

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO**  
**UNEMAT- CAMPUS DE NOVA XAVANTINA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO**

**Luciano Benedito de Lima**

**Influência da dieta e da filogenia dos hospedeiros sobre o compartilhamento de parasitas  
em uma assembleia de peixes na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná**



Nova Xavantina – MT

Março, 2015

**Luciano Benedito de Lima**

**Influência da dieta e da filogenia dos hospedeiros sobre o compartilhamento de parasitas em uma assembleia de peixes na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em ecologia e conservação da Universidade do Estado de Mato Grosso como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre.

Orientador: Dr. Dilermando Pereira Lima Junior

Nova Xavantina – MT

Março, 2015

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

LIM/inf	<p>Lima, Luciano Benedito de.</p> <p>Influência da dieta e da filogenia dos hospedeiros sobre o compartilhamento de parasitas em uma assembleia de peixes na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná [manuscrito] / Luciano Benedito de Lima - 2015.</p> <p>70 f.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Dilermando Pereira Lima Junior.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – UNEMAT – Campus de Nova Xavantina, Programa de Pós – Graduação em Ecologia e Conservação, 2015.</p> <p>Bibliografia.</p> <p>Apêndices.</p> <p>1. Ictiologia. 2. Ictioparasitas. 3. Peixes – história evolutiva. 4. Peixes – sinal filogenético. 5. Redes de interação. I. Lima Júnior, Dilermando Pereira. II. UNEMAT, Campus de Nova Xavantina. III. Título.</p> <p>CDU 597.2</p>
---------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Luciano Benedito de Lima**

**Influência da dieta e da filogenia dos hospedeiros sobre o compartilhamento de parasitas em uma assembleia de peixes na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em ecologia e conservação da Universidade do Estado de Mato Grosso como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre.

Aprovado em, 10 de março de 2015, pela BANCA EXAMINANDORA:

---

Dr. Dilermando Pereira Lima Junior  
Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT  
Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde  
Orientador

---

Dr. Eddie Lenza de Oliverira  
Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT  
Departamento de Ciências Biológicas  
Membro Titular

---

Dra. Vanessa Veltrini Abril  
Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT  
Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde  
Membro Titular

---

Dr. Leandro Juen  
Universidade Federal do Pará – UFPA  
Instituto de Ciências Biológicas  
Suplente

*Dedico aos meus pais, Adão Benedito e Maria Aparecida, meus exemplos de vida, de humildade e de superação, pelo carinho e que em nenhum momento deixaram de me apoiar.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por tudo o que tem acontecido na minha vida, e por ser a certeza nos momentos difíceis nesta jornada.

À Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, ao Programa de Ecologia e Conservação, pela oportunidade concedida de cursar o mestrado, e aos professores do PPG Ecologia e Conservação pelos ensinamentos e contribuição nesta minha fase do conhecimento.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

À minha família, avós, tios, as minhas irmãs, aos meus sobrinhos, cunhados, e em especial aos meus pais Adão Benedito de Maria Aparecida pelo amor, carinho, dedicação apoio e incentivo, pois mesmo distantes contribuíram de maneira significativamente para essa conquista.

Ao meu orientador professor Dr. Dilermando Pereira Lima Junior, por me aceitar como seu orientando, após pegar o barco já em movimento rrsrs, pela paciência e dedicação na orientação deste trabalho e auxílio nas análises dos dados e acreditar em meu potencial e pelos seus incentivos.

A pesquisadora Dra. Jane Dilvana Lima sou eternamente grato, pelo incentivo, pelos seus ensinamentos e pela amizade, assim como pelo apoio financeiro para inscrição da prova de mestrado.

Aos membros da banca pelas sugestões que contribuíram para a melhoria do trabalho.

Ao professor Dr. César Enrique de Melo, o qual foi meu primeiro orientador durante esta jornada, pela convivência e por me aceitar em seu laboratório durante a minha estadia em Nova Xavantina.

Aos colegas do Mestrado e alojamento em Nova Xavantina pela amizade, companheirismo e aprendizagem. Em especial aos meus companheiros (as) de alojamento, Márcia, Jéssica, Firmino, Thiago, e José Carlos, sendo que este último considero como um irmão, pois, tive uma maior convivência, já que depois que fomos expulsos do alojamento montamos uma república. Agradeço ainda os meus colegas da turma de mestrado pela convivência durante as disciplinas e pelos momentos de descontração nas pizzarias,

lanchonetes e no Rio das Mortes (Aline Jung, Ana Paula, Arinos, Carol, Leonardo, Keliane e Stefany), e aos demais colegas de outras turmas.

Aos meus colegas do laboratório de Ictiologia e Limnologia, pelos momentos de aprendizado, convivência e companheirismo, principalmente na hora do lanche.

A todos os amigos futebolistas da UNEMAT pelos momentos agradáveis compartilhados nas “peladas” semanais que contribuíram para manter minha saúde física e mental.

Aos meus colegas antigos de graduação pelo apoio e incentivo e em especial aos integrantes do quarteto fantástico a quem eu tenho uma enorme admiração, meus grandes amigos, Fernanda Villela, Hugo e Mona Tatielle.

Aos colegas do Laboratório de Ecologia e Conservação de Ecossistemas Aquáticos do Cerrado, pelos momentos de aprendizagem e descontração nas coletas de campo.

A todos que colaboraram de forma direta ou indiretamente para a realização deste trabalho meu muito obrigado!!

