O conhecimento da parasitofauna de populações de peixes é de particular interesse não apenas em relação à saúde dos hospedeiros, mas também para entender as relações ecológicas desses com o ambiente (Poulin e Fitzgerald 1987, Poulin e Morand 2004, Rohlenová et al. 2011, Takemoto et al. 2009, Hoshino et al. 2014, Costa-Pereira et al. 2014, Rodrigues et al. 2014, Dias et al. 2015, Chapman et al. 2015). Em peixes, as infecções parasitárias podem causar perdas na indústria da aquicultura e pesca, além de causar danos à saúde do homem. Parasitos podem afetar significativamente a biomassa de peixes hospedeiros, pois muitas vezes aumentam a mortalidade, reduzem o estado nutricional e crescimento, interferindo na competição intra e interespecífica e aumentando a susceptibilidade da população de peixes à predação (Poulin e Fitzgerald 1987, Lagrue et al. 2011, Lacerda et al. 2013a, Gómez e Nichols 2013, Rodrigues et al. 2014, Dias et al. 2015). Portanto, os parasitos têm um papel importante na manutenção da diversidade biológica e comportamental de seus hospedeiros (Poulin e Fitzgerald 1987, Combes 1996, Renaud et al. 1996, Hoshino et al. 2014, Rodrigues et al. 2014). Os parasitos podem atuar como indicadores da posição trófica na cadeia alimentar, além de fornecer informações relevantes sobre a evolução da espécie hospedeira, histórico demográfico e padrões migratórios (Gómez e Nichols 2013). Devido ao papel desempenhado pelos parasitos nos ecossistemas naturais, identificar os hospedeiros com elevada diversidade parasitária, bem como as áreas com baixa diversidade parasitária, é fundamental para entendimento completo do funcionamento da biosfera (Poulin e Fitzgerald 1987, Luque e Poulin 2007).

A biodiversidade parasitária é importante devido ao papel-chave que desempenha nos ecossistemas, regulando a abundância ou densidade das populações de peixes hospedeiros, estabilizando as cadeias alimentares e estruturando comunidades. A compreensão dos diversos efeitos de parasitos de peixes em seus hospedeiros é, portanto, fundamental para o desenvolvimento e manutenção da pesca mundial e aquicultura (Barber et al. 2000). Atualmente, a biodiversidade dos ecossistemas de água doce da América Latina está ameaçada, principalmente por problemas ambientais decorrentes da degradação dos ecossistemas. Assim, os parasitos de populações naturais de peixes devem ser considerados alvos de conservação, por não serem menos relevantes que seus hospedeiros (Gómez e Nichols 2013). Portanto, o conhecimento da diversidade de parasitos e se há ou não um declínio dos mesmos, é de grande importância para a gestão ambiental e conservação (Luque e Poulin 2007).

Em populações naturais de peixes, vários fatores influenciam a diversidade e estrutura das infracomunidades de parasitos, tais como habitat, idade, tamanho e história de vida, particularmente em relação ao seu nível trófico (Poulin e Fitzgerald 1987, Poulin e Morand 2004, Takemoto et al. 2009, Rohlenová et al. 2011, Hoshino et al. 2014, Rodrigues et al. 2014, Dias et al. 2015, Chapman et al. 2015). Diferenças na posição trófica da cadeia alimentar podem proporcionar divergências nas comunidades de endoparasitos entre espécies de peixes, tanto em composição quanto em estrutura, pois essa fauna é relacionada ao hábito alimentar e dieta. Características tais como o sedentarismo e migração também podem afetar a fauna de ectoparasitas em populações naturais de peixes. Uma forma de avaliar a importância do parentesco dos hospedeiros e dos fatores ecológicos para as comunidades de parasitos é a análise de diferentes espécies hospedeiras, porém relacionadas (Morand et al. 2000).

Outro fator que pode influenciar na composição da parasitofauna em peixes é a sua origem na área, ou seja, se eles são hospedeiros nativos ou não nativos. A introdução de hospedeiros não nativos pode trazer consequências imprevisíveis, tanto para a espécie não nativa, quanto para a espécie nativa, influenciadas pela frequência com que a população não nativa foi introduzida no novo ambiente, complexidade do ciclo de vida dos parasitos, idade do hospedeiro, entre outros fatores (Kennedy e Pojmanska 1996, Lacerda et al. 2013b, Bittencourt et al. 2014, Ondračková et al. 2014).

O tamanho corporal do hospedeiro pode ser um parâmetro relativamente confiável para avaliar fatores ligados à susceptibilidade às infecções parasitárias. Além disso, a imunidade adquirida, diferença de idade e exposição do hospedeiro podem ser também responsáveis pela variação da susceptibilidade e, portanto, influenciando a abundância de

parasitos. Na ausência de imunidade adquirida, quando relacionando indivíduos de uma mesma espécie, os maiores consomem maior quantidade e em alguns casos também uma maior diversidade de itens alimentares e, portanto, tem maiores riscos de infecção endoparasitárias de origem trófica quando comparados aos peixes menores, os quais são mais novos. Hospedeiros maiores também têm maior área de superfície externa, tornando-os mais vulneráveis a ectoparasitos ou penetração de parasitos pela pele quando comparados aos peixes menores, de uma espécie. Além disso, os indivíduos maiores são geralmente mais velhos, e portanto, tiveram mais tempo para acumular parasitos que os menores que são mais jovens. Portanto, diferenças no tamanho corporal dos hospedeiros podem estar diretamente associadas com diferentes níveis de infecção de parasitos (Ward et al. 2002, Rolbiecki 2006, Walker et al. 2008, Poulin e Leung 2011, Poulin 2013, Rodrigues et al. 2014, Lagrue e Poulin 2015).

Em geral, os peixes de água doce apresentam dispersão agregada de parasitos (Paraguassú e Luque 2007, Hoshino et al. 2014, Gonçalves et al. 2013, Rodrigues et al. 2014, Dias et al. 2015, Tavares-Dias et al. 2015), ou seja, poucos hospedeiros abrigam um grande número de parasitas, enquanto muitos hospedeiros albergam alguns parasitos ou não são parasitados. Porém, os padrões de distribuição das infracomunidades de parasitos são pouco conhecidos, principalmente para os peixes amazônicos (Lacerda et al. 2013a).

Poucos estudos sobre a fauna parasitária de espécies de Callichthyidae têm sido conduzidos (Abdallah et al. 2006, Thatcher 2006, Takemoto et al. 2009, Azevedo et al. 2010, Pinheiro et al. 2013, Morais e Malta 2014) e Loricariidae (Thatcher 2006, Takemoto et al. 2009, Kohn et al. 2011, Porto et al. 2012, Gonçalves et al. 2013). Porém, para espécies de Loricariidae tem sido registrado monogenoideas *Trinigyryus* Hanek, Molnar e Fernando, 1974; *Onychogryrodactylus* Kritsky, Vianna & Boeger, 2007; *Nothogryrodactylus* Kritsky & Boeger, 1991; *Oögyrodactylus* Harris, 1983; *Unilatus* Mizelle & Kritsky, 1967; *Aglaigyrodactylus* Kritsky, Vianna & Boeger, 2007; *Hyperopletes* Boeger, Kritsky & Belmont-Jégu; *Phanerothecium* Kritsky & Thatcher, 1977; *Phanerothecioides* Kritsky, Vianna & Boeger, 2007; *Paranaella* Kohn, Baptista-Farias & Cohen, 2000 e *Demidospermus* Suriano, 1983 (Tavares-Dias et al. 2010, Cohen et al. 2013); nematoides *Raphidascaris* Railliet & Henry, 1915, *Paracapillaria* Moravec, 1987, *Capillaria* Zeder, 1800, *Cucullanus* Müller, 1777, *Contracaecum* Railliet & Henry, 1912, *Hysterothylacium* Ward & Magath, 1917, *Ichthyouris* Inglis, 1962, *Eustrongylides* e *Parasynodontisia* Moravec, Kohn & Fernandes 1992 (Luque et al. 2011) e espécies de acantocéfalos *Gracilisentis variabilis* Diesing, 1856 e *Gorytocephalus elongorchis* Thatcher, 1979 (Santos et al. 2008). Porém, *Trinigyryus mourei*

Boeger & Belmont-Jégu, 1994 e *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus* Travassos, Artigas & Pereira, 1928 foram relatados parasitando *Squaliforma emarginata* da Amazônia oriental (Gonçalves et al. 2013). Porém, a fauna parasitária de *M. thoracata* e *P. braueri* é desconhecida.

Estudos relataram que *Pterygoplichtys pardalis* tem sido infectado por monogenoideas *Unilatus* spp. e *Heteropriapulius* spp.; digeneas *Odhnerio tremamicrocephala*, *Megacoelium spinispecum* e *Austrodiplostomum compactum* e acantocéfalos *Gorytocephalus* sp. (Thatcher 1981, Luque et al. 2011, Porto et al. 2012, Mendoza Franco et al. 2012). Portanto, *P. pardalis* abriga uma fauna de helmintos com relativa distribuição geográfica. Para *C. callichthys* tem sido descrito somente infecções por larvas de *Eustrongylides* sp. na cavidade abdominal de hospedeiros do Brasil (Luque et al. 2011) e *Margaritaella gracilis* para hospedeiros da Argentina (Arredondo e Pertierra 2012). Apesar da importância econômica dessas quatro espécies de Siluriformes, não há estudos sobre os parasitos de *M. thoracata* e *P. braueri*. Assim, são necessários estudos sobre as comunidades e diversidade de parasitos em *P. braueri*, *P. pardalis*, *C. callichthys* e *M. thoracata*.

Em populações de peixes habitando um mesmo ambiente (simpatria) e que são ecologicamente similares e geneticamente relacionadas, aumenta a possibilidade dessas populações de hospedeiros apresentar similar estrutura e composição das comunidades de parasitos (Poulin e Fitzgerald 1987, Guidelli et al. 2003, Tavares e Luque 2008, Alarcos e Timi 2012). Porém, as comunidades de parasitos são sistemas ecológicos altamente complexos e dinâmicos, resultantes da interação de diferentes fatores bióticos (idade, sexo, imunidade, tamanho, genética, migração, ecologia, reprodução, fisiologia, composição dos invertebrados etc.) e abióticos (sazonalidade, temperatura, concentração de oxigênio dissolvido, etc.) (Poulin e Fitzgerald 1987, Guidelli et al. 2003, Tavares e Luque 2008, Alarcos e Timi 2012, Alcântara e Tavares-Dias 2015). Assim, podem ser esperadas variações nos níveis de infecções parasitárias em diferentes populações de hospedeiros vivendo em simpatria (Alarcos e Timi 2012, Alcântara e Tavares-Dias 2015).

1.4. RELAÇÃO PESO-COMPRIMENTO

A equação da relação peso-comprimento pode fornecer informações sobre o crescimento relativo de uma determinada espécie, usando a equação $W = a.L^b$, onde os valores estimados da constante regressão (**b**) podem variar de 2,50 a 3,50 (Le-Cren 1951). Essa ampla variação de *b* ocorre em função de fatores bióticos e abióticos (Le-Cren 1951; Gomiero e Braga 2003). O parâmetro **a** é o coeficiente linear da relação peso-comprimento,

sendo o intercepto na forma logarítmica, enquanto, o parâmetro b é o coeficiente angular da forma aritmética da relação peso comprimento e a inclinação da linha de regressão na forma logarítmica. Assim, quando b é três indica crescimento isométrico, ou seja, o peso aumenta proporcionalmente com o comprimento. No entanto, quando b é menor ou maior que três indica crescimento alométrico (Le-Cren 1951, Tavares-Dias et al. 2010, Araújo et al. 2011, Tavares-Dias et al. 2011).

A relação peso-comprimento é uma importante ferramenta nos estudos de biologia, fisiologia e ecologia pesqueira. Esta relação é útil para determinar o peso e a biomassa, quando apenas as medidas de comprimento são avaliadas e permite comparações entre o crescimento de diferentes populações de peixes (Le-Cren 1951, Tavares-Dias et al. 2006, Tavares-Dias et al. 2010, Tavares-Dias et al. 2011, Araújo et al. 2011). Além disso, pode-se determinar possíveis diferenças entre estoques de uma mesma população de peixes (Tavares-Dias et al. 2011, Araújo et al. 2011), parasitados e não parasitados, usando o fator de condição, que é estimado a partir do peso e comprimento corporal dos peixes. Assim, o fator de condição pode ser um indicador biológico para avaliar o grau de bem-estar ou condição corporal de uma população de peixes (Tavares-Dias et al. 2010). Em geral, é esperado que os parasitos muitas vezes reduzam a condição corporal dos peixes, assim os indivíduos infectados teriam menor peso que os não infectados, devido aos efeitos patológicos dos parasitos albergados, que aumentam com intensidade de infecção. Assim, peixes muito parasitados deveriam apresentar uma menor condição corporal quando comparados aos membros de mesma espécie, ou indivíduos não infectados ou indivíduos infectados com carga parasitária menor (Gomiero et al. 2012, Lagrue e Poulin 2015).

2. PROBLEMA

Populações de hospedeiro simpátricos podem apresentar uma potencial similaridade na estrutura das comunidades de parasitos. Há semelhança nas comunidades parasitárias de *Megalechis thoracata* e *Callichthys callichthys*, ambos Callichthyidae da bacia Igarapé Fortaleza? Como está constituída a fauna parasitária de *Peckoltia braueri* e *Pterygoplichtys pardalis*, dois Loricariidae da bacia Igarapé Fortaleza?

3. HIPÓTESES

1. A comunidade componente e diversidade dos parasitos de *M. thoracata* e *C. callichthys* é similar, pois são espécies de Callichthyidae de um mesmo ambiente (simpatria) e com hábito de vida semelhante. *P. braueri* e *P. pardalis*

2. A fauna de parasitos de *M. thoracata*, *C. callichthys*, *P. braueri* e *P. pardalis* está constituída por ectoparasitos e endoparasitos comuns a outras espécies da bacia Igarapé Fortaleza.
3. As quatro espécies de siluriformes apresentam uma distribuição uniforme dos parasitos, o padrão de dispersão esperado para peixes.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GERAL

Investigar a estrutura e composição da comunidade parasitária em *C. callichthys*, *M. thoracata*, *P. braueri* e *P. pardalis* da bacia Igarapé Fortaleza, Estado do Amapá, norte do Brasil.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar a fauna parasitária de *C. callichthys* e *M. thoracata*;
- Estudar a fauna parasitária de *P. braueri* e *P. pardalis*;
- Descrever a correlação do tamanho dos hospedeiros com a abundância de parasitos em *C. callichthys*, *M. thoracata*, *P. braueri* e *P. pardalis*;
- Estudar o nível de infecção (prevalência, intensidade média e abundância média) em *C. callichthys*, *M. thoracata*, *P. braueri* e *P. pardalis*;
- Estudar a diversidade e similaridade parasitária em *C. callichthys*, *M. thoracata*, *P. braueri* e *P. pardalis*;
- Analisar o tipo de distribuição espacial dos parasitos em *C. callichthys*, *M. thoracata*, *P. braueri* e *P. pardalis*;
- Comparar o fator de condição relativo (Kn) de *C. callichthys* e *M. thoracata* parasitados e não parasitados, e *P. braueri* e *P. pardalis* parasitados e não parasitados.

5. REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL

- Abdallah, V. D., R. K. Azevedo, and J. L. Luque. 2006. Ecologia de comunidade do tamboatá *Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828) (Siluriformes: Callichthyidae) do Rio Guandu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, **28**: 413-419.
- Alarcos, A. J., and J. T. Timi. 2012. Parasite communities in three sympatric flounder species (Pleuronectiformes: Paralichthyidae): similar ecological filters driving toward repeatable assemblages. *Parasitology Research*, **110** (6): 2155-2166.
- Alcântara, N. M., & M. Tavares-Dias. 2015. Structure of the parasites communities in two Erythrinidae fish from Amazon River system (Brazil) Estrutura da comunidade de parasitos em dois peixes Erythrinidae do sistema do Rio Amazonas (Brasil). *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology, Jaboticabal*, **24** (2): 183-190.
- Ambruster, W. 2005. *Peckoltia cavatica*, a new loricariid catfish from Guyana and a redescription of *P. braueri* (Eigenmann 1912) (Siluriformes). *Zootaxa*, **882**: 1–14.
- Amundsen, P. A., K. D. Lafferty, R. Knudsen, R. Primicerio, A. Klemetsen, and A. M. Kuris. 2009. Food web topology and parasites in the pelagic zone of a subarctic lake. *Journal of Animal Ecology*, **78**: 563-572.
- Araújo, C. C. D. E., M. N. Flynn, and W. R. L. Pereira. 2011. Fator de condição e relação peso-comprimento de *Mugil curema* Valenciennes, 1836 (Pisces, Mugilidae) como indicadores de estresse ambiental. *Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, **4** (3): 51-64.
- Arredondo, N. J., and A. A. G. Pertierra. 2012. *Margaritaella gracilis* gen. n. et sp. n. (Eucestoda: Proteocephalidea), a parasite of *Callichthys callichthys* (Pisces: Siluriformes) from the Paraná River basin, Argentina. *Folia Parasitologica*, **59** (2): 99–106.
- Azevedo, R. K., V. D. Abdallah, and J. L. Luque. 2010. Acanthocephala, Annelida, Arthropoda, Myxozoa, Nematoda and Platyhelminthes parasites of fishes from the Guandu River, Rio de Janeiro, Brazil. *Check List*, **6**: 659-667.
- Azevedo, R. K., V. D. Abdallah, and J. L. Luque. 2011. Biodiversity of fish parasites from Guandu River, Southeastern Brazil: an ecological approach. *Neotropical Helminthology*, **5**: 185-199.
- Barber, I., D. Hoare, and J. Krause. 2000. Effects of parasites on fish behaviour: a review and evolutionary perspective. *Fish Biology and Fisheries*, **10**: 131-165.
- Baumgartner, G., C. S. Pavanelli, D. Baumgartner, A. G. Bifi, T. Debona, and V. A. Frana. 2012. Peixes do baixo Rio Iguaçu. Maringá: EDUEM.

- Bittencourt, L. S., D. A. Pinheiro, M. Q. Cárdenas, B. M. Fernandes, and M. Tavares-Dias. 2014. Parasites of native Cichlidae populations and invasive *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) in tributary of Amazonas River (Brazil). *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, **23** (1): 44-54.
- Brejão, G. L., P. Gerhard, and J. Zuanon. 2013. Functional trophic composition of the ichthyofauna of forest streams in eastern Brazilian Amazon. *Neotropical Ichthyology*, **11** (2), 361-373.
- Britto, M. R. 2007. Família Callhichthyidae. In: Buckup, P. A., N. A. Menezes, and M. S. Grazi. *Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil*. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 75-81.
- Chapman, J. M., D. J. Marcogliese, C. D. Suskic, and S. J. Cooke. 2015. Variation in parasite communities and health indices of juvenile *Lepomis gibbosus* across a gradient of watershed land-use and habitat quality. *Ecological Indicators*, **57**: 564–572.
- Claro-Jr, L., E. Ferreira, J. Zuanon, and C. Araújo-Lima. 2004. O efeito da floresta alagada na alimentação de três espécies de peixes onívoros em lagos de várzea na Amazônia Central, Brasil. *Acta Amazônica*, **34** (1): 133-137.
- Combes, C. 1996. Parasites, biodiversity and ecosystem stability. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, **5**: 953-962.
- Costa-Pereira, R., F. Paiva, & L. E. R. Tavares. 2014. Variation in the parasite community of the sardine fish *Triportheus nematurus* (Actinopterygii: Characidae) from the Medalha lagoon in the Pantanal wetland, Brazil. *Journal of Helminthology*, **88**: 272-277.
- Cunha, A. C., H. F. A. Cunha, A. C. P. Brasil Júnior, L. A. Daniel & H. E. Schulz. 2004. Qualidade microbiológica da água em rios de áreas urbanas e periurbanas no baixo Amazonas: O caso do Amapá. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, **9** (4): 322-328.
- Dias, M. K. R., L. R. Neves, R. G. B. Marinho, D. A. Pinheiro, and M. Tavares-Dias. 2015. Parasitismo em tambapitinga (*Colossoma macroponum* x *Piaractus brachypomus*, Characidae) cultivados na Amazônia, Brasil. *Acta Amazônica*, **44** (2): 81-88.
- Dunne, J. A., K. D. Lafferty, A. P. Dobson, R. F. Hechinger, A. M. Kuris, N. D. Martinez, J. P. McLaughlin, K. N. Mouritsen, R. Poulin, K. Reise, D. B. Stouffer, D. W. Thieltges, R. J. Williams, and K. D. Zander, 2013. Parasites affect food web structure primarily through increased diversity and complexity. *PLOS Biol*, **11**.
- Eiras, J. C., R. M. Takemoto, And G. C. Pavanelli. 2006. *Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*. Maringá: Ed. EDUEM.

- Eiras, J. C., R. M. Takemoto, G. C. Pavanelli, and J. L. Luque. 2012. Checklist of Protozoan parasites of fishes from Brazil. *Zootaxa*, **3221**: 1–25.
- Fernandes, B. M., A. M. Mota, and J. C. O. Malta. 2011. A new genus of Macroderoididae McMullen, 1937, digenean parasite of *Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828) (Pisces: Callichthyidae) from Amazonas State, Brazil. In: International symposium of fish parasites, **8**: 26-30.
- Ferraris, C. J. Jr. 2007. Checklist of catfishes, recent and fossil (Osteichthyes: Siluriformes), and catalogue of siluriform primary types. *Zootaxa*, **1418**: 1 - 628.
- Fisch-Muller, S. 2003. Loricariidae-Ancistrinae (Armored catfishes). In: Reis, R. E., S. O. Kullander, and C. J. Ferraris, Jr. Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
- Froese, R., and D. Pauly. 2015. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (04/2015).
- Gama, C. S., and D. A. Halboth. 2003. Ictiofauna das Ressacas das Bacias do Igarapé da Fortaleza e do Rio Curiaú. In: Takiyama, L. R., and A. Q. da Silva. Diagnóstico das ressacas do estado do Amapá: bacias do Igarapé da Fortaleza e Rio Curiaú, Macapá-AP, CPAQ/IEPA e DGEO/SEMA, 23-52.
- Gomiero, L. M., & Braga, F. M. S. 2003. Relação peso-comprimento e fator de condição para *Cichla* cf. *ocellaris* e *Cichla monoculus* (Perciformes, Cichlidae) no reservatório de Volta Grande, rio Grande - MG/SP. *Acta Scientiarum*, **25** (1): 79-86
- Golani, D., and G. Snovsky. 2013. Occurrence of suckermouth-armored catfish (Siluriformes, Loricariidae, *Pterygoplichthys*) in inland waters of Israel. *Bioinvasions Records*, **3**: 253–256.
- Gonçalves, A. F. G., B. S. Prudente, F. S. Carvalho Filho, and L. F. A. Montag. 2013. Ecologia alimentar de *Hemigrammus belottii* (Steindachner 1882) (Characiformes: Characidae) em riachos da bacia do Rio Urucu, Amazônia Central, Brasil. *Biota Neotropica*, **13**: 141-147.
- Gómez, A., and E. Nichols. 2013. Neglected wild life: Parasitic biodiversity as a conservation target. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, **2**: 222-227.
- Gomiero, L. M., U. P. Souza, and F. M. S. Braga. 2012. Condition factor of *Astyanax intermedius* Eigenmann, 1908 (Osteichthyes, Characidae) parasitised by *Paracymothoa astyanaxi* Lemos de Castro, 1955 (Crustacea, Cymothoidae) in the Grande River, Serra do Mar State Park - Santa Virgínia Unit, São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, **72** (2): 379-388.

- Guidelli, G. M., A. Isaac, G. C. Pavanelli, and R. M. Takemoto. 2003. Endoparasites infracommunities of *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840) (Pisces, Pimelodidae) of the Baia river, upper Paraná River floodplain, Brazil: specific composition and ecological aspects. *Brazilian Journal of Biology*, **63** (2): 261-268.
- Hahn, N. S., V. L. L. Almeida, and K. D. G. Luz. 1997. Alimentação e ciclo alimentar diário de *Hoplosternum littorale* (Hancock) (siluriformes, Callichthyidae) nas lagoas Guaraná e Patos da Planície do alto Rio Paraná, Brasil. *Revista Brasileira Zoologia*, **14** (1): 57-64.
- Hahn, N. S., R. Fugì, and J. F. Andrian. 2004. Trofic ecology of the fish assemblages. In: Thomaz, S. M., A. A. Agostinho, and N. S. Hahn. The upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation. Leiden, Netherland: Backuys Publisher.
- Hoshino, M. D. F. G., E. M. Hoshino, and M. Tavares-Dias. 2014. First study on parasites of *Hemibrycon surinamensis* (Characidae), a host from the eastern Amazon region. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, **23** (3): 343-347.
- Kennedy, C. R., & Pojmanska, T. 1996. Richness and diversity of helminth parasite communities in the common carp and in three more recently introduced carp species. *Journal of Fish Biology*, **48**: 89-100.
- Kohn, A., F. Moravec, S. M. C. Cohen, C. Canzi, R. M. Takemoto, and B. M. M. Fernandes. 2011. Helminths of freshwater fishes in the reservoir of the Hydroelectric Power Station of Itaipú, Paraná, Brazil. *Check List*, **7** (5): 681-690.
- Kuris, A. M., R. F. Hechinger, J. C. Shaw, K. L. Whitney, L. Aguirre-Macedo, C. A. Boch, A. P. Dobson, E. J. Dunham, B. L. Fredensborg, T. C. Huspeni, J. Lorda, L. Mababa, F. T. Mancini, A. B. Mora, M. Pickering, N. L. Talhouk, M. E. Torchin, and K. D. Lafferty. 2008. Ecosystem energetic implications of parasite and free-living biomass in three estuaries. *Nature*, **454**: 515-518.
- Lacerda, A. C. F., R. M. Takemoto, and G. C. Pavanelli. 2009. A new trematoda species parasitizing the catfish *Hoplosternum littorale* (Osteichthyes, Callichthyidae) from Paraná River, Brazil, with an emendation of the diagnosis of *Magnivitellinum* (Trematoda, Macroderoididae). *Acta Parasitologica*, **54**: 37-40.
- Lacerda, A. C. F., S. Bellay, R. M. Takemoto, and G. C. Pavanelli. 2013a. Randomness of component communities of parasites of fish in a Neotropical floodplain. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, **8** (1): 39-50.

- Lacerda, A. C. F., F. H. Yamada, A. M. Antonucci, and M. Tavares-Dias. 2013b. Peixes introduzidos e seus parasitas. In: Pavanelli, G. C., R. M. Takemoto, and J. C. Eiras, Parasitologia de peixes de água doce do Brasil. Maringá: Eduem, 169-163.
- Lagrange, C., D. W. Kelly, A. Hicks, and R. Poulin. 2011. Factors influencing infection patterns of trophically transmitted parasites among a fish community: host diet, host-parasite compatibility or both? *Journal of Fish Biology*, **79**: 466-485.
- Le-Cren, E. D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, **20**: 201-219.
- Luque, J. L., and R. Poulin. 2007. Metazoan parasite species richness in Neotropical fishes: Hotspots and the geography of biodiversity. *Parasitology*, **134**: 865-878.
- Luque, J. L., J. C. Aguiar, F. M. Vieira, D. I. Gibson, and C. P. Santos. 2011. Checklist of Nematoda associated with the fishes of Brazil. *Zootaxa*. Magnolia Press: New Zealand.
- Lujan, N. K., J. W. Armbruster, N. R. Lovejoy, and H. Fernández. 2015. Multilocus molecular phylogeny of the sucker-mouth armored catfishes (Siluriformes: Loricariidae) with a focus on subfamily Hypostominae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **82**: 269-288.
- Mazzoni, R., C. F. Rezende, and L. R. Manna. 2010a. Feeding ecology of *Hypostomus punctatus* Valenciennes, 1840 (Osteichthyes, Loricariidae) in a costal stream from Southeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, **70**: 569-574.
- Mazzoni, R., M. Moraes, C. F. Rezende, and J. C. B. Miranda. 2010b. Alimentação e padrões ecomorfológicos das espécies de peixes de riacho do alto Rio Tocantins, Goiás, Brasil. *Série Zoologia*, **100**: 162-168.
- Mendoza-Franco, E. F., J. M. Caspeta-Mandujano, and G. Salgado-Maldonado. 2012. Primer reporte de *Heteropriapulius* sp. (Platelmintos, Monogeneoidea) infectando al pez diablo *Pterygoplichthys pardalis* (Siluriformes, Loricariidae) introducido em La cuenca Del Rio Lacantún de la Reserva de la Biosfera Monte Azules, Chiapas, México. *Jaina*, **23**: 1-6.
- Miranda, I. P. A., A. Rabelo, C. R. Bueno, E. M. Barbosa, and M. N. S. Ribeiro. 2001. Frutos de palmeiras da Amazônia. Manaus: MCT / INPA.
- Morais, A. M., and J. C. O. Malta. 2014. Chemical analysis through “energy-dispersive spectroscopy (EDS)” of Digenea metacercariae found infesting specimens of *Hoplosternum litoralle* (Hancock, 1828) (Siluriformes: Callichthyidae), captured in Manaus polluted igarapes. *Neotropical Helminthology*, **8** (2): 217-225.
- Morand, S., T. H. Cribb, M. Kulbicki, M. C. Rigby, C. Chauvet, V. Dufour, E. Faliex, R. Galzin, C. M. Lo, A. Lo-Yat, S. Pichelin, and P. Sasal. 2000. Endoparasite species

- richness of New Caledonian butterfly fishes: host density and diet matter. *Parasitology*, **121**: 65-73.
- Ondračková, M., Z. Valová, I. Hudcová, V. Micháľková, A. Šimková, and J. Borcharding. 2014. Temporal effects on host-parasite associations in four naturalized goby species living in sympatry. *Hydrobiologia*, DOI 10.1007/s10750-014-1967-5.
- Paraguassú, A. R., and J. L. Luque. 2007. Metazoários parasitos de seis espécies de peixes do reservatório de Lajes, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, **16** (3): 121-128.
- Petrere Júnior, M., V. S. Batista, C. E. C. Freitas, O. T. Almeida, and A. C. S. Surgik. 2007. O setor pesqueiro na Amazônia: análise da situação atual e tendências do desenvolvimento a indústria da pesca/Projeto manejo dos recursos naturais da várzea. Manaus: Ibama/Provárzea.
- Pinheiro, D. A., M. Tavares-Dias, M. K. R. Dias, E. F. Santos, and R. G. B. Marinho. 2013. Primeiro registro da ocorrência de protozoários em tamoatá *Hoplosternum littorale* no Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, **39** (2): 169-177.
- Pio Corrêa, M. 1931. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/ IBDF, I, II, III, IV.
- Porto, D. B., J. F. Vital, A. K. S. Santos, A. M. Morais, A. M. B. Varella, and J. C. O. Malta. 2012. Metazoários parasitos de *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855) (Siluriformes: Loricariidae) da Amazônia central, Brasil. *Comunicação Científica. Revista Brasileira de Zoociências*, **14** (1, 2, 3): 35-40.
- Pott, V. J., and A. Pott. 2000. Plantas aquáticas do pantanal. Brasília: EMBRAPA.
- Poulin, R., and G. J. FitzGerald. 1987. The potential of parasitism in the structuring of a salt marsh stickleback community. *Canadian Journal of Zoology*, **65**: 2793-2798.
- Poulin, R. and S. Morand. 2004. Parasite biodiversity. Smithsonian Institute Scholarly Press, Washington DC.
- Poulin, R., and T. L. F. Leung. 2011. Body size, trophic level, and the use of fish as transmission routes by parasites. *Oecologia*, **166**: 731-738.
- Poulin, R. 2013, Explaining variability in parasite aggregation levels among host samples. *Parasitology*, **140**: 541-546.
- Ramos, I. P., L. Franceschini, A. C. Zago, E. O. P. Zica, E. D. Carvalho, and R. J. Silva. 2011. New occurrences of metacercarie of *Austrodiplostomum compactum* (Lutz, 1928) (Digenea: Diplostomidae) in fish of Paranapanema River basin, São Paulo state, Brazil.

- In: International symposium of fish parasites, Anais international symposium of fish parasites, **8**: 26-30.
- Reis, R. E. 2003. Family Callichthyidae (Armored catfishes). In: Reis, R. E., S. O. Kullander, and C. J. Ferraris. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, 291-309.
- Reis, R. E., P. Y. Le Bail, and J. H. A. Mol. 2005. New arrangement in the synonymy of *Megalechis* Reis, 1997 (Siluriformes: Callichthyidae). *Copeia*, **3**: 678-682.
- Renaud, F., D. Clayton, and T. Demeeus. 1996. Biodiversity and evolution in host-parasite associations. *Biodiversity Conservation*, **5**: 963-974.
- Resende, E. K., R. A. C. Pereira, V. L. L. Almeida, and A. G. Silva. 2000. Peixes insetívoros e zooplantóvoros da planície inundável do Rio Miranda, pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Boletim de Pesquisa* 17 (Embrapa Pantanal).
- Rolbiecki, L. 2006. Correlation between the occurrence of parasites and body length of roach, carp bream, European perch, zander, and ruffe in the Vistula Lagoon estuary. *International Journal of Oceanography and Hydrobiology*, **35** (3): 257-267.
- Rodrigues, R. M. 1989. A flora da Amazônia. Belém: CEJUP.
- Rodrigues, M. N. G., M. K. R. Dias, R. G. B. Marinho, and M. Tavares-Dias. 2014. Parasites diversity of *Osteoglossum bicirrhosum*, an Osteoglossidae fish from amazon. *Neotropical Helminthology*, **8** (2): 383-391.
- Rohlenová, K., S. Morand, P. Hyršl, S. Tolarová, M. Flajšhans, and A. Šimková. 2011. Are fish immune systems really affected by parasites? An immunoecological study of common carp (*Cyprinus carpio*). *Parasites & Vectors*, **4** (1): 120.
- Santos, A. F. G. N., L. N. Santos and F. G. Araújo. 2004. Water level influences on body condition of *Geophagus brasiliensis* (Perciformes, Cichlidae) in a Brazilian oligotrophic reservoir. *Neotropical Ichthyology* **2**: 151-156.
- Santos, G., E. Ferreira, and J. Zuanon. 2006. *Peixes comerciais de Manaus*. Ibama, Manaus.
- Santos, C. P., D. I. Gibson, L. E. R. Tavares, and J. L. Luque. 2008. Checklist of Acanthocephala associated with the fishes of Brazil. *Zootaxa*, 1938: 1-22.
- Silva, M. F., P. L. B. Lisboa, and R. C. L. Lisboa. 1977. Nomes vulgares de plantas amazônicas. Belém: INPA.
- Silva, A. M. O., M. Tavares-Dias, and J. S. Fernandes. 2011. Helminthes parasitizing *Semaprochilodus insignis* Jardine, 1841 (Osteichthyes: Prochilodontidae) from the central Amazonia (Brazil), and their relationship with the host. *Neotropical Helminthology*, **5**: 225-233.

- Soares, M. G. M., E. L. Costa, F. K. Siqueira-Souza, H. D. B. Anjos, K. C. Yamamoto, and C. E. C. Freitas. 2011. Peixes de lagos do médio Rio Solimões. Manaus: Instituto Piatam, 2^a Ed. Revisada.
- Tavares, L. E. R., & J. L. Luque. 2008. Similarity Between Metazoan Parasite Communities of Two Sympatric Brackish Fish Species From Brazil. *Journal of Parasitology*, **94** (4): 985-989.
- Tavares-Dias, M., C. S. O. Araújo, A. L. S. Gomes, and S. M. S. Andrade. 2010. Relação peso-comprimento e fator de condição relativo (Kn) do pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) em cultivo semi-intensivo no Estado do Amazonas, Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências*, **12** (1): 59-65.
- Tavares-Dias, M., J. R. G. Lemos, and M. L. Martins. 2010. Parasitic fauna of eight species of ornamental freshwater fish species from the middle Negro River in the Brazilian Amazon region. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, **19**: 29-33.
- Tavares-Dias, M., A. M. C. Monteiro, E. G. Affonso, and K. D. S. Amaral. 2011. Weight-length relationship, condition factor and blood parameters of farmed *Cichla temensis* Humboldt, 1821 (Cichlidae) in central Amazon. *Neotropical Ichthyology*, **9** (1): 113-119.
- Tavares-Dias, M., M. B. F. Dias-Júnior, A. C. Florentino, L. M. A. Silva, and A. C. Cunha. 2015. Distribution pattern of crustacean ectoparasites of freshwater fish from Brazil. *Journal of Veterinary Parasitology*, **24** (2): 136-147.
- Takemoto, R. M., G. C. Pavanelli, M. A. P. Lizama, A. C. F. Lacerda, F. H. Yamada, L. H. A. Moreira, T. L. Ceschini, and S. Bellay. 2009. Diversity of parasites of fish from the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazilian Journal Biology*, **69**: 691-705.
- Takyama, R. T., A. Q. Silva, W. J. P. Costa, and H. S. Nascimento. 2004. Qualidade das águas das ressacas das bacias do Igarapé da Fortaleza e do Rio Curiaú. In: Takyama L. R. And Silva, A. C. Diagnóstico de ressacas do estado do Amapá: bacias do Igarapé da Fortaleza e do Rio Curiaú. Macapá: CPAQ/IEPADGEO/ SEMA, 81-104.
- Thatcher, V. E. 1981. Patologia de peixes da Amazônia Brasileira, 1. Aspectos Gerais. *Acta Amazonica*, **11** (1): 125-140.
- Thatcher, V. E. 2006. Amazon fish parasites. 2^a edição. Pensoft: Moscow.
- Ward, A. J. W., D. J. Hoare, I. D. Couzin, M. Broom, and J. Krause. 2002. The effects of parasitism and body length on positioning within wild fish shoals. *Journal of Animal Ecology*, **71**: 10-14.

Walker, P. D., J. E. Harris, G. V. D. Velde, and S. E. W. Bonga. 2008. Effect of host weight on the distribution of *Argulus foliaceus* (L.) (Crustacea, Branchiura) within a fish community. *Acta Parasitologica*, **53** (2): 165-172.

CAPÍTULO 1

Diversidade e similaridade de parasitos em *Megalechis thoracata* e *Callichthys callichthys*, Callichthyidae da Amazônia oriental (Brasil)

Diversidade e similaridade dos parasitos em *Megalechis thoracata* e *Callichthys callichthys*, Callichthyidae da Amazônia oriental (Brasil)

**Adriele Carolina Franco Cardoso, Marcos Sidney Brito Oliveira¹, Ligia Rigôr Neves² &
Marcos Tavares-Dias^{*1,2}**

¹Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical, Universidade Federal do Amapá. Macapá, AP, Brasil.

²Laboratório de Sanidade de Organismos Aquáticos, Embrapa Amapá, Macapá, AP, Brasil.

*** Autor para correspondência**

marcos.tavares@embrapa.br

RESUMO

Este estudo comparou a estrutura e composição das comunidades de parasitos de *Callichthys callichthys* e *Megalechis thoracata* em tributário do Rio Amazonas, norte do Brasil. Dos 38 espécimes de *C. callichthys* e 38 espécimes de *M. thoracata*, 44,7% e 36,8%, respectivamente, estavam infectados por uma ou mais espécies de parasitos, e um total de 447 parasitos foram coletados em ambos os hospedeiros. A similaridade entre as comunidades de parasitos das duas espécies de hospedeiros foi elevada (61%), uma vez que compartilharam *Genarchella genarchella*, larvas de *Eustrogyllides* sp., *Rhabdochona* sp. e plerocercoides de Proteocephalidae e níveis de infecção similares. Porém, *Posthodiplostomum* sp. infectou somente *C. callichthys*, enquanto *Gorytocephalus spectabilis* infectou somente *M. thoracata*. Metacercária de *Posthodiplostomum* sp. foi o parasito dominante para *C. callichthys* e *G. genarchella*, para *M. thoracata*. A maioria das infracomunidades de parasitos apresentou padrão de dispersão agregada. A comunidade de parasitos mostrou predominância de endoparasitos e similar riqueza de espécies, índice de Shannon e equitabilidade entre ambos os hospedeiros. A condição corporal de *C. callichthys* e *M. thoracata* não foi influenciada pelo baixo parasitismo. Os resultados indicam essas espécies de peixes como hospedeiros intermediários ou paratênico dos endohelminthos encontrados. Finalizando, a variação na comunidade parasitária, entre hospedeiros simpátricos, provavelmente ocorreu pela distribuição destes no ambiente, estrutura genética e imunológica, bem como a composição de espécies de parasitos nas comunidades.

Palavras-chave: Amazônia, Diversidade, Ecologia de parasitos, Peixes de água doce.

Introdução

Os Callichthyidae são peixes Siluriformes distribuídos na América do Sul e Panamá, com mais de 200 espécies agrupadas em oito gêneros, com tamanho variando de pequeno a médio porte. No Brasil, as espécies dessa família têm ampla distribuição em quase todas as bacias hidrográficas. Habitam diferentes ambientes, tais como fundo lamacento de igarapés, lagos e rios, incluindo aqueles ambientes com baixos níveis de oxigênio dissolvido (Pinheiro et al. 2013; Froese e Pauly 2015). No sistema do Rio Amazonas, região da Amazônia oriental (Norte do Brasil), são encontrados *Callichthys callichthys* Linnaeus, 1758 e *Megalechis thoracata* Valenciennes 1840, ambos Callichthyidae filogeneticamente relacionados (Reis 1998; Shimabukuro-Dias et al., 2004). Tais espécies são onívoras e tem dieta composta de vegetais, algas, insetos e detritos (Resende et al. 2000; Hahn et al. 2004; Froese e Pauly 2015). *Callichthys callichthys* tem tamanho máximo de 17,0 cm e *M. thoracata* de 12,4 cm (Resende et al. 2000; Froese e Pauly 2015).

Entre os vertebrados, os peixes representam o grupo mais abundante e diversificado e, são de grande importância para o homem, devido ao seu valor econômico e como importante fonte de proteínas nutricionais. Os estudos das relações entre peixes e seu ambiente é de grande interesse quando engloba também as interações parasito-hospedeiro. Além disso, a ecologia dos parasitos e seus hospedeiros é o fator biótico de maior relevância nessa relação, devido as interações contínuas entre ambos no ambiente. Assim, nos últimos anos, tem sido o crescente o interesse dos ictioparasitologistas sobre as interações ecológicas entre diferentes espécies de peixes, parasitos e ambiente (Poulin e Fitzgerald 1987; Muñoz et al. 2005; Guidelli et al. 2006; Tavares e Luque 2008; Alarcos e Timi 2012; Tavares-Dias et al. 2014; Alcântara e Tavares-Dias 2015).

Em populações de peixes habitando um mesmo ambiente (simpatria) e que são ecologicamente similares e geneticamente relacionadas, aumenta a possibilidade dessas populações de hospedeiros apresentar uma similar estrutura e composição das comunidades de parasitos (Poulin e Fitzgerald 1987; Guidelli et al. 2003; Muñoz et al. 2005; Tavares e Luque 2008; Alarcos e Timi 2012). Porém, as comunidades de parasitos são sistemas ecológicos altamente complexos e dinâmicos, resultantes da interação de diferentes fatores bióticos (idade, sexo, imunidade, composição dos invertebrados, tamanho, genética, migração, ecologia, reprodução, fisiologia, etc.) e abióticos (sazonalidade, temperatura, concentração de oxigênio dissolvido, etc.) (Poulin e Fitzgerald 1987; Guidelli et al. 2003; Tavares e Luque 2008; Alarcos e Timi 2012; Tavares-Dias et al. 2014; Alcântara e Tavares-Dias 2015). Assim, podem ser esperadas variações nos níveis de infecções parasitárias em

diferentes populações de hospedeiros vivendo em um mesmo ambiente (Muñoz et al. 2005; Alarcos e Timi 2012; Alcântara e Tavares-Dias 2015). Portanto, no sistema do Rio Amazonas a sobreposição de habitat e modo de vida de *C. callichthys* e *M. thoracata* levam a ocorrência de comunidades parasitárias similares, para ambos hospedeiros?

O objetivo deste estudo foi comparar a diversidade, similaridade e composição das comunidades de parasitos de *C. callichthys* e *M. Thoracata*, siluriformes de tributário do sistema do Rio Amazonas, norte do Brasil.

Materiais e métodos

Área de estudo e coleta dos peixes

A bacia do Igarapé Fortaleza, localiza-se nos municípios de Macapá e Santana, Estado do Amapá (Amazônia oriental). É um tributário do Rio Amazonas formado por um canal principal e uma extensa área de planície, influenciada pela elevada pluviosidade da região amazônica e pelas marés diárias do Rio Amazonas, servindo assim para abrigo e alimentação de diferentes peixes. A vegetação regional é composta de plantas características de florestas da planície de inundação e campos herbáceos, compostas principalmente de várias espécies de macrófitas (Thomaz et al. 2003; Tavares-Dias et al. 2014).

De novembro de 2011 a março de 2013, 41 espécimes de *C. callichthys* e 41 espécimes de *M. thoracata* foram capturados na bacia Igarapé Fortaleza (Figura 1), região de Macapá, estado do Amapá (Brasil), usando redes de emalhar de diferentes tamanhos, de 15-45 mm entre nós (Licença ICMBio: 23276-1). Em seguida, os peixes foram transportados em container contendo água para o Laboratório de Sanidade de Organismos Aquáticos da Embrapa Amapá, Macapá (AP), para análise parasitológica.

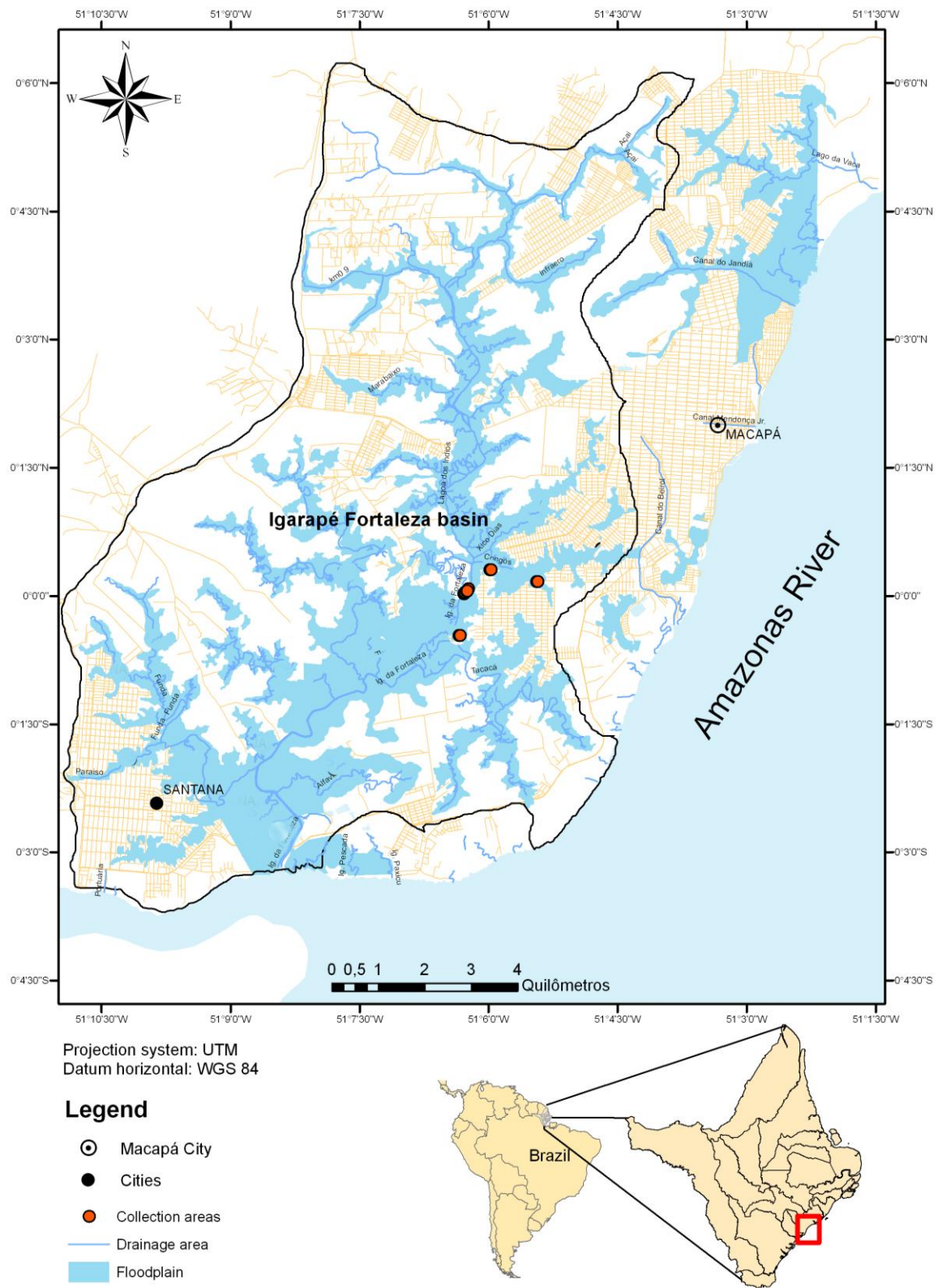


Figura 1. Locais de coletas de *Callichthys callichthys* e *Megalechis thoracata* na bacia Igarapé Fortaleza, estado do Amapá, Amazônia oriental.