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Área de estudo e pontos de coleta na planície de inundação do Alto Rio Paraná. Os pontos de coleta correspondem às áreas de amostragem do Projeto de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD/CNPq/UEM - SÍTIO 06). 1- Lagoa Peroba; 2 - Lagoa Ventura; 3 - Lagoa Zé do Paco; 4 - Canal Ipoitã; 5 - Lagoa Boca do Ipoitã; 6 - Lagoa dos Patos; 7 - Lagoa Capivara; 8 - Rio Ivinheima; 9 - Lagoa Finado Raimundo; 10 - Lagoa Jacaré; 11 - Lagoa Sumida; 12 - Lagoa Cervo; 13 - Canal Cortado; 14 - Lagoa Pombas; 15 - Canal Curutuba; 16 - Ressaco Manézinho; 17 - Lagoa Osmar; 18 - Lagoa Traíra; 19 - Lagoa do Guaraná; 20 - Ressaco Bilé; 21 - Ressaco Leopoldo; 22 - Lagoa Genipapo; 23 - Lagoa Clara; 24 - Ressaco do Pau Véio; 25 - Rio Paraná; 26 - Lagoa Pousada; 27 - Lagoa das Garças; 28 - Rio Baia; 29 - Lagoa Fechada; 30 - Lagoa Pousada das Garças; 31 - Lagoa dos Porcos; 32 - Lagoa Aurélio; 33 - Canal Baia; 34 - Lagoa Maria Luiza; 35 - Lagoa Gavião; 36 - Lagoa Onça. .... 14

Figura 2 - Esquema mostrando como as análises de Mantel parcial foram realizadas entre as matrizes de dissimilaridade (matriz de dissimilaridade hospedeiro-parasita, matriz de dissimilaridade de dieta e matriz de distância taxonômica do hospedeiro). .... 16



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados dos testes de Mantel parcial entre as redes de interações ecológicas (dissimilaridade parasitas-hospedeiros, dissimilaridade de dieta e distância taxonômica) para as matrizes completas e sub-matrizes (ectoparasitas, endoparasitas, ciclo de vida complexo e ciclo de vida simples). Para cada teste foram geradas 1000 matrizes nulas o que perfaz um  $P < 0,001$ . Valores de correlação dos modelos nulo =  $R_{\text{nulo}}$ , Mantel statistic  $r = R_{\text{Mantel}}$ , \*dados significativos =  $R_{\text{nulo}} < R_{\text{Mantel}}$ ,  $P_{\text{mantel}} = p < 10^{-3}$ ) ..... 19

## SUMÁRIO

SUMMARY .....	14
RESUMO .....	15
INTRODUÇÃO .....	16
MATERIAL E MÉTODOS.....	18
Área de estudo	18
Coleta de dados	20
Análises Estatísticas	20
RESULTADOS .....	22
DISCUSSÃO.....	25
MATERIAL SUPLEMENTAR .....	35
Apêndice 1. Literatura do qual foram retirados os dados de dieta alimentar dos peixes.	35
Apêndice 2. Tabelas	37
Tabela A1. Itens alimentares consumidos pelas espécies peixes presente na rede de dieta, copilada de trabalhos desenvolvidos na planície de inundação do Alto rio Paraná. ....	37
Table A2. Lista das espécies de peixes com o número de espécies de parasitas encontrados e o número de itens alimentares consumidos por cada espécie de peixes.....	39
Tabela A3. Lista de espécies de parasitas com o número de espécies de peixes parasitados por cada espécie de parasita.....	42
ANEXO .....	61
Anexo I. Normas para a submissão de artigo da revista Parasitology	61

## FORMATAÇÃO

O presente estudo encontra-se em formato de artigo e no qual investigamos os fatores que influenciam os padrões de interação parasita-hospedeiro em uma assembleia de peixes na planície de inundação do alto rio Paraná. Nós avaliamos a influência do compartilhamento de dieta e do compartilhamento da história evolutiva dos hospedeiros sobre o compartilhamento de parasitas. Adicionalmente, verificamos a influência de características da história de vida dos parasitas sobre os padrões de interações. Desta maneira, propomos aqui um melhor entendimento da distinta influência dos fatores acima citados sobre a estrutura da rede de interação parasita-hospedeiro. As citações e referências bibliográficas desse artigo estão formatadas segundo as normas da Revista *Parasitology* ([http://assets.cambridge.org/PAR/PAR\\_ifc.pdf](http://assets.cambridge.org/PAR/PAR_ifc.pdf) Anexo I)

---

Artigo

**Influência da dieta e da filogenia dos hospedeiros sobre o compartilhamento de parasitas em uma assembleia de peixes na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná**

---

Citações e referências bibliográficas de acordo com as normas da revista *Parasitology*

([http://assets.cambridge.org/PAR/PAR\\_ifc.pdf](http://assets.cambridge.org/PAR/PAR_ifc.pdf) Anexo I)

**Influência da dieta e da filogenia dos hospedeiros sobre o compartilhamento de parasitas em uma assembleia de peixes na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná**

L. B. de LIMA<sup>1,2\*</sup>, S. BELLAY<sup>3</sup>, H. C. GIACOMINI<sup>4</sup>, A. ISAAC<sup>5</sup>, E D. P. LIMA JÚNIOR<sup>1</sup>,  
2

<sup>1</sup> *Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Nova Xavantina, BR 158, Km 148 - CEP: 78690-000 - Caixa Postal 08 - Nova Xavantina - MT, Brasil, e-mail - lucianobeneditolima@gmail.com \**