Procedimentos de coleta e análises dos parasitos

Após medidas de peso corporal (g) e comprimento total (cm), cada peixe foi necropsiado para análise parasitológica. A boca, opérculos, brânquias foram examinadas para coleta de ectoparasitos e o trato gastrointestinal foi removido e examinado, para coleta de endoparasitas. A coleta, fixação (formol 5%), conservação (álcool 70%), contagem e coloração dos parasitos para identificação seguiram recomendações prévias de Eiras et al. 2006. Os termos ecológicos parasitológicos usados são aqueles recomendados por Bush et al. (1997).

O índice de Shannon, uniformidade (E), riqueza de espécies (Magurran 2004) e frequência de dominância (Rohde et al. 1995) foram calculados para avaliar a comunidade componente de parasitos usando software Diversity (Pisces Conservation Ltda, UK). O índice de dispersão (ID) e índice de discrepância (D) foram determinados usando o software Quantitative Parasitology 3.0, para detectar o padrão de distribuição das infracomunidades de parasitos (Rózsa et al. 2000) em espécies com prevalência >10%. A significância do ID, para cada infracomunidade, foi testada usando o teste estatístico d (Ludwig e Reynolds 1988).

O teste de Shapiro Wilk foi utilizado para avaliar a normalidade dos dados. Para medida de similaridade das comunidades parasitárias, entre *C. callichthys* e *M. thoracata*, foram utilizados o índice qualitativo de Jaccard (J) e índice quantitativo de Bray-Curtis (B), que leva em conta as diferenças na abundância de cada espécie de parasito compartilhadas entre os dois hospedeiros (Ludwig e Reynolds 1988; Magurran 2004). Esses índices de similaridade foram calculados usando o software Past (Hammer et al. 2001). Para comparação da prevalência entre *C. callichthys* e *M. thoracata* foi usado o teste de Qui-quadrado (χ^2), seguido pela correção de Yates. A abundância média, riqueza de espécies e índice de Shannon, entre ambos os hospedeiros, foram comparados usando o teste de Mann-Whitney (U). O coeficiente de correlação de Spearman (r_s) foi usado para determinar possíveis correlações do comprimento e peso corporal dos hospedeiros com a abundância de parasitos, riqueza de espécies e índice de Shannon (Zar 2010).

Resultados

Dos espécimes de *C. callichthys* examinados, 44,7% estavam infectados por uma ou mais espécies de parasitos e dos espécimes de *M. thoracata*, 36,8% estavam infectados por uma ou mais espécies de parasitos. A prevalência ($\chi^2 = 0.54$, $p = 0.464$) e abundância média ($U = 622.5$, $p = 0.536$) de *Genarchella genarchella* Travassos, Artigas & Pereira, 1928

(Derogenidae) não diferiram entre ambas populações de hospedeiros. A prevalência ($\chi^2 = 3.74$, $p = 0.053$) de larvas de *Eustrogylides* Jagerskiold, 1909 (Dioctophymatidae) para ambos os hospedeiros foi diferente, mas a abundância média ($U = 0.569$, $p = 0.112$) foi similar. A prevalência ($\chi^2 = 4.07$, $p = 0.084$) e abundância média ($U = 573.0$, $p = 0.122$) de *Rhabdochona* Railliet, 1916 (Rhabdochonidae) foram similares para ambos os hospedeiros. A prevalência ($\chi^2 = 1.00$, $p = 0.903$) e abundância média ($U = 722.0$, $p = 1.00$) de plerocercoides de Proteocephalidae foram similares.

A comunidade de parasitos de *C. callichthys* e *M. thoracata* foi constituída por seis espécies, sendo quatro comuns a ambos os hospedeiros. *Posthodiplostomum* Dubois, 1936 (Diplostomidae) infectou somente *C. callichthys*, enquanto *Gorytocephalus spectabilis* Machado, 1959 infectou somente *M. thoracata* (Tabela 1). *Posthodiplostomum* sp. foi o parasito dominante em *C. callichthys*, mas *G. genarchella* foi o parasito dominante em *M. thoracata*. A maioria das infracomunidades de parasitos apresentou padrão de dispersão agregada (Tabela 2).

Tabela 1. Parasitos em espécies de Callichthyidae da Amazônia oriental (Brasil). P: Prevalência; IM: Intensidade média; AM: Abundância média; NTP: Número de parasitos; SI: Sítio de infecção.

Hospedeiros	<i>Callichthys callichthys</i> (n = 38)				<i>Megalechis thoracata</i> (n =38)				
Espécies de parasitos	P (%)	IM	AM ± DP	NTP	P (%)	IM	AM ± DP	NTP	SI
<i>Genarchella genarchella</i> (metacercárias)	20,0	1,7	0,3 ± 1,9	12	23,7	7,2	1,7 ± 4,1	65	Brânquias
<i>Genarchella genarchella</i> (metacercárias/adultos)	28,9	3,3	1,0 ± 2,7	36	36,8	4,6	1,7 ± 3,3	65	Intestino
<i>Posthodiplostomum</i> sp. (metacercárias)	42,1	10,0	4,2 ± 9,2	160	0	0	0	0	Intestino
<i>Eustrogyllides</i> sp. (larvas)	44,7	1,6	0,7 ± 1,0	27	23,7	1,8	0,4 ± 0,9	16	Intestino
<i>Rhabdochona</i> sp. (larvas e adultos)	10,5	1,0	0,1 ± 0,3	4	28,9	3,5	1,0 ± 2,5	39	Intestino
Proteocephalidae (plerocercoides)	2,6	1,0	0,03 ± 0,2	1	2,6	1,0	0,03 ± 0,2	1	Intestino
<i>Gorytocephalus spectabilis</i> (larvas)	0	0	0	0	2,6	1,0	0,03 ± 0,2	1	Intestino

Tabela 2. Índice de dispersão (ID), índice de discrepância (D) e estatístico d para as infracomunidades de parasitos em duas espécies de Callichthyidae na Amazônia oriental (Brasil).

Parasitos	<i>Callichthys callichthys</i>					<i>Megalechis thoracata</i>				
	ID	D	D	Dispersão	FD (%)	ID	d	D	Dispersão	FD (%)
<i>Genarchella genarchella</i> (brânquias)	2,373	4,51	0,833	Agregada	0,05	3,264	7,04	0,840	Agregada	0,35
<i>Genarchella genarchella</i> (intestino)	2,536	5,15	0,781	Agregada	0,14	2,865	6,06	0,740	Agregada	0,35
<i>Posthodiplostomum</i> sp.	3,410	7,38	0,711	Agregada	0,62	-	-	-	-	-
<i>Eustrogylides</i> sp.	1,114	0,58	0,625	Randômica	0,10	1,466	1,91	0,795	Randômica	0,09
<i>Rhabdochona</i> sp.	0,919	- 0,25	0,872	Randômica	0,02	2,544	5,22	0,773	Agregada	0,21

A comunidade componente dos parasitos de *C. callichthys* e *M. thoracata* foi similar, assim como a riqueza de espécies, equitabilidade e índice de Shannon. Porém, houve diferenças no tamanho corporal de ambos os hospedeiros (Tabela 3), devido a diferença interespecífica. Para *C. callichthys*, houve uma predominância de indivíduos não parasitados, enquanto para *M. thoracata* a predominância foi de indivíduos parasitados por uma espécie (Figura 2).

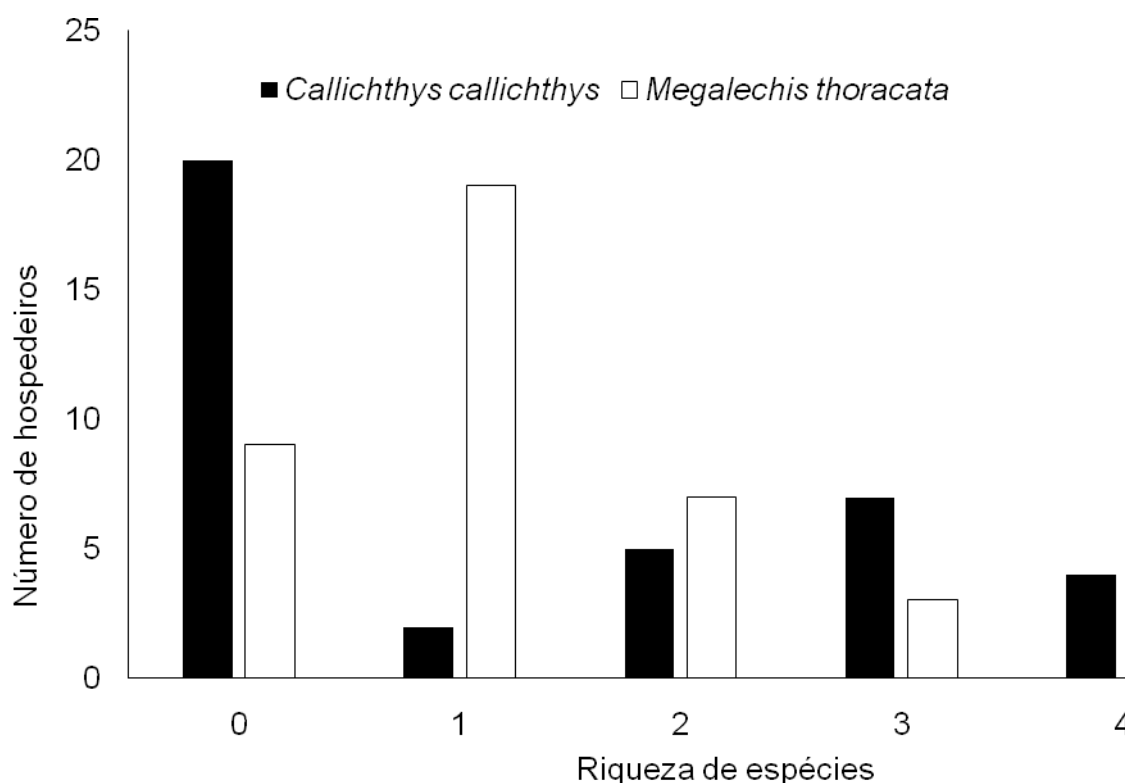


Figura 2. Riqueza de espécies de parasitos em duas espécies de Callichthyidae na Amazônia oriental (Brasil).

O comprimento de *C. callichthys* não mostrou correlação com a riqueza de espécies de parasitos ($r_s = 0,089$, $p = 0,594$) ou índice Shannon ($r_s = 0,189$, $p = 0,283$), enquanto o peso corporal mostrou uma fraca correlação positiva com o índice Shannon ($r_s = 0,328$, $p = 0,044$), mas não com a riqueza de espécies de parasitos ($r_s = 0,203$, $p = 0,222$). O comprimento de *M. thoracata* não apresentou correlação com a riqueza de espécies de parasitos ($r_s = -0,295$, $p = 0,072$) e índice Shannon ($r_s = -0,245$, $p = 0,138$), bem como o peso corporal com o índice Shannon ($r_s = -0,203$, $p = 0,221$), mas o peso mostrou uma fraca correlação negativa com a riqueza de espécies de parasitos ($r_s = -0,340$, $p = 0,037$). Além disso, não houve correlação ($p > 0,05$) da abundância de parasitos

com o peso ou comprimento de *C. callichthys* e *M. thoracata*, devido a estreita faixa de tamanho dos hospedeiros.

As comunidades componentes de parasitos de *C. callichthys* e *M. thoracata* apresentaram elevada similaridade, como mostra o índice de Jacard ($J = 0.67$) e índice similaridade de Bray-Curtis ($B = 0.61$). A análise multivariada baseada nas comunidades componentes de parasitos de *C. callichthys* e *M. thoracata* mostrou uma diferença entre essas duas populações de hospedeiros, causada por *G. genarchella* e *Posthodiplostomum* sp. (Figura 3).

Para *C. callichthys*, a equação da relação peso-comprimento dos peixes parasitados e não parasitados mostrou crescimento do tipo alométrico negativo (Figura 4), que indica maior incremento em massa corporal que em comprimento desses peixes. O Kn desses peixes parasitados ($Kn = 0.99 \pm 0.02$) não diferiu ($t = -0.23$, $p = 0.822$) do Kn dos peixes não parasitados ($Kn = 1.00 \pm 0.03$). Porém, para *M. thoracata*, a equação da relação peso-comprimento dos peixes parasitados e não parasitados mostrou crescimento do tipo isométrico (Figura 4), indicando um incremento em massa corporal e comprimento dos peixes na mesma proporção. Além disso, para esse hospedeiro, o Kn de parasitados ($Kn = 1.01 \pm 0.01$) também não diferiu ($t = 1.85$, $p = 0.051$) do Kn dos peixes não parasitados ($Kn = 1.00 \pm 0.01$).

Tabela 3. Parâmetros corporais e de diversidade para as comunidades de parasitos duas espécies de Callichthyidae) na Amazônia oriental (Brasil). U = Teste de Mann-Whitney, p = Probabilidade.

Parâmetros	<i>Callichthys callichthys</i> (N =38)	<i>Megalechis thoracata</i> (N =38)	U	p
Comprimento (cm)	17,3 $\pm$ 1,3 (15,5-21,0)	15,3 $\pm$ 1,1 (13,0-17,5)	169,0	0,0001
Peso corporal (g)	94,2 $\pm$ 22,3 (50-140,0)	68,5 $\pm$ 16,8 (16,0-106,0)	243,0	0,0001
Riqueza de espécies	1,29 $\pm$ 1,52 (0-4)	1,11 $\pm$ 0,86 (0-3)	692,0	0,755
Índice de Shannon	0,36 $\pm$ 0,43 (0-0,99)	0,17 $\pm$ 0,30 (0-1,08)	551,5	0,076
Equitabilidade (E)	0,22 $\pm$ 0,27 (0-0,62)	0,10 $\pm$ 0,19 (0-0,67)	0,643	0,412
Número total de parasitos	260	187	-	-
Número de ectoparasitos	1	1	-	-
Número de endoparasitos	6	5	-	-
Endoparasitos (adultos)	2	2	-	-
Endoparasitos (larvas)	7	6	-	-

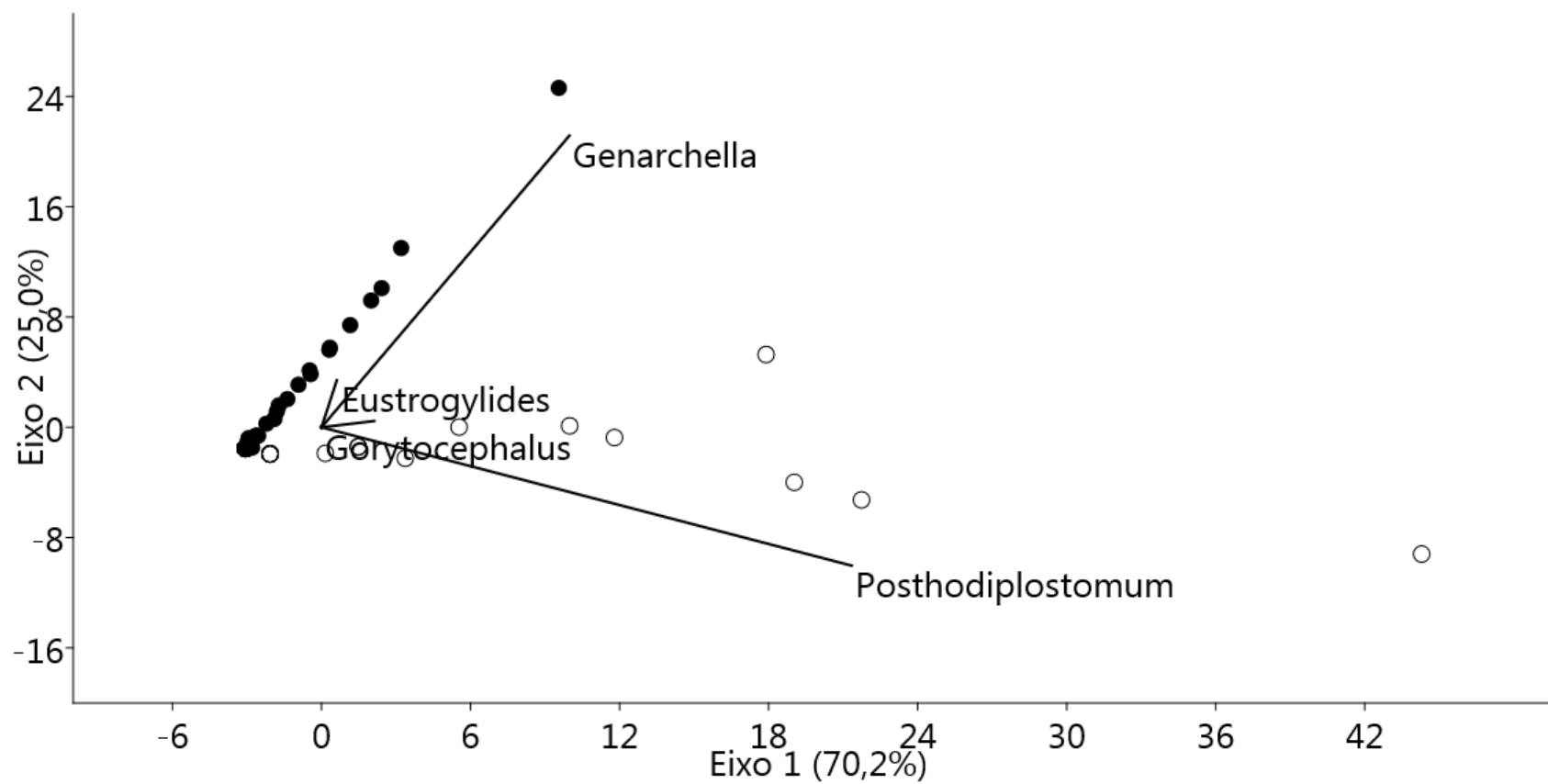


Figura 3. Escores de dispersão da análise de componentes principais (PCA) sobre as comunidades de parasitos de *Callichthys callichthys* (O) e *Megalechis thoracata* (●) na Amazônia oriental (Brasil).

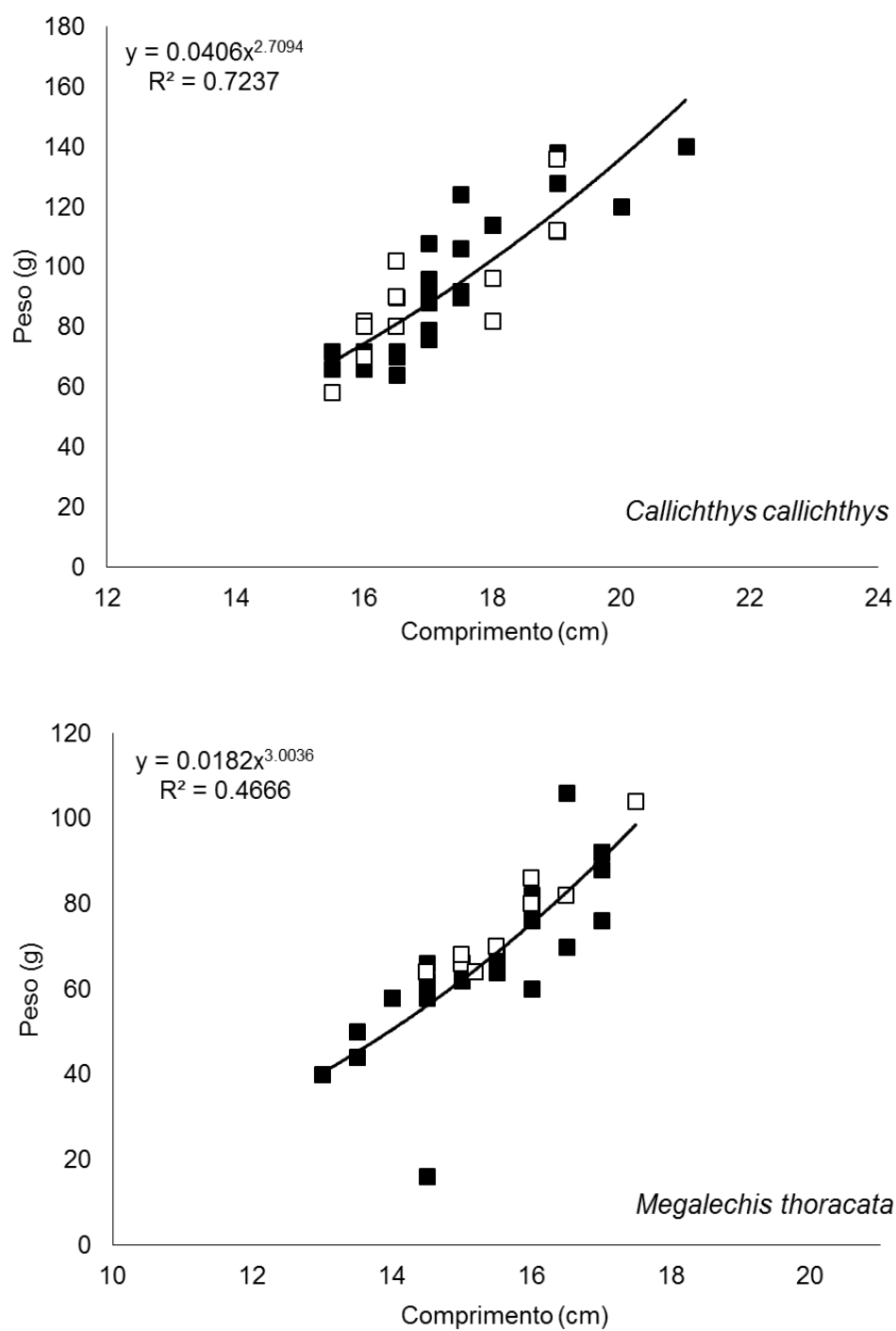


Figura 4. Relação peso-comprimento para duas espécies de Callichthyidae parasitados (■) e não parasitados (□), na Amazônia oriental (Brasil).

Discussão

A fauna parasitária de Callichthyidae tem sido bem investigada para *Hoplosternum littorale*, hospedeiro com rica fauna de parasitos, constituída por ectoparasitos (2 Myxozoa, 2 Protozoa, 1 Crustacea, 4 Monogeneoidea e 2 Hirudinea) e endoparasitos (6 Digenea, 2 Nematoda e 1 Cestoda) (Pinheiro et al. 2013; Cohen et al. 2013; Moraes e Malta 2014), que varia de acordo com o ambiente. Em cada população de peixes hospedeiros, a estrutura e composição das comunidades parasitárias representam comunidades constituídas a partir de um conjunto de espécies de parasitos disponíveis no ambiente (Muñoz et al. 2005; Alarcos e Timi 2012; Tavares-Dias et al. 2014; Alcântara e Tavares-Dias 2015).

A comunidade de parasitos em *C. callichthys* e *M. thoracata* foi composta por 2 espécies de Digenea, 2 Nematoda, 1 Acanthocephala e 1 Cestoda, com dominância de endoparasitos na forma larval, indicando *C. callichthys* e *M. thoracata* como hospedeiros intermediários ou paratênicos. Porém, a similaridade da comunidade parasitária foi de 61% e as diferenças foram causadas por *G. genarchella* e *Posthodiplostomum* sp, como indicou a análise de variância. Este fato indica uma similaridade no comportamento alimentar dessas duas espécies de hospedeiros, permitindo o recrutamento relativamente similar das mesmas espécies de endoparasitos no ambiente desse estudo. Das 6 espécies infectando *C. callichthys* e *M. thoracata*, somente 4 espécies de parasitos foram comuns para ambos hospedeiros, mas os parâmetros de diversidade; tais como índice de Shannon, riqueza de espécies e equitabilidade, foram similares. Além disso, a ausência de correlação entre o comprimento desses dois hospedeiros e a tais parâmetros de diversidade parasitária se deve a estreita faixa de tamanho dos peixes adultos examinados, mas o peso explica somente 30% da variância na diversidade dos helmintos encontrados.

Em *C. callichthys* e *M. thoracata*, intestino foi o órgão mais infectado, pois somente uma espécie foi encontrada nas brânquias dos hospedeiros. Nesses hospedeiros, as infracomunidades de parasitos apresentaram elevada dispersão agregada, confirmando o padrão característico dos parasitos em populações de peixes. Porém, *Eustrogyllides* sp. e *Rhabdochona* sp. mostraram uma dispersão randômica, padrão típico de infracomunidades de parasitos com elevada patogenicidade (Guidelli et al. 2003) e estratégia de vida diferenciada.. Espécies de *Eustrogyllides* tem oligoquetas como primeiros hospedeiros intermediários, peixes como segundo hospedeiros intermediários ou paratênico e as aves (Ardeidae, Anseriformes, Gaviiformes e Pelecaniformes) que se alimentam de peixes são os hospedeiros definitivos (Novakov et al. 2013). Espécies de *Rhabdochona* tem ninfas de Ephemeroptera como

hospedeiros intermediários (Moravec 2007) e peixes como hospedeiros definitivos (Caspeta-Mandujano e Mejía-Mojica 2004). Além disso, os níveis de infecção por *Eustrogyliodes* sp. e *Rhabdochona* foram similares para ambas populações de hospedeiros, indicando similar alimentação de invertebrados hospedeiros intermediários no ciclo de vida desses nematóides.

Em *C. callichthys* e *M. thoracata* os níveis de infecção por *G. gernachela* foram similares, e ocorreu nas brânquias e intestino. Porém, metacercárias de *Posthodiplostomum* sp. infectaram somente *C. callichthys* e em níveis moderados de parasitismo, indicando o contato desse peixe com moluscos contendo formas infectantes desse digenea que tem peixes como segundo hospedeiro intermediário e aves piscívoras como hospedeiros definitivos, na América do Sul (Ritossa et al. 2013). Estes helmintos parasitos são frequentemente encontrados em peixes da região deste estudo e com variado nível de infecção (Hoshino et al. 2014; Bittencourt et al. 2014; Alcântara e Tavares-Dias 2015). *Gernachela gernachela*, um derogenideo com ampla distribuição no Brasil e Argentina (Scholz et al. 1995), tem espécies moluscos e alguns peixes como hospedeiros intermediários, mas os Siluriformes são os hospedeiros definitivos (Martorelli 1989; Lefebvre e Poulin 2005).

Espécies de *Diaptomus* ou copépodes ciclopóides servem como hospedeiros intermediários para o desenvolvimento de metacestoides ou plerocercoides de espécies Proteocephalidea, que são ingeridas posteriormente por um peixe hospedeiro intermediário secundário (Scholz 1999; Soylu 2013). A baixa infecção de plerocercoides de Proteocephalidae em *C. callichthys* e *M. thoracata* indica que estes peixes são hospedeiros intermediários ou paratênico para esse cestóide. O baixo nível de infecção por larvas de *G. spectabilis* ocorreu somente em *M. thoracata*, indicando que esse acantocéfalo está usando este peixe como hospedeiro intermediário para completar seu ciclo de vida, a exemplo de outros hospedeiros na mesma região deste estudo (Bittencourt et al. 2014; Tavares-Dias et al. 2014; Alcântara e Tavares-Dias 2015).

Para concluir, a comunidade de parasitos de ambos os hospedeiros foi caracterizada por baixa diversidade, baixa riqueza de espécies e baixa diversidade de ectoparasitos. A variação na comunidade parasitária, entre ambos os peixes na mesma fase de vida, pode ser devido a sua distribuição dos hospedeiros no ambiente, sua estrutura genética e imunológica e composição de espécies de parasitos nas comunidades. Os baixos níveis de infecção parasitária não afetaram as condições corporais de *C. callichthys* e *M. thoracata*. Os resultados sugerem que em *C. callichthys* e *M. thoracata* a diversidade de endohelmintos foi favorecida pelo hábito alimentar onívoro desses hospedeiros, que tem em sua dieta moluscos

e crustáceos. Além disso, há uma competição evidente entre a maioria das espécies de helmintos nos dois hospedeiros. Não foram encontradas monogenoideas em *C. callichthys* e *M. thoracata*, ectoparasitos comuns em peixes de água doce. A história de co-evolução dos monogenoideas com seus hospedeiros é fator determinante para essa interação e, portanto, essa questão merece ser investigada. Este é o primeiro relato de *G. gernachela*, *Rhabdochona* sp., *G. spectabilis* e *Posthodiplostomum* sp. para *C. callichthys* e *M. thoracata*.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de Produtividade concedida a Tavares-Dias, M.

Referências

- ALARCOS AJ AND TIMI JT. 2012. Parasite communities in three sympatric flounder species (Pleuronectiformes: Paralichthyidae). *Parasitology Research*, 110: 2155-2166.
- ALCÂNTARA NM AND TAVARES-DIAS M. 2015. Structure of the parasites communities in two Erythrinidae fish from Amazon River system (Brazil). *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, 24: 183-190.
- BAUER ON AND STOLYAROV VP. 1961. The formation of parasite fauna and parasitic diseases of fish in water reservoirs. In: Dogiel VA, Petrushevski GK, Polyanski YI (editors), *Parasitology of fishes*. Edinburgh: Oliver and Boyd, pp 246-254.
- BITTENCOURT LS, PINHEIRO DA, CARDENAS M Q, FERNANDES BMM AND TAVARES-DIAS M. 2014. Parasites of native Cichlidae populations and invasive *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) in tributary of Amazonas River (Brazil). *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, 23: 44-54.
- BRAGA MP, ARAÚJO SBL AND BOEGER WA. 2014. Patterns of interaction between Neotropical freshwater fishes and their gill Monogenoidea (Platyhelminthes). *Parasitology Research*, 113: 481-490.
- BUSH AO, LAFFERTY KD, LOTZ JM AND SHOSTAK W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. Revisited. *J. Parasitol*, 83 (4): 575-583.
- COHEN SC, JUSTO MC AND KOHN A. 2013. *South American Monogenoidea Parasites of Fishes, Amphibians and Reptiles*. Rio de Janeiro: Oficina de livros, 663 p.
- EIRAS JC, TAKEMOTO RM AND PAVANELLI GC. 2006. *Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*. Maringá: Ed. EDUEM, 190p.