<sup>2</sup> *Laboratório de Ecologia e Conservação de Ecossistemas Aquáticos do Cerrado. Universidade Federal de Mato Grosso. Rodovia MT 100, Km 3,5 Setor Universitário CEP: 78698 - 000 - Pontal do Araguaia, MT - Brasil, e-mail - dilermando.lima@gmail.com*

<sup>3</sup> *Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Biológicas. Avenida Colombo, 5790 bloco G90 sala 011 Zona 7, CEP: 87020-900 - Maringá, PR - Brasil, e-mail - sybellebellay@yahoo.com.br*

<sup>4</sup> *Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Toronto, Office RW 520B, 25 Harbord St., Toronto, ON, Canada, M5S 3G5, e-mail – hgiacomini@gmail.com*

<sup>5</sup> *Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina. Rua Pioneiro, 2153, Jardim Dallas, CEP: 85950-000, Palotina/PR, e-mail – andrisaac@yahoo.com.br*

## SUMMARY

The sharing of parasites in ecological assemblages of hosts is influenced by ecological and evolutionary factors, such as hosts' abundance, body size, and phylogenetic relatedness. Another potentially important factor is the feeding habit of hosts, as many parasite species have to be ingested to develop inside the host's body, although so far no study has evaluated influence of this factor on parasite composition within an ecological community. Here we show that both diet and evolutionary history of hosts significantly explain parasite composition in a complex fish-parasite network containing 52 fish species belonging to five different orders, feeding on 58 food items, and infected for 303 parasite species distributed in 13 taxonomic groups. Fish species that are more closely related and have greater diet overlap tend to share more parasites. However, the influence of diet was only observed for endoparasites and parasites with complex life cycle, and not for ectoparasites or parasites with simple life cycle. These results are consistent with the different life history strategies and selective pressures experienced by these distinct groups: whereas most endoparasites require ingestion by one of its hosts (e.g., fish) in order to complete their life cycle, most ectoparasites actively search and attach externally to its single and definitive host. The direct implication of this result shows that endoparasites and complex life cycle of the parasite can infect host much and thus can be a vector of new infections. While habitat changes that lead to changes in abundance patterns of hosts may have greater effects on ectoparasites and simple life cycle of parasites. The different responses of the parasites due to its history of life can be indicative of changes in patterns of interaction networks face the distinct ecological impacts.

Key words: Interaction networks, evolutionary history, phylogenetic signal, ictioparasites, Mantel test

## RESUMO

O compartilhamento de parasitas é influenciado por fatores ecológicos como o tamanho corporal, a abundância e por fatores evolutivos como as relações filogenéticas dos hospedeiros. Outro fator potencialmente importante do hospedeiro é a sua dieta alimentar, pois muitos indivíduos/espécies de parasitas precisam ser ingeridos para se desenvolver dentro do hospedeiro. No entanto, até o momento, nenhum estudo avaliou a influência do hábito alimentar de peixes sobre o compartilhamento de parasitas numa comunidade ecológica. Aqui nós mostramos que tanto a história evolutiva quanto a dieta dos hospedeiros e as estratégias de vida dos parasitas explicou significativamente o compartilhamento de parasitas entre 52 espécies de peixes pertencentes a cinco ordens diferentes que consumiram 58 itens alimentares, e estavam infectados por 303 espécies de parasitas distribuídos em 13 grupos taxonômicos. Espécies de peixes filogeneticamente próximas e que compartilham itens alimentares tendem a compartilhar parasitas. Contudo, o efeito da dieta foi observado somente nos casos de endoparasitas e parasitas de ciclo de vida complexo, e não em ectoparasitas ou parasitas de ciclo de vida simples. Esses resultados são consistentes com as diferentes estratégias de história de vida e pressões seletivas experimentadas por esses grupos de parasitas. Isso porque enquanto endoparasitas em geral requerem ingestão por um de seus hospedeiros (p.e., peixes) para completar o ciclo de vida, a maioria dos ectoparasitas buscam ativamente e aderem-se externamente a seu único e definitivo hospedeiro. Esses resultados mostram que endoparasitas e parasitas de ciclo de vida complexo podem infectar muitos hospedeiros e, conseqüentemente, ser um possível vetor de novas infecções. Ao mesmo tempo, alterações do habitat que levem a modificações dos padrões de abundância dos hospedeiros podem exercer maiores efeitos sobre os ectoparasitas e parasitas de ciclo de vida simples. As respostas distintas dos parasitas devido a sua história de vida podem implicar em modificações nos padrões das redes de interação frente aos distintos impactos ecológicos.

**Palavra chaves:** Redes de interação, história evolutiva, sinal filogenético, ictioparasitas, teste de Mantel.

## INTRODUÇÃO

Os parasitas e suas interações são amplamente distribuídos nas comunidades (Dobson *et al.* 2008) e desempenham papel chave dentro das redes ecológicas. Cerca de 30 a 40% da energia que flui em redes tróficas ocorre via parasitismo (Lafferty *et al.* 2006; Thieltges *et al.* 2013), e muitos parasitas são responsáveis pela emergência de doenças que afetam os padrões de abundância das espécies de toda comunidade (Kelly *et al.* 2009b). Portanto, é importante compreender os fatores que influenciam o compartilhamento de espécies de parasitas entre hospedeiros se quais as funções desempenhadas por esses parasitas na estrutura das redes ecológicas (Bellay *et al.* 2011; Kamiya *et al.* 2014).