- FROESE R AND PAULY D. 2015. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (04/2015).
- HAMMER R, HARPER DAT AND RYAN P D. 2001. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol Electron*, 4: 1-9.
- GUIDELLI G, TAVECHIO WLG, TAKEMOTO RM AND PAVANELLI GC. 2006. Fauna parasitária de *Leporinus lacustris* e *Leporinus friderici* (Characiformes, Anostomidae) da planície de inundação do alto Rio Paraná, Brasil. *Acta Sci Biol Sci*, 28: 281-290.
- HICKEY M D AND HARRIS J R. 1947. Progress of the *Diphyllbothrium* epizootic at Poulaphouca reservoir, C. Wicklow, Ireland. *J Helminthol*, 22: 13-28.
- LE-CREN E D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *J Anim Ecol*, 20 (2): 201-219.
- LEFEBVRE F AND POULIN R. 2005. Progenesis in digenean trematodes: a taxonomic and synthetic overview of species reproducing in their second intermediate hosts. *Parasitology*, 130 (6): 587-605.
- LUDWIG JA AND REYNOLDS JF. 1988. Statistical ecology: a primer on methods and computing New York: Wiley-Interscience, 337p.
- MAGURRAN AE. 2004. Measuring biological diversity. Oxford, UK: Blackwell Science, 215p.
- MARTORELLI SR. 1989. Estudios parasitologicos en biotopos lenticos de la Republica Argentina. V. Desarrollo del ciclo biologico monoxeno de la metacercaria progenetica de *Gernachella genarchella* Travassos 1928 (Digenea: Hemiuridae) parasita de *Littoridina parchappei* (Mollusca: Hidrobiidae). *Rev Mus Cienc Nat Zool*, 14 (157): 109-117.
- MORAIS AM AND MALTA JCO. 2014. Chemical analysis trough “energy-dispersive spectroscopy (EDS)” of Digenea metacercariae found infesting specimens of *Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828) (Siluriformes: Callichthyidae), captured in Manaus polluted igarapes. *Neotropical Helminthology*, 8 (2): 217-225.
- MUÑOZ G, GRUTTER AS AND CRIBB TH. 2006. Endoparasite communities of five fishspecies (Labridae: Cheiliniinae) from Lizard Island: how important is the ecology and phylogeny of the hosts? *Parasitology*, 132: 363-374.
- PINHEIRO DA, TAVARES-DIAS M, DIAS MKR, SANTOS EF AND MARINHO RGB. 2013. Primeiro registro da ocorrência de protozoários em tamoatá *Hoplosternum littorale* no Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 39 (2): 169-177.

- POULIN R AND FITZGERALD GJ. 1987. The potential of parasitism in the structuring of a salt marsh stickleback community. *Can J Zool*, 65: 2793-2798.
- REIS RE. 1998. Anatomy and phylogenetic analysis of the Neotropical callichthyid catfishes (Ostariophysi, Siluriformes). *Zool J Linn Soc*, 124: 105-168.
- RITOSSA L, FLORES V AND VIOZZI G. 2013. Life-cycle stages of a *Posthodiplostomum* species (Digenea: Diplostomidae) from Patagonia, Argentina. *J Parasito* 199: 777-780.
- ROHDE K, HAYWARD C AND HEAP M. 1995. Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes. *International J Parasitol*, 25 (8): 945-970.
- RÓZSA L, REICZIGEL J AND MAJOROS G. 2000. Quantifying parasites in samples of hosts. *The Journal of Parasitology*, 86: 228-232.
- SHIMABUKURO-DIAS CK, OLIVEIRA C, REIS RE AND FORESTI F. 2004. Molecular phylogeny of the armored catfish family Callichthyidae (Ostariophysi, Siluriformes). *Mol Phylogen Evol* 32: 152-163.
- SCHOLZ T, VARGAS- VAZQUEZ J AND SALGADO-MALDONADO G. 1995. Revision of Genarchella species (Digenea: Derogenidae) parasitizing freshwater fishes in Mexico and Central America. *J Nat Hist*, 29: 1403-1417.
- SHOLZ T. 1999. Lifes cycles of species of *Proteocephalus*, parasites of fishes in the Palearctic region: a review. *Journal of Helminthology*, 73: 1-19.
- SOYLU E. 2013. Metazoan parasites of perch *Perca fluviatilis* L. from Lake Sığircı, Ipsala, Turkey. *Pakistan J Zool*, 45: 47-52.
- TAVARES LER AND LUQUE JL. 2008. Similarity between metazoan parasite communities of two sympatric brackish fish species from Brazil. *Journal of Parasitology*, 94: 985-989.
- TAVARES-DIAS M, OLIVEIRA M S B, GONÇALVES R A AND SILVA L M A. 2014. Ecology and seasonal variation of parasites in wild *Aequidens tetramerus*, a Cichlidae from the Amazon. *Acta Parasitologica*, 59: 158-164.
- THOMAZ DO, COSTA NETO SV AND TOSTES LCL. 2003. Inventário florístico das ressacas das bacias do Igarapé da Fortaleza e do Rio Curiaú. In: Eds. TAKIYAMA LR AND SILVA AQ. Diagnóstico das ressacas do Estado do Amapá: bacias do Igarapé da Fortaleza e Rio Curiaú, Macapá-AP. CPAQ/IEPA e DGEO/ SEMA, Macapá, p. 1-22.
- ZAR J H. 2010. Biostatistical analysis. 5 ed. New Jersey: Prentice Hall, 944p.

CAPÍTULO 2

Fauna de metazoários parasitando *Peckoltia braueri* e *Pterygoplichthys pardalis* (Loricariidae) da Amazônia oriental, norte do Brasil

Fauna de metazoários parasitando *Peckoltia braueri* e *Pterygoplichthys pardalis* (Loricariidae) da Amazônia oriental, norte do Brasil

**Adriele Carolina Franco Cardoso, Marcos Sidney Brito Oliveira¹, Ligia Rigôr Neves² &
Marcos Tavares-Dias*^{1,2}**

¹Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical, Universidade Federal do Amapá.
Macapá, AP, Brasil.

²Laboratório de Sanidade de Organismos Aquáticos, Embrapa Amapá, Macapá, AP, Brasil.

*** Autor para correspondência**

marcos.tavares@embrapa.br

RESUMO

Este estudo investigou a fauna de parasitos metazoários em *Peckoltia braueri* e *Pterygoplichthys pardalis* de tributário do sistema do Rio Amazonas, no norte do Brasil. Em *P. braueri* foram coletados 630 parasitos tais como *Unilatus unilatus*, *Nothogirodactylus* sp., *Genarchela genarchela*, *Proteocephalus* sp., *Gorytocephalus elongorchis*, *Dolops longicauda* e Hirudinea gen. sp., com dominância das espécies de monogenoideas. Em *P. pardalis* foram coletados 120 parasitos entre *U. unilatus*, *Acanthostomum gnerii* e *Gorytocephalus elongorchis*, mas este acantocéfalo foi a espécie dominante. Tais parasitos em ambos os hospedeiros apresentaram dispersão agregada, elevada prevalência, baixa abundância, baixa diversidade de Shannon, baixa riqueza de espécies, com predominância de espécies de helmintos. Em *P. braueri*, o comprimento dos hospedeiros apresentou correlação positiva com a riqueza de espécies de parasitos e índice de Shannon. Não houve diferenças nas condições corporais de peixes parasitados e não parasitados para esses dois hospedeiros. Este foi o primeiro relato desses parasitos para *P. braueri* e *P. pardalis*.

PALAVRAS-CHAVE: Digenea, Diversidade, Helmintos, Parasitos, Peixes de água doce.

INTRODUÇÃO

Loricariidae são peixes endêmicos aos rios da região Neotropical e representam a maior família de peixes com aproximadamente 800 espécies conhecidas ($\frac{1}{4}$ da diversidade dos Siluriformes) (Nelson, 2006; Armbruster, 2011). *Peckoltia braueri* Eigenmann, 1912 (= *Hemiancistrus braueri*) e *Pterygoplichthys pardalis* Castelnau, 1855 (= *Liposarcus pardalis*), objetos deste estudo, são siluriformes com distribuição nas regiões tropicais da América do Sul, principalmente no sistema do Rio Amazonas. *Peckoltia braueri* tem comprimento máximo de 10,3 cm, enquanto *P. pardalis* chega a medir cerca de 50 cm de comprimento máximo (Froese & Pauly, 2015). Ambas as espécies de peixe possuem comportamento sedentário e habitam o fundo de lagos, rios e igarapés. São onívoros, alimentando-se principalmente de matéria orgânica particulada (detritos), além de filamentos de algas unicelulares e microrganismos associados ao sedimento tais como protozoários, fungos e bactérias (Fisch-Muller, 2003; Mazzoni et al., 2010 a,b; Soares et al., 2011; Lujan et al., 2015; Froese & Pauly, 2015).

Peckoltia braueri e *P. pardalis* têm importância econômica, pois além de servir como alimento para populações ribeirinhas são usados na aquariofilia (Baumgartner et al., 2012; Porto et al., 2012). Esses peixes, quando em ambiente com baixos níveis de oxigênio dissolvido, usam o estômago extremamente vascularizado como órgão de respiração acessória. Por causa desta função, o alimento não fica retido no estômago e vai direto para o intestino (Santos et al., 2006; Froese & Pauly, 2015). Apesar dessa grande diversidade de Loricariidae, estudos sobre os parasitos desses peixes são reduzidos ou escassos, dependendo da espécie.

Em geral, os peixes podem abrigar uma variedade de grupos taxonômicos de parasitos, os quais podem afetar o comportamento, metabolismo, condição corporal, fecundidade e sobrevivência da população de hospedeiros (Barber et al., 2000; Lafferty, 2008; Seppänen et al., 2009; Lacerda et al., 2013). A diversidade e riqueza de parasitos podem variar entre espécies de hospedeiros, principalmente, em função da idade, tamanho, composição da dieta e qualidade do ambiente, sazonalidade (Guidelli et al., 2006; Alarcos e Timi, 2012; Neves et al., 2013; Tavares-Dias et al., 2014). Assim, a análise da comunidade de parasitos e parâmetros de diversidade fornece informações relevantes sobre populações de peixes hospedeiros, aumentando o conhecimento sobre as interações parasito-hospedeiro-ambiente. *Pterygoplichthys pardalis* tem sido registrado com parasitismo por espécies de monogenoideas, digeneas e acantocéfalos (Thatcher & Varela, 1981; Luque et al., 2011; Porto et al., 2012;

Mendoza Franco et al., 2010). Como a fauna parasitária de *P. pardalis* é pouco conhecida e de *P. braueri* não tem sido estudada, este estudo investigou a fauna de parasitos desses peixes de um tributário do sistema do Rio Amazonas, no norte do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo e coleta dos peixes

A bacia do Igarapé Fortaleza, localiza-se nos municípios de Macapá e Santana, Estado do Amapá (Amazônia oriental), é um tributário do Rio Amazonas (Figura 1) formado por um canal principal e uma extensa área de planície, influenciado pela elevada pluviosidade da região amazônica e pelas marés diárias do Rio Amazonas, servindo assim para abrigo e alimentação de diferentes peixes. A vegetação regional é composta de plantas características de florestas da planície de inundação e campos herbáceos, compostas principalmente de várias espécies de macrófitas (Thomaz et al., 2003; Tavares-Dias et al., 2014).

De novembro de 2013 a novembro de 2014, 39 espécimes de *P. braueri* e 33 espécimes de *P. pardalis* foram capturados na bacia Igarapé Fortaleza, região de Macapá, estado do Amapá, Brasil (Figura 1), usando redes de emalhar de diferentes tamanhos (15-50 mm, entre nós). Em seguida, os peixes foram transportados em container contendo água para o Laboratório de Sanidade de Organismos Aquáticos da Embrapa Amapá, Macapá (AP), para análise parasitológica.

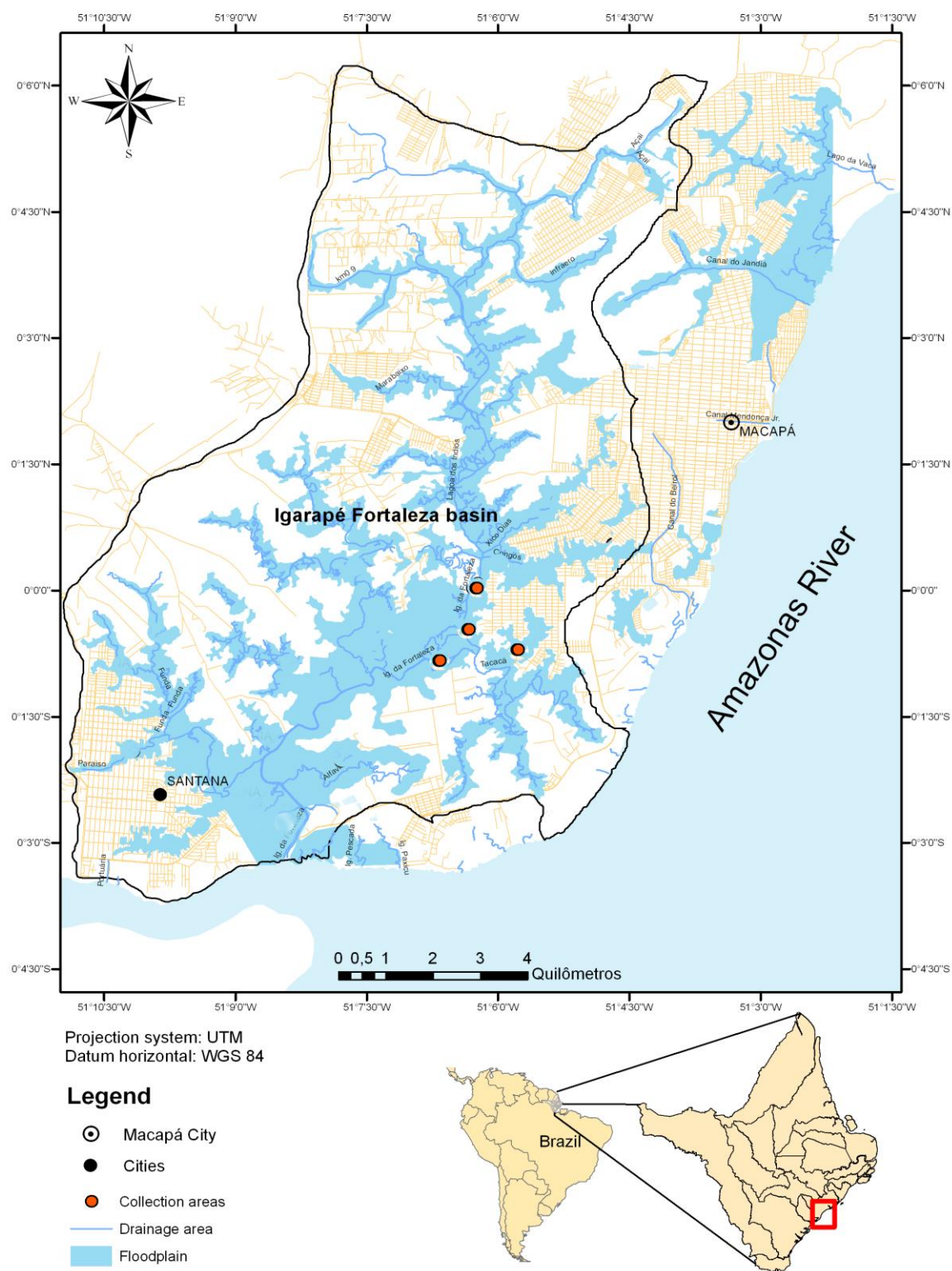


Figura 1. Locais de coletas de *Peckoltia braueri* e *Pterygoplichthys pardalis* de tributário do sistema do Rio Amazonas, na Amazônia oriental, norte do Brasil.

Análises dos parasitos

Após medição de peso corporal (g) e comprimento total (cm), cada peixe foi necropsiado para análise parasitológica. De cada peixe, boca, opérculos e brânquias foram examinados para coleta de ectoparasitas e o trato gastrointestinal para coleta dos endoparasitas. A coleta, fixação, conservação, contagem coloração dos parasitos para identificação seguiram recomendações prévias (Eiras et al., 2006). Os termos ecológicos usados foram aqueles recomendados por Bush et al. (1997).

O índice de Shannon (H), uniformidade (E), riqueza de espécies de parasitos (Magurran, 2004) e frequência de dominância (Rohde et al., 1995) foram calculados para avaliar a comunidade componente de parasitos usando software Diversity (Pisces Conservation Ltda, UK). O índice de dispersão (ID) e índice de discrepância (D) de foram calculados usando o software Quantitative Parasitology 3,0, para detectar o padrão de distribuição das infracomunidades de parasitos (Rózsa et al., 2000) para espécies com prevalência >10%. A significância do ID, para cada infracomunidade, foi testada usando o teste estatístico d (Ludwig and Reynolds, 1988).

Os dados de peso (g) e comprimento total (cm), de cada espécie de hospedeiro, foram usados para calcular o fator de condição relativo (K_n) (Le-Cren, 1951) dos peixes parasitados e não parasitados, que foi comparado usando teste de Mann-Whitney (U). O coeficiente de correlação de Spearman (r_s) foi usado para determinar possíveis correlações do comprimento e peso dos hospedeiros com a abundância de parasitos, índice de Shannon, riqueza de espécies e H (Zar, 2010).

RESULTADOS

Dos *P. braueri* examinados, 48,8% estavam parasitados e foram coletados 630 metazoários entre espécies de monogenoidea, acantocéfalo, digenea, cestóide, argulídeo e sanguessuga, mas a dominância foi de *Unilatus unilatus* Mizelle & Kritsky, 1967 e *Nothogirodactylus* sp., seguida por *Genarchela genarchela*, enquanto *Dolops longicauda* Heller, 1857 e sanguessugas foram os parasitos menos prevalentes (Tabela 1).

Tabela 1. Parasitos de *Peckoltia braueri* da Amazônia oriental, norte do Brasil. P: Prevalência, IM: Intensidade média, AM: Abundância média, FD: Frequência de dominância, NTP: Número total de parasitos, SI: Sítio de infecção.

Espécies de parasitos	P (%)	IM	AM	FD (%)	NTP	SI
<i>Unilatus unilatus</i> e <i>Nothogirodactylus</i> sp.	46,5	9,8	4,6±9,8	0,31	196	Brânquias
<i>Genarchela genarchela</i>	9,3	6,25	0,6±0,2	0,04	25	Brânquias
<i>Genarchela genarchela</i>	23,3	24,0	5,6±0,2	0,38	240	Intestino
<i>Genarchela genarchela</i>	6,9	6,0	0,4±2,7	0,03	18	Estômago
<i>Genarchela genarchela</i>	6,9	8,0	0,6±17,2	0,04	24	Cavidade abdominal
<i>Proteocephalus</i> sp. (larvas)	2,3	2,0	0,05±1,8	-	2	Estômago
<i>Proteocephalus</i> sp. (larvas)	13,9	14,7	2,0±2,6	0,14	88	Intestino
<i>Gorytocephalus elongorchis</i>	18,60	3,9	0,7±0,3	0,05	31	Intestino
<i>Gorytocephalus elongorchis</i>	6,9	1,3	0,09±7,3	0,01	4	Cavidade abdominal
<i>Dolops longicauda</i>	2,3	1,0	0,02±1,9	-	1	Brânquias
Hirudinea gen. sp.	2,3	1,0	0,02±0,4	-	1	Brânquias

Dos *P. pardalis* examinados, 60,6% estavam parasitados por monogenoidea, acantocéfalo e digenea, e 120 desses parasitos metazoários foram coletados (Tabela 2). Porém, a dominância foi de *Gorytocephalus elongorchis* Thatcher, 1979, seguida por *Acanthostomum gnerii* Szidat, 1954. Os parasitos de *P. braueri* e *P. pardalis* apresentaram dispersão agregada (Tabela 3).

Tabela 2. Parasitos de *Pterygoplichthys pardalis* da Amazônia oriental, norte do Brasil. P: Prevalência, IM: Intensidade média, AM: Abundância média, FD: Frequência de dominância, NTP: Número total de parasitos, SI: Sítio de infecção.

Espécies de parasitos	P (%)	MI	MA	FD (%)	NTP	SI
<i>Unilatus unilatus</i>	15,2	3,4	0,52±1,7	0,142	17	Brânquias
<i>Acanthostomum gnerii</i>	30,3	4,8	1,45±3,9	0,400	48	Intestino
<i>Acanthostomum gnerii</i>	6,1	1,0	0,06±0,2	0,017	2	Cavidade abdominal
<i>Acanthostomum gnerii</i>	3,0	4,0	0,12±0,7	0,033	4	Estômago
<i>Gorytocephalus elongorchis</i>	45,5	3,3	1,48±2,2	0,408	49	Cavidade abdominal

Tabela 3. Índice de dispersão (ID), *d*-estatístico e índice de discrepância (D) das infracomunidades de parasitos em duas espécies de Loricariidae da Amazônia oriental, norte do Brasil.

Espécies de parasitos	DI	<i>D</i>	D
<i>Peckoltia braueri</i>			
<i>Unilatus unilatus</i> e <i>Nothogirodactylus</i> sp.	3,600	7,88	0,664
<i>Genarchela genarchela</i> (intestino)	4,394	9,61	0,793
<i>Proteocephalus</i> sp. (intestino)	3,171	6,86	0,872
<i>Gorytocephalus elongorchis</i> (intestino)	2,491	5,10	0,833
<i>Pterygoplichthys pardalis</i>			
<i>Unilatus unilatus</i>	2,547	4,83	0,858
<i>Acanthostomum gnerii</i> (intestino)	2,644	5,08	0,777
<i>Gorytocephalus elongorchis</i>	1,777	2,73	0,666

Para *P. braueri*, o índice de Shannon foi $0,27 \pm 0,45$, equitabilidade $0,15 \pm 0,25$ e riqueza de espécies $1,23 \pm 1,62$ parasitos/hospedeiro. O comprimento dos hospedeiros apresentou correlação positiva com correlação com a riqueza de espécies de parasitos ($rs=0,662$, $p=0,0001$) e índice de Shannon ($rs=0,578$, $p=0,0001$). Para *P. pardalis*, o índice de Shannon foi $0,24 \pm 0,38$, equitabilidade $0,22 \pm 0,38$ e riqueza de espécies de parasitos $0,91 \pm 1,15$ parasitos/hospedeiro. O comprimento dos hospedeiros não mostrou correlação com a riqueza de espécies de parasitos ($rs=-0,212$, $p=0,237$) e índice de Shannon ($rs=-0,328$, $p=0,063$).

Em *P. braueri* e *P. pardalis*, houve predominância de hospedeiros não parasitados (Figura 2).

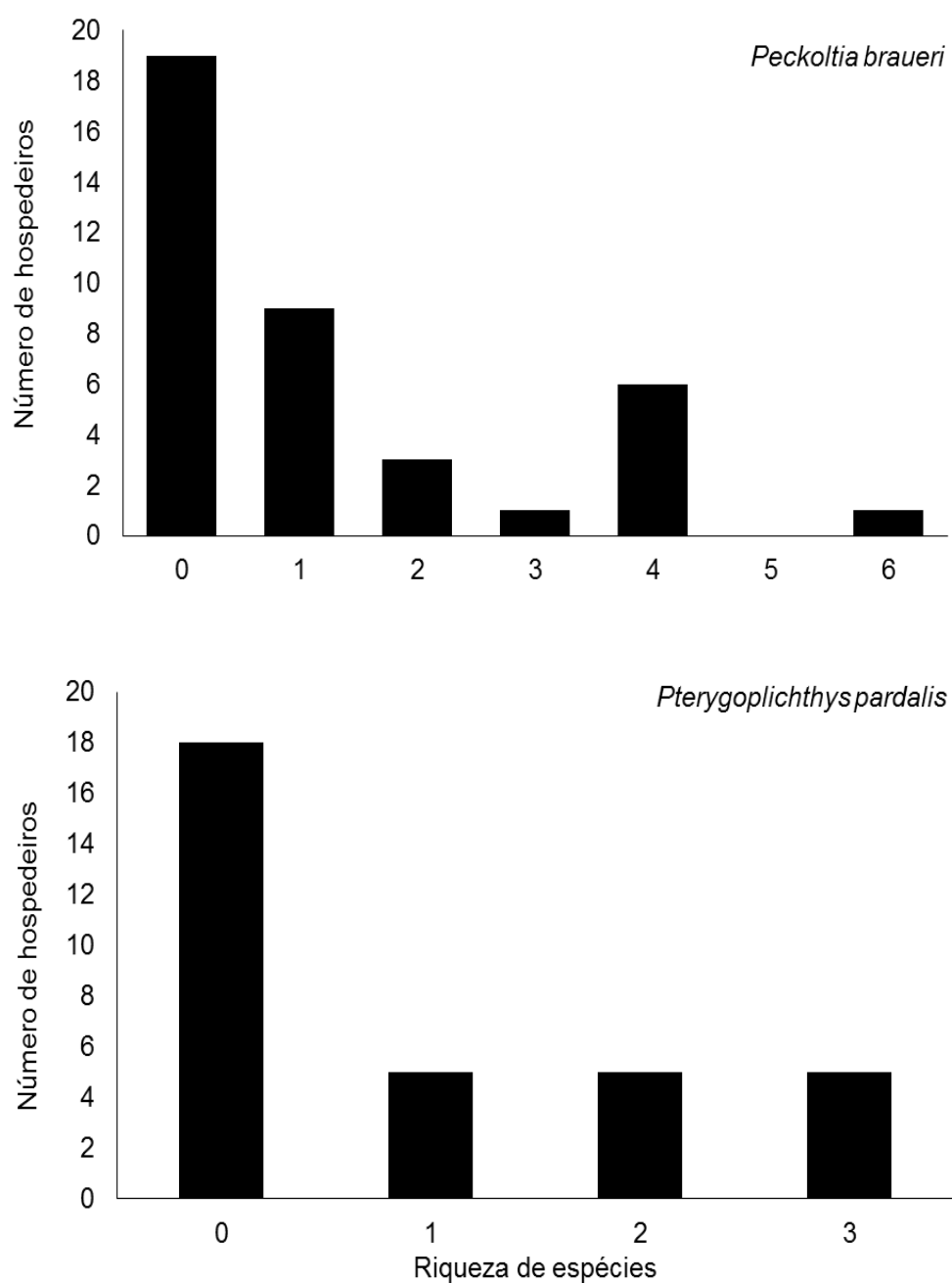


Figura 2. Riqueza de espécies de parasitos em duas espécies de Loricariidae da Amazônia oriental, norte do Brasil.

Em *P. braueri*, a abundância de *G. genarchela* e *G. elongorchis* mostrou correlação positiva com o comprimento e peso dos hospedeiros. Porém, em *P. pardalis* nenhuma correlação foi observada do comprimento e peso dos hospedeiros com a abundância de parasitos (Tabela 4).

Tabela 4. Coeficiente de correlação de Spearman (r_s) da abundância de parasitos com o tamanho de duas espécies de Loricariidae da Amazônia oriental, norte do Brasil.

Parasitos	Comprimento		Peso corporal	
	r_s	P	R_s	P
<i>Peckoltia braueri</i>				
<i>Unilatus unilatus</i> e <i>Nothogirodactylus</i> sp.	0,178	0,279	0,226	0,166
<i>Genarchela genarchela</i>	0,635	0,0001	0,643	0,0001
<i>Proteocephalus</i> sp.	0,299	0,064	0,218	0,182
<i>Gorytocephalus elongorchis</i>	0,573	0,0001	0,476	0,002
<i>Pterygoplichthys pardalis</i>				
<i>Unilatus unilatus</i>	0,178	0,320	0,089	0,621
<i>Acanthostomum gnerii</i>	0,185	0,303	-0,060	0,742
<i>Gorytocephalus elongorchis</i>	0,047	0,793	-0,281	0,113

Para *P. braueri*, a equação que descreve a relação peso-comprimento ($y = 0,1702x^{2,082}$, $r^2 = 0,890$) mostrou crescimento alométrico negativo. Para *P. pardalis*, a equação que descreve a relação peso-comprimento ($y = 4.0497x^{1.281}$, $r^2 = 0.317$) mostrou também crescimento alométrico negativo, que indica maior incremento em massa corporal que em comprimento nesses hospedeiros. O Kn de *P. braueri* não parasitados ($1,000 \pm 0,004$) e parasitados ($1,000 \pm 0,005$) foi similar ($U = 143.0$, $p = 0,949$). O Kn de *P. pardalis* não parasitados ($1,000 \pm 0,003$) e parasitados ($1,000 \pm 0,001$) foi também similar ($U = 79.0$, $p = 0,060$).

DISCUSSÃO

A fauna parasitária de *P. braueri* e *P. pardalis* foi composta por espécies de monogenoideas, acantocéfalos, digeneas, cestóides, crustáceos e hirudíneos. Porém, *Proteocephalus* sp., *Dolops longicauda*, *G. genarchela* e hirudíneos ocorrem somente em *P. braueri*, enquanto *A. gnerii* parasitou somente *P. pardalis*. *Pterygoplichthys pardalis* de diferentes localidades têm sido parasitados por *Unilatus* spp., *Heteropriapulus* spp., *Odhnerio tremamicrocephala*, *Megacoelium spinispecum*, *Austrodiplostomum compactum* e *Gorytocephalus* sp. (Thatcher & Varella, 1981; Luque et al., 2011; Porto et al., 2012; Mendoza Franco et al., 2010). Quando um mesmo endoparasito é encontrado em mais de uma

espécie de hospedeiro de um mesmo ambiente, isso indica a ocorrência de novos hospedeiros intermediários no habitat, além do fato de que diferentes espécies de peixes compartilham um ou mais itens alimentares (Marcogliese, 2002).

Na natureza, os parasitos estão organizados, podendo então ser avaliados aspectos de suas populações e comunidades. Os padrões entre comunidades parasitárias de populações dos hospedeiros podem ser detectados usando descritores quantitativos e qualitativos (Magurran, 2004; Luque et al., 2013). Em *P. braueri* e *P. pardalis*, a diversidade de Shannon, equitabilidade e riqueza de espécies de parasito foram baixas. Porém, em populações de peixes hospedeiros, a diversidade e riqueza de parasitos dependem diretamente da dinâmica populacional de nascimento, morte, migração, idade e dieta do hospedeiro, presença de formas infectantes, qualidade do ambiente, sazonalidade e fatores geográficos, entre outros fatores bióticos e abióticos (Luque et al., 2013; Hoshino & Tavares-Dias, 2014; Tavares-Dias et al., 2014).

Treze gêneros de monogenoideas podem ser encontrados parasitando diversas espécies de Loricariidae, mas espécies de *Unilatus* Mizelle & Kritsky, 1967 e *Trinigyrus* Hanek, Molnar & Fernando, 1974 (Dactylogyridae) são as mais frequentes nesses hospedeiros (Cohen et al., 2013). Neste estudo, *P. braueri* foi parasitado por *U. unilatus* e *Nothogirodactylus* sp., enquanto *P. pardalis* foi parasitado somente por *U. unilatus*, mas os níveis de infecção foram maiores nas brânquias de *P. braueri*. Portanto, como esses dois peixes são espécies distintas, tais diferenças nos níveis de parasitismo são espécie-específicas. Este é o primeiro registro de *U. unilatus* para *P. braueri* e *P. pardalis*.

Genarchella genarchella é um digenea amplamente distribuído em espécies de Characiformes e Siluriiformes do Brasil, Argentina e Uruguai (Scholz et al., 1995; Kohn et al., 2003; Franceschini et al., 2013). Como esta espécie de digenea tem espécies de moluscos e Cypriniformes como hospedeiros intermediários, e espécies de Characiformes e Siluriformes como hospedeiros definitivos (Martorelli, 1989; Lefebvre & Poulin, 2005), no ambiente deste estudo, *P. braueri* foi infectado por ingestão de moluscos contendo formas infectantes desse digenea. *Acanthostomum gnerii* tem espécies de moluscos como hospedeiros intermediários primários, peixes de diversas espécies como hospedeiros intermediários secundários e espécies de siluriformes como hospedeiros definitivos (Ostrowski-Nunez & Gil-Pertierra, 1991; Gil-Pertierra & Ostrowski- Nunez, 1995). Em *P. braueri*, os níveis de infecção por *G. genarchella* foram similares aos de *A. gnerii* em *P. pardalis*. Porém, os níveis de infecção por *A. gnerii* foram maiores que os relatados para *Rhamdia quelen* Quoy and

Gaimard, 1824 (Gil-Perterra & Ostrowski- Nunez, 1995). A abundância de *G. genarchela* aumentou com o tamanho de *P. braueri*, indicando que indivíduos maiores e, portanto, mais velhos, albergam mais parasitos. Resultados similares foram relatados para *Astronotus ocellatus* Spix & Agassiz, 1831 parasitados por *Posthodiplostomum* sp. (Neves et al., 2013). Este é o primeiro relato *G. genarchela* para *P. braueri* e de *A. gnerii* para *P. pardalis*.