O compartilhamento de parasitas entre hospedeiros em uma assembleia está relacionado a fatores ecológicos e evolutivos (Poulin, 2010; Lima *et al.* 2012; Bellay *et al.* 2013). Dentre esses fatores podemos citar o tamanho corporal do hospedeiro, sua densidade/abundância populacional, a distribuição geográfica, a sobreposição do nicho alimentar e a filogenia (Poulin and Forbes, 2011; Dallas and Presley, 2014). Hospedeiros maiores disponibilizam mais espaço para os parasitas, quando comparados a hospedeiros menores possibilitando a maior co-ocorrência de espécies de parasitas (Poulin, 1997; Poulin and Forbes, 2011). Já hospedeiros mais abundantes tem maior probabilidade de encontros com parasitas do que hospedeiros menos abundantes, por isso podem apresentar grande diversidade de parasitas (Luque *et al.* 2005; Poulin and Forbes, 2011). Sabe-se também que hospedeiros com grande capacidade de migração tem maior sobreposição de espécies de parasitas do que espécies de hospedeiros com migração restrita (Poulin, 2010; Poulin and Forbes, 2011; Blasco-Costa and Poulin, 2013).

Considerando o aspecto evolutivo, espécies de hospedeiros próximas filogeneticamente tendem a compartilhar mais parasitas, o que se deve à dinâmica co-evolutiva da relação parasita-hospedeiro e ao processo de conservação filogenética do nicho (Wiens and Graham, 2005; Mouillot *et al.* 2006). Embora fatores filogenéticos expliquem uma parte do compartilhamento de parasitas entres hospedeiros, fatores como o uso do micro-habitat pelos hospedeiros, a sua história de vida e dieta são importantes que potencialmente podem influenciar os padrões de interação (Poulin, 2010).

As estratégias de vida dos parasitas são muito diversificadas e podem também contribuir para o compartilhamento de parasitas entre hospedeiros (Joannes *et al.* 2014). Muitas espécies necessitam de mais de um hospedeiro para o seu desenvolvimento (parasitas



de ciclo de vida complexo) enquanto outras necessitam apenas de um hospedeiro (parasitas de ciclo de vida simples) (Thatcher, 2006; Woo, 2006). Há ainda endoparasitas que infectam preferencialmente as cavidades corporais do seu hospedeiro por penetração ativa durante os estágios larvais ou passiva via, ingestão de larvas (Lafferty *et al.* 2006; Thieltges *et al.* 2013; Poulin *et al.* 2013). Em contrapartida, os ectoparasitas infectam preferencialmente seus hospedeiros de forma ativa (Pariselle *et al.* 2011). Como consequência dessa diversidade de histórias de vida, as interações entre parasitas e hospedeiros são organizada em um *continuum* baixa especificidade (i.e. muitos hospedeiros) e alta especificidade (poucos ou um hospedeiro) (Rigaud *et al.* 2010). Para interação entre peixes e parasitas, foi mostrado que a padrões distintos de interação entre os parasitas e seus hospedeiros depende da estratégia de vida do parasita (Takemoto *et al.* 2009; Lima *et al.* 2012; Bellay *et al.* 2013). Parasitas com ciclo de vida complexo e os endoparasitas tendem apresentar uma baixa especificidade (sensu Guimarães *et al.* 2006), o que possibilita parasitar um grande número de hospedeiros; já os parasitas de ciclo de vida simples e ectoparasitas tendem apresentar alta especificidade (Krasnov *et al.* 2004; Poulin, 2010; Lima *et al.* 2012; Bellay *et al.* 2013), dado a característica de preferência por seus hospedeiros faz com que esses grupos parasitam poucas espécies de hospedeiros.

Muito parasitas infectam novos hospedeiros por meio de ligação trófica entre predador e presa (Lafferty, 1999). Ao mesmo tempo há outras espécies de parasitas são de vida livre e suas interações não são ou são menos influenciados pelas ligações tróficas (Strona, 2014). Dessa forma, esperamos que a dieta e a filogenia do hospedeiro e as distintas histórias dos parasitas influenciem os padrões de interação parasita-hospedeiro de uma assembleia de peixes. Esperamos ainda que parasitas que precisam ser ingeridos para infectar seu hospedeiro, como os endoparasitas e parasitas com ciclo de vida complexo, apresentem uma relação direta com a dieta do hospedeiro. Em contrapartida, para ectoparasitas e parasitas de ciclo de vida simples, dado suas estratégias de infecção ativa, a dieta não deve influenciar no compartilhamento de parasitas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Área de estudo*

O Rio Paraná é o segundo maior rio da América do Sul em extensão: desde a sua nascente na confluência dos rios Paranaíba e Grande até sua desembocadura no estuário do rio da Prata ele percorre aproximadamente 2738 km (Martins and Stevaux, 2005). É o décimo maior rio do mundo em descarga de água e possui a quarta maior área de drenagem (Agostinho *et al.* 2007b, 2008). A bacia hidrográfica na qual o Rio Paraná está inserido inclui também o Rio Paraguai e essa bacia ocupa a porção centro sul da América do Sul, com uma área de drenagem de  $2,8 \times 10^6$  km<sup>2</sup> abrangendo três países: Brasil, Argentina e Paraguai.

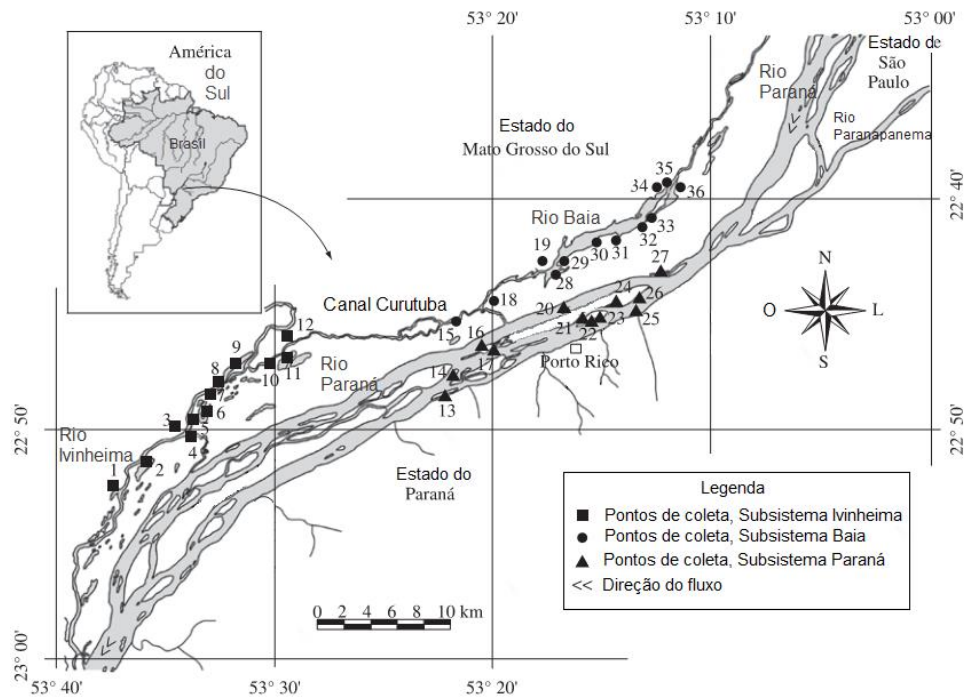
O Alto Rio Paraná possui uma área de drenagem de aproximadamente 880.000 km<sup>2</sup>, o que corresponde aproximadamente 10% do território brasileiro, e inclui o trecho do Rio Paraná a montante do reservatório de Itaipu (antigo Salto das Sete Quedas) (Agostinho *et al.* 2007a, 2008). Os trechos superiores da bacia do Alto Rio Paraná são caracterizados pela intensa atividade antrópica (Agostinho *et al.* 2007a).

Entre a barragem de Porto Primavera e a montante da área inundada do reservatório de Itaipu, encontra-se o único trecho remanescente do Rio Paraná livre de reservatórios com aproximadamente 230 km onde está inserida a planície de inundação do Alto Rio Paraná (Hoeinghaus *et al.* 2009, Fig. 1). Nesse trecho o Rio Paraná recebe importantes tributários ainda livres de barragens (e.g. rio Ivinheima e rio Baía) e sua planície de inundação é formada pelos os subsistemas (Ivinheima, Baía e Paraná).

A manutenção dessa planície é fundamental para a preservação da biodiversidade local, que conta com mais de 4500 espécies conhecidas, incluindo os seguintes grupos taxonômicos: vegetais terrestres, macrófitas aquáticas, zooplâncton, invertebrados bentônicos, ictioparasitas, peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos (Agostinho *et al.* 2013; Pendleton *et al.* 2014).

A assembleia de peixes da planície de inundação do Alto Rio Paraná é formada por aproximadamente 182 espécies distribuídas em 35 famílias e nove ordens (Graça and Pavanelli, 2007). As ordens Characiformes e Siluriformes apresentam a maior riqueza e abundância de espécies, o que corresponde a 80% de todas as espécies de peixes desta área (Agostinho *et al.* 2007b). A grande variedade de habitats e a rica diversidade de espécies presente na planície de inundação do Alto Rio Paraná favorecem a grande diversidade de

parasitas que utilizam os peixes como hospedeiros intermediários ou definitivos. Em um levantamento da fauna de parasitas da planície de inundação do alto rio Paraná, Takemoto et al.(2009) analisaram 72 espécies de peixes e encontraram 337 espécies de parasitas distribuídos em 12 grupos formados principalmente por platelmintos (Monogenéticos, Digenéticos e Cestóides) e Nematóides.



*Figura 1.* Área de estudo e pontos de coleta na planície de inundação do Alto Rio Paraná. Os pontos de coleta correspondem as áreas de amostragem do Projeto de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD/CNPq/UEM - SÍTIO 06). 1– Lagoa Peroba; 2 – Lagoa Ventura; 3 – Lagoa Zé do Paco; 4 – Canal Ipoitã; 5 – Lagoa Boca do Ipoitã; 6 – Lagoa dos Patos; 7 – Lagoa Capivara; 8 – Rio Ivinheima; 9 – Lagoa Finado Raimundo; 10 – Lagoa Jacaré; 11 – Lagoa Sumida; 12 – Lagoa Cervo; 13 – Canal Cortado; 14 – Lagoa Pombas; 15 – Canal Curutuba; 16 – Ressaco Manézinho; 17 – Lagoa Osmar; 18 – Lagoa Traíra; 19 – Lagoa do Guaraná; 20 – Ressaco Bilé; 21 – Ressaco Leopoldo; 22 – Lagoa Genipapo; 23 – Lagoa Clara; 24 – Ressaco do Pau Véio; 25 – Rio Paraná; 26 - Lagoa Pousada; 27 – Lagoa das Garças; 28 – Rio Baía; 29 – Lagoa Fechada; 30 – Lagoa Pousada das Garças; 31 – Lagoa dos Porcos; 32 – Lagoa Aurélio; 33 – Canal Baía; 34 – Lagoa Maria Luiza; 35 – Lagoa Gavião; 36 – Lagoa Onça. Figura extraída de Lima et al.(2012).

### *Coleta de dados*

Nós utilizamos dados provenientes dos três subsistemas presentes na planície de inundação do Alto Rio Paraná (subsistema Ivinheima, subsistema Baía e subsistema Paraná, Fig 1). As informações sobre a dieta dos peixes foram compiladas de estudos realizados na planície de inundação do Alto rio Paraná, incluindo livros, dissertações, teses, capítulos de livros e artigos (Material suplementar Apêndice 1). A maior parte desses estudos envolveu coletas primárias de dados no âmbito do Projeto de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD/CNPq/UEM - SITIO 06). Nós construímos uma matriz binária (M) de dieta no qual as linhas são constituídas pelas espécies de peixes e as colunas pelos itens alimentares. Cada célula da matriz assume valores 1 para a presença do item alimentar no trato digestivo do peixe e 0 para a ausência. Essa matriz foi composta por 52 espécies de peixes e 58 itens alimentares (Material suplementar Apêndice A2, Tabela A1).

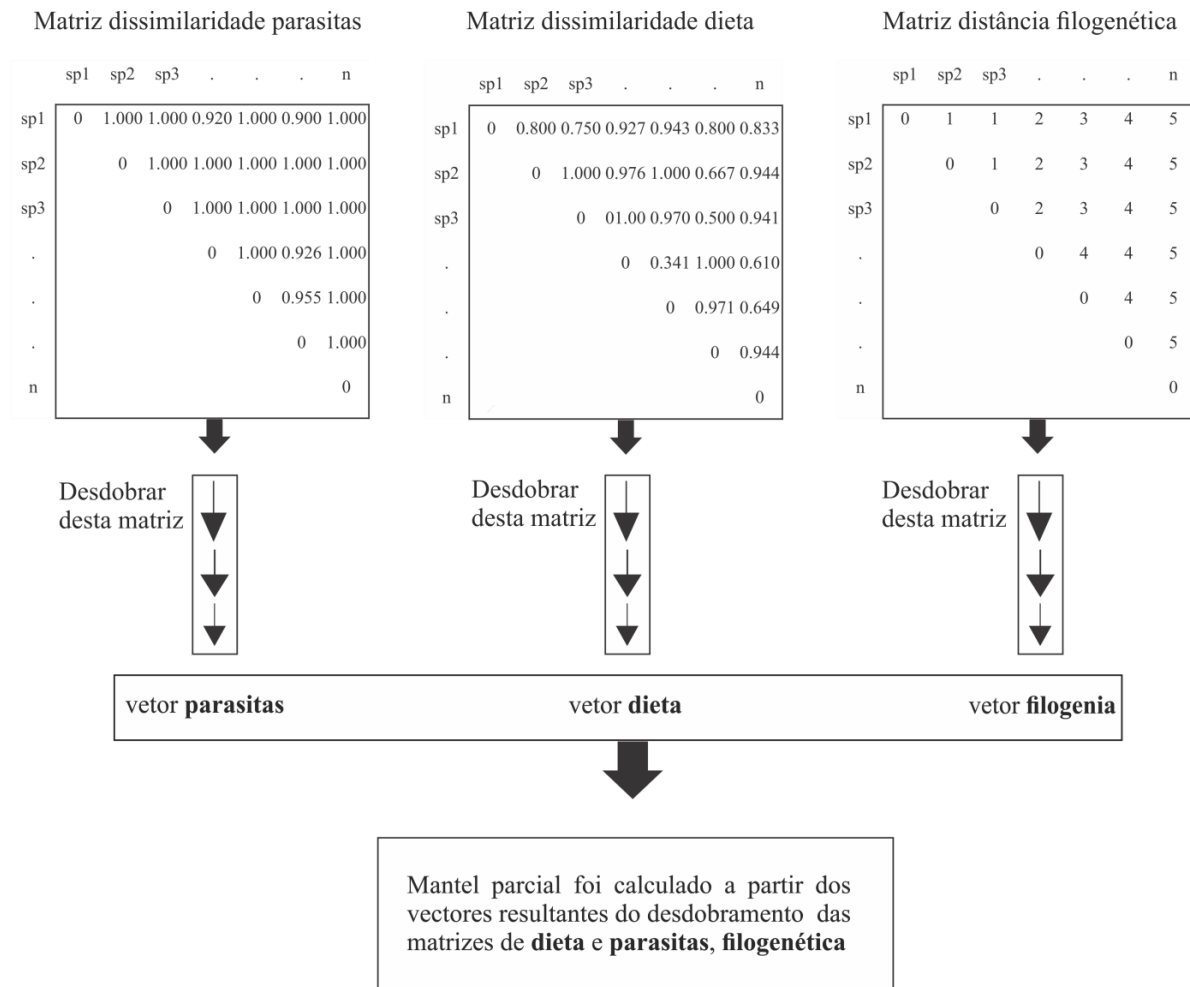
A matriz com as informações sobre as interações parasita-hospedeiro foi compilada Takemoto et al.(2009) e Lima et al.(2012). Cada célula dessa matriz assume valores 1 para a presença da espécie de parasita na espécie de peixe e 0 para a ausência. Uma matriz com 52 espécies de peixes e 303 espécies de parasitas, de forma a incluir apenas as espécies de peixes sobre as quais havia informação sobre a dieta. A partir da matriz de interações parasita-hospedeiro, nós construímos quatro sub-matrizes considerando os dois aspectos da história de vida do parasita: o tipo de parasitismo (endoparasitas ou ectoparasitas) e o tipo de ciclo de vida (simples ou complexo). Os parasitas foram classificados quanto a forma de parasitismo, ao ciclo de vida e ao estágio de vida de acordo com a classificação realizada por Lima et al.(2012).

### *Análises Estatísticas*

Para avaliar o quanto o compartilhamento de parasitas entre os hospedeiros se deve ao compartilhamento de dieta e o quanto se deve a história evolutiva dos hospedeiros nós comparamos três matrizes de distância entre pares de espécies de peixe. As matrizes de dissimilaridade de dieta e de composição de parasitas foram calculadas por meio do inverso índice de Jaccard (Magurran, 2004; Legendre and Legendre, 2012). Para representar a história evolutiva, construímos uma matriz quadrada de distância taxonômica (um proxy para filogenia) que expressa a relação de filogenética entre peixes, como feito por estudos

anteriores (Bersier and Kehrl, 2008; Krasnov *et al.* 2010; Lima *et al.* 2012; Rohr and Bascompte, 2014). As células desta matriz assumem valor 1 para espécies do mesmo gênero, 2 para espécies da mesma família e diferentes gêneros, 3 para espécies da mesma ordem e diferentes famílias e 4 para espécies de diferentes classes.

Em seguida realizamos o teste de Mantel parcial entre as matrizes: (i) matriz de dissimilaridade parasita-hospedeiro e matriz de dissimilaridade de dieta, controlando a distância taxonômica do hospedeiro; (ii) matriz de dissimilaridade hospedeiro-parasita e matriz de distância taxonômica do hospedeiro, controlando o efeito da dieta (Fig. 2). As mesmas análises foram realizadas considerando as distintas características da história de vida dos parasitas (endoparasitas, ectoparasitas, ciclo de vida simples e ciclo de vida complexo). Totalizando 10 testes de Mantel Parcial. Para avaliar a significância dos testes, geramos mil matrizes aleatórias. Todas as análises foram realizadas no programa R versão 3.1.2, (R core Team, 2014) utilizando o pacote Vegan 2.0-10 (Oksanen *et al.* 2013).



*Figura 2.* Esquema mostrando como as análises de Mantel parcial foram realizadas entre as matrizes de dissimilaridade (matriz de dissimilaridade hospedeiro-parasita, matriz de dissimilaridade de dieta, controlando o efeito da distância taxonômica do hospedeiro).

## RESULTADOS

As 52 espécies de peixes estudadas foram distribuídas em cinco ordens e 18 famílias (Material suplementar Apêndice A2, Tabela A2). Cada espécie de peixes apresentou em média 9 espécies de parasitas ( $DP \pm 8,88$ ; variando de 1 a 33 espécies) e consumiram em média 16 itens alimentares ( $DP \pm 11,42$ ; variando de 1 a 40 itens alimentares). *Hoplosternum littorale*, *Astyanax altiparanae* e *Iheringichthys labrosus*, consumiram o maior número de itens com 40, 40, e 35 respectivamente. Os itens alimentares mais consumidos foram: matéria orgânica particulada, Ostracoda e Chironomidae, encontrados em 37, 33 e 32 espécies de

peixes respectivamente (Material suplementar Apêndice A2, Tabela A1). As espécies de peixes infectadas pelo maior número de espécies de parasitas foram *Prochilodus lineatus*, *Pimelodus maculatus* e *Leporinus friderici* com 33, 29 e 29 respectivamente (Material suplementar Apêndice A2, Tabela A2).

Os principais grupos de parasitas foram Monogenéticos, Digenéticos e Nematóides com, 79, 60 e 60 espécies respectivamente (51, 33%, Material suplementar Apêndice A2, Tabela A3). Em relação aos ciclos de vida, 176 (58,1%) espécies apresentam ciclo de vida complexo enquanto 127 (41,9%) espécies possuem ciclo de vida simples (Material suplementar Apêndice A2, Tabela A3). Já em relação à forma de parasitismo, 181 (59,7%) espécies são endoparasitas e 122 (40,2%) espécies são ectoparasitas (Material suplementar Apêndice A2, Tabela A3). As espécies *Contracaecum* sp., *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus* e *Clinostomum complanatum* foram as que infectaram maior número de espécies de peixes, foram encontradas em 15, 9 e 8 espécies respectivamente (Material suplementar Apêndice A2, Tabela A3). Aproximadamente 247 (81,5%), 35 (11,5%) dos parasitas estudados eram adultos ou juvenis, respectivamente. Para 21 (7,0%) não foram encontradas informações sobre o estágio de desenvolvimento (Material Suplementar Apêndice IV).

Os testes de Mantel parcial revelaram relação positiva entre a dissimilaridade de parasitas e a dissimilaridade de dieta, controlando o efeito da distância taxonômica. O mesmo ocorreu com a dissimilaridade de parasitas e distância taxonômica, controlando o efeito da dissimilaridade de dieta, ou seja, peixes próximos filogeneticamente tendem a compartilhar mais parasitas (Tabela 1). Considerando as sub-matrizes, os testes de Mantel mostraram que o efeito da dieta sobre o compartilhamento de parasitas é dependente do modo de parasitismo e do ciclo de vida. Apenas para redes com endoparasitas e/ou parasitas de ciclo complexo há um efeito da dieta sobre o compartilhamento de parasitas (Tabela 1). Em contrapartida, o compartilhamento de parasitas com ciclo de vida simples e ectoparasitas não foi influenciado pela dieta, mas apenas pela distância taxonômica dos hospedeiros (Tabela 1)

**Tabela 1.** Resultados dos testes de Mantel parcial entre as redes de interações ecológicas (dissimilaridade parasitas-hospedeiros, dissimilaridade de dieta e distância taxonômica) para as matrizes completas e sub-matrizes (ectoparasitas, endoparasitas, ciclo de vida complexo e ciclo de vida simples). Para cada teste foram geradas 1000 matrizes nulas o que perfaz um  $P < 0,001$ . Valores de correlação dos modelos nulo =  $R_{nulo}$ , Mantel statistic  $r = R_{Mantel}$ , \*dados significativos =  $R_{nulo} < R_{Mantel}$ ,  $P_{mantel} = p < 10^{-3}$ ).

<b>Mantel parcial matrizes completas</b>	<b><math>R_{Mantel}</math></b>	<b><math>R_{nulo}</math></b>	<b><math>P_{Mantel}</math></b>
Parasitas x dieta, controlado pelo efeito da distância taxonômica	0,1181	0,0079	$P < 0,001^*$
Parasitas x distância taxonômica, controlado pelo efeito da dieta	0,1069	0,0059	$P < 0,001^*$
<b>Mantel parcial sub-matrizes</b>			
Endoparasitas x dieta, controlado pelo efeito da distância taxonômica	0,1300	0,0019	$P < 0,001^*$
Endoparasitas x distância taxonômica, controlado pelo efeito da dieta	0,1374	0,0009	$P < 0,001^*$
Ectoparasitas x dieta, controlado pelo efeito da distância taxonômica	0,0757	0,1178	$P > 0,001$
Ectoparasitas x distância taxonômica, controlado pelo efeito da dieta	0,1470	0,0109	$P < 0,001^*$
Parasitas de ciclo de vida complexo x dieta, controlado pelo efeito da distância taxonômica	0,1280	0,0029	$P < 0,001^*$
Parasitas de ciclo de vida complexo x distância taxonômica, controlado pelo efeito da dieta	0,1364	0,0009	$P < 0,001^*$
Parasitas de ciclo de vida simples x dieta, controlado pelo efeito da distância taxonômica	0,0807	0,1049	$P > 0,001$
Parasitas de ciclo de vida simples x distância taxonômica, controlado pelo efeito da dieta	0,1595	0,0049	$P < 0,001^*$



## DISCUSSÃO

O presente estudo inova ao mostrar que a dieta dos hospedeiros tem um efeito sobre o compartilhamento de parasitas; mas que esse é influenciado pela história de vida dos parasitas. A proeminência de grupos de parasitas com menor especificidade em nossa assembleia pode ser apontado como fator que explica o efeito geral da dieta sobre toda a rede de interação. Parasitas de peixes que apresentam menor especificidade tem maiores chances de chegar a seu hospedeiro definitivo via link trófico, pois estão presentes em maior número de hospedeiros na comunidade (Lafferty *et al.* 2006; Dunne *et al.* 2013). Cabe ainda ressaltar que cerca de 11% dos parasitas encontrados na assembleias são formados por espécies em fases juvenis do ciclo de vida. Como mostrado em estudos anteriores as fases larvais apresentam uma menor especificidade em relação aos hospedeiros do que fases adultas (Bellay *et al.* 2013) e consequentemente infectam e são compartilhadas por mais hospedeiros. A relação filogenética entre hospedeiros foi também um importante fator para explicar o compartilhamento de parasitas. Em outras palavras hospedeiros filogeneticamente próximos tendem a compartilhar parasitas. Espécies de hospedeiros próximas filogeneticamente tendem a apresentar características fisiológicas, comportamentais e ecológicas comuns que fazem dessas susceptíveis os mesmos grupos de parasitas (Locke *et al.* 2014; Krasnov *et al.* 2014). Como dissemos anteriormente a interação entre parasita e hospedeiros se dá ao longo de *continuum* baixa especificidade para alta especificidade. Esse *continuum*, por sua vez, pode ser explicado pela a conservação filogenética do nicho que ocorre nos grupos de parasitas (Mouillot *et al.* 2006; Poulin *et al.* 2013).

O efeito do compartilhamento da dieta entre os hospedeiros teve marcada distinção entre os parasitas com diferentes histórias de vida. Parasitas que necessitam de mais de um hospedeiro para completar seu ciclo de vida como endoparasitas e parasitas de ciclo de vida complexo (Poulin, 2005, 2007) devem apresentar uma relação direta com a dieta dos hospedeiros. Em contrapartida, a fauna de ectoparasitas e parasitas de ciclo de vida simples não devem ser influenciada pelo o compartilhamento da dieta. Podemos explicar essas diferenças utilizando dois aspectos; (i) *continuum* de baixa especificidade para alta especificidade; e (ii) o favorecimento da seleção natural de estratégias que maximizem fertilização cruzada dos parasitas que ocorre no hospedeiro definitivo (Brown *et al.* 2001).

A maior parte dos endoparasitas e parasitas com ciclo de vida complexo pertencem a grupos de parasitas conhecidos pela sua baixa especificidade como os digenéticos e nematóides e infectam os seus hospedeiros principalmente por meio de ligações