Gorytocephalus elongorchis, descrito pela primeira vez parasitando *Hipostomus carinatus* Steindachner, 1881 (= *Plecostomus carinatus*) do Lago Janauacá, região da Amazônia ocidental (Thatcher, 1979), foi aqui encontrado em *P. pardalis* e *P. braueri*, que são novos hospedeiros para esse acantocéfalo. Estes resultados também ampliam a distribuição geográfica de *G. elongorchis* para a região da Amazônia oriental. Os níveis de infecção por *G. elongorchis* em *P. pardalis* foram elevados, enquanto em *P. braueri* foram moderados. Além disso, a abundância de *G. elongorchis* aumentou com o tamanho de *P. braueri*, indicando que os indivíduos mais velhos são mais parasitados. Similarmente, para outras populações de peixes abundância ou intensidade de endohelminthos aumenta com a idade ou tamanho dos hospedeiros (Rohde et al., 1995; Lacerda et al., 2013). Este é o primeiro relato de *G. elongorchis* para *P. pardalis* e *P. braueri*.

Espécies de Proteocephalidae são os cestoides mais frequentes em Siluriformes da América do Sul (Rego et al., 1999; Chambrier et al., 2006). Crustáceos diaptomídeos ou copépodes ciclopídeos servem de hospedeiros intermediários para espécies de *Proteocephalus*. Metacestoides ou procercoídeos desses parasitos desenvolve-se na cavidade corporal de peixes, hospedeiros definitivos ou paratênicos, os quais tornam-se infectados diretamente após consumir tais crustáceos infectados (Scholz, 1999; Rego et al., 1999). Somente em *P. braueri* foram encontrados plerocercóides de *Proteocephalus* sp., e em baixos níveis de infecção, indicando este peixe como hospedeiro intermediário secundário para este cestóide.

Este primeiro relato de *D. longicauda* em *P. braueri* mostrou infestação em apenas um indivíduo hospedeiro, a exemplo de *Metynnis lippincottianus* Cope, 1870 (Hoshino & Tavares-Dias, 2014), também da mesma área deste estudo. Este argulídeo apresenta uma ampla distribuição no sistema do Rio Amazonas (Tavares-Dias et al., 2015). Outro ectoparasito com baixos níveis de infestação nas brânquias foram espécies hirudíneas, que também foram encontrados nas brânquias de *P. braueri*. Portanto, para parasitos as infecções por *D. longicauda* e hirudíneos parecem acidentais.

Finalizando, este primeiro estudo sobre parasitos de *P. braueri*, mostra que a fauna parasitária de *P. braueri* e *P. pardalis* foi caracterizada por baixa diversidade de espécies de metazoários, predominantemente, por espécies de helmintos com elevada prevalência, baixa abundância e dispersão agregada. Essa baixa abundância de parasitos não influenciou as condições corporais desses dois hospedeiros. Em *P. braueri* a correlação positiva do comprimento dos hospedeiros com a riqueza de espécies de parasitos metazoários e índice de Shannon explica que cerca de 60% desses parâmetros diversidade. Porém, para *P. pardalis* outros fatores são responsáveis pela riqueza, baixa diversidade e abundância de parasitos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de Produtividade concedida a Tavares-Dias, M.

REFERÊNCIAS

- Alarcos, A. J., & Timi, J. T. (2012). Parasite communities in three sympatric flounder species (Pleuronectiformes: Paralichthyidae): similar ecological filters driving toward repeatable assemblages. *Parasitology Research*, 110 (6): 2155-2166.
- Armbruster, J. W. (2011). Global catfish diodiversity. *American Fisheries Society Symposium*, 77: 15-37.
- Barber, I., Hoare, D., & Krause J. (2000). Effects of parasites on fish behaviour: a review and evolutionary perspective. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10: 131-165.
- Baumgartner, G., Pavanelli C. S., Baumgartner D., Bifi A. G., Debona T., & Frana V. A. (2012). *Peixes do baixo Rio Iguaçu*. Maringá: EDUEM.
- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M., & Shostak, W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al, Revisited. *The Journal of Parasitology*, 83(4): 575-583.
- Chambrier, A., Scholz, T., Kuchta, R., Posel, P., Mortenthaler, M., & Guardia, C. C. (2006). Tapeworms (Cestoda: Proteocephalidea) of Fishes from the Amazon River in Peru. *Comparative Parasitology*, 73 (1): 111-120.
- Cohen, S. C., Justo, M. C., & Kohn, A. (2013). *South American Monogenoidea Parasites of Fishes, Amphibians and Reptiles*. Rio de Janeiro: Oficina de livros.
- Eiras, J. C., Takemoto, R. M., & Pavanelli, G. C. (2006). *Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*. Maringá: Ed. EDUEM.

- Fisch-Muller, S. (2003). Loricariidae-Ancistrinae (Armored catfishes). In: Reis, R. E., Kullander, S. O., & Ferraris C. J. *Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America*. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
- Franceschini, L., Zago, A. C., Zocoller-Seno, M. C., Veríssimo-Silveira, R., Ninhaus-Silveira, A., & Silva, R. J. (2013). Endohelminths in *Cichla piquiti* (Perciformes, Cichlidae) from the Paraná River, São Paulo State, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, Jaboticabal, 22 (4): 475-484.
- Froese, R., and D. Pauly. 2015. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (04/2015).
- Guidelli, G. M., Tavechio, W. L., Takemoto, R. M., & Pavanelli, G. C. (2006). Fauna parasitária de *Leporinus lacustris* e *Leporinus friderici* (Characiformes, Anostomidae) da Planície de Inundação do Alto Rio Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum*, 28 (3): 281-290.
- Hoshino, M. D. F. G., & Tavares-Dias, M. (2014). Ecology of parasites of *Metynnis lippincottianus* (Characiformes: Serrasalminidae) from the eastern Amazon region, Macapá, State of Amapá, Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* (Impresso), 36: 249-255.
- Kohn, A., Fernandes, B. M. M., Baptista-Farias, M. F. D., Cohen, S. C., Fernandez, D. R., & Canzi, C. (2003). Helminths parasitas dos peixes dos reservatórios de Itaipú e área de influência. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, 25 (4): 148-153.
- Lacerda, A. C. F., Takemoto, R. M., Poulin, R., & Pavanelli, G. C. (2013). Parasites of the fish *Cichla piquiti* (Cichlidae) in native and invaded Brazilian basins: release not from the enemy, but from its effects. *Parasitology Research*, 112: 279-288.
- Lafferty, K. D. (2008). Ecosystem consequences of fish parasites. *Journal of Fish Biology*, 73: 2083–2093.
- Le-Cren, E. D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal Animal of Ecology*, 20 (2): 201-219.
- Lefebvre, F., & Poulin, R. (2005). Progenesis in digenean trematodes: a taxonomic and synthetic overview of species reproducing in their second intermediate hosts. *Parasitology*, 130 (6): 587-605.
- Ludwig, J. A., & Reynolds, J. F. (1988). Statistical ecology: a primer on methods and computing. New York: Wiley-Interscience Pub.

- Lujan, N. K., Armbruster J. W., Lovejoy N. R., & Fernández H. (2015). Multilocus molecular phylogeny of the sucker-mouth armored catfishes (Siluriformes: Loricariidae) with a focus on subfamily Hypostominae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 82: 269-288.
- Luque, J. L., Aguiar, J. C., Vieira, F. M., Gibson, D. I., & Santos, C. P. (2011). *Checklist of Nematoda associated with the fishes of Brazil*. Zootaxa, Auckland, 3082: 1-88.
- Luque, J. L., Vieira, F. M., Takemoto, R. M., Pavanelli, G. C., & Eiras, J. C. (2013). Checklist of Crustacea parasitizing fishes from Brazil. *Checklist*, 9 (6): 1449-1470.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford. UK: Blackwell Science.
- Marcogliese, D. J. (2002). Food webs and the transmission of parasites to marine fish. *Parasitology*, 124 (1): 83-99.
- Martorelli, S. R. (1989). Estudios parasitologicos en biotopos lenticos de la Republica Argentina. V. Desarrollo del ciclo biologico monoxeno de la metacercaria progenetica de *Gernachella genarchella* Travassos 1928 (Digenea: Hemiuridae) parasita de *Littoridina parchappei* (Mollusca: Hydrobiidae). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 14 (157): 109-117.
- Mazzoni, R., Rezende, C. F., & Manna, L. R.. (2010a). Feeding ecology of *Hypostomus punctatus* Valenciennes, 1840 (Osteichthyes, Loricariidae) in a costal stream from Southeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 70: 569-574.
- Mazzoni, R., Moraes M., Rezende C. F., & Miranda, J. C. B. (2010b). Alimentação e padrões ecomorfológicos das espécies de peixes de riacho do alto Rio Tocantins, Goiás, Brasil. *Série Zoologia*, 100: 162-168.
- Mendoza-Franco, E. F., Scholz, T., & Rozkošná. P. (2010). *Tucunarella* n. gen. and other dactylogyrids (Monogenoidea) from cichlid fish (Perciformes) from Peruvian Amazonia. *The Journal of Parasitology*, 96:491-498.
- Nelson, J. S. (2006). *Fishes of the World*. 4th. John Wiley and Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, USA.
- Neves, L. R., Pereira, F. B., Tavares-Dias, M., & Luque, J. L. (2013). Seasonal influence on the parasite fauna of a wild population of *Astronotus ocellatus* (Perciformes: Cichlidae) from the Brazilian Amazon. *The Journal of Parasitology*, 99 (4): 718-721.
- Ostrowski-Núñez, M., & Gil-Pertierra, A. (1991). The life history of *Acanthostomum gnerii* Szidat, 1954 (Trematoda: Acanthostomidae), from the catfish *Rhamdia sapo* in Argentina. *Zoologischer Anzeiger*, 277: 58-71.

- Gil-Pertierra, A., Ostrowski-Núñez, M. (1995). Ocorrência estacional de *Acanthostomum gnerii* Szidat, 1954 (Acanthostomidae, Acanthostominae) y de dos espécies de Derogenidae, Halipegidae, parásitos del bagre sapo *Rhamdia sapo* Valenciennes, 1840 (Pisces, Pimelodidae) en Argentina. *Revista Brasileira de Biologia*, 55: 305-314.
- Porto, D. B., Vital, J. F., Santos, A. K. S., Morais, A. M., Varella, A. M. B., & Malta, J. C. O. (2012). Metazoários parasitos de *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855) (Siluriformes: Loricariidae) da Amazônia central, Brasil. *Revista Brasileira de Zootecias*, 14 (1, 2, 3): 35-40.
- Rego, A. A., Chubb, J. C., & Pavanelli, G. C. (1999). Cestodes in South America freshwater teleost fishes: keys to genera and brief description of species. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16: 299-367.
- Rohde, K., Hayward, C., & Heap, M. (1995). Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes. *International Journal of Parasitology*, 25 (8): 945-970.
- Rózsa, L., Reiczigel, J., & Majoros, G. (2000). Quantifying parasites in samples of hosts. *Journal of Parasitology*, 86: 228-232.
- Santos, G., Ferreira, E., & Zuanon, J. (2006). *Peixes comerciais de Manaus*. Ibama, Manaus.
- Scholz, T., Vargas-Vasquez, J., Moravec, F., Vivas-Rodriguez, C., & Mendoza-Franco, E. (1995). Metacercariae of trematodes of fish from cenotes (=sinkholes) of the Yucatan Península, México. *Folia Parasitologica*, 42 (1): 173-192.
- Scholz, T. (1999). Life cycles of species of *Proteocephalus*, parasites of fishes in the Palearctic region: a review. *Journal of Helminthology*, 73 (1): 1-19.
- Seppänen, E., Kuukka, H., Voutilainen, A., Huuskonen, H., & Peuhkuri, N. (2009). Metabolic depression and spleen and liver enlargement in juvenile Arctic charr *Salvelinus alpinus* exposed to chronic parasite infection. *Journal of Fish Biology*, 74: 553-561.
- Soares, M. G. M., Costa, E. L., Siqueira-Souza, F. K., Anjos, H. D. B., Yamamoto, K. C., & Freitas, C. E. C. (2011). *Peixes de lagos do médio Rio Solimões*. Manaus: Instituto Piatam, 2ª Ed. Revisada.
- Tavares-Dias, M., Araújo, C. S. O., Barros, M. S., & Viana, G. M. (2014). New hosts and distribution records of *Braga patagonica*, a parasite cymothoidae of fishes from the Amazon. *Brazilian Journal of Aquatic Science Technology*, 18 (1): 91-97.
- Tavares-Dias, M., Dias-Júnior, M. B. F., Florentino, A. C., Silva, L. M. A., & Cunha, A. C. (2015). Distribution pattern of crustacean ectoparasites of freshwater fish from Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 24 (2): 136-147.

- Thatcher, V. E. (1979). Uma nova espécie de *Gorytocephalus* Nickol e Thatcher, 1971 (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae) do acari bodó (Pisces: Loricariidae) da Amazônia, Brasil. *Acta Amazonica*, 9 (1): 199-202.
- Thatcher, V. E., & Varella, A. B. (1981). Duas novas espécies de *Megacoelium* Szidat, 1954 (Trematoda: Haploporidae), parasitas estomacais de peixes da Amazônia Brasileira, com uma redefinição do gênero. *Acta Amazonica*, 11 (2): 285-289.
- Thomaz, D. O., Costa Neto, S. V., & Tostes, L. C. L. (2003). Inventário florístico das ressacas das bacias do Igarapé da Fortaleza e do Rio Curiaú. In: Costa Neto, S. V., Tostes, L. C. L., & Thomaz, D. O. Diagnóstico das ressacas do Estado do Amapá: bacias do Igarapé da Fortaleza e Rio Curiaú. CPAQ/IEPA e DGEO/SEMA, Macapá, p.1-22.
- Zar, J. H. (2010). *Biostatistical analysis*. 5th. New Jersey: Prentice Hall.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estrutura e comunidade de parasitos em *M. thoracata* e *C. callichthys*, da bacia do Igarapé Fortaleza, foram similares. A comunidade componente desses hospedeiros foi caracterizada por dispersão agregada, baixa diversidade, baixa riqueza de espécies e baixa diversidade de ectoparasitos. Além disso, houve similaridade na estrutura da comunidade parasitária de *M. thoracata* e *C. callichthys*.

Para *P. braueri* e *P. pardalis* houve diferenças na fauna parasitária encontrada, que pode ser devido a peculiaridades inerentes aos parasitos tais como sua distribuição no ambiente e diferenças genéticas e imunológicas desses hospedeiros. Porém, a fauna de parasitos foi caracterizada por baixa diversidade de espécies de metazoários, predominantemente, helmintos com elevada prevalência, baixa abundância e dispersão agregada. Além disso, para *P. braueri* o comprimento dos hospedeiros explica que cerca de 60% da riqueza de espécies e diversidade de parasitos. Porém, para *P. pardalis* outros fatores são responsáveis pela fauna de parasitos e devem ser investigados, como por exemplo, a variação sazonal.

Este é o primeiro estudo sobre a fauna parasitária dessas quatro espécies de peixes da bacia do Igarapé Fortaleza e mostra que, em geral, essa foi constituída por espécies de parasitos nativos que infectam esses e outros hospedeiros da bacia. Além disso, abundância não afetou o bem-estar de *C. callichthys*, *M. thoracata*, *P. braueri* e *P. pardalis*. É necessário investigar a variação sazonal dos parasitos de *M. thoracata* e *C. callichthys* da bacia do Igarapé Fortaleza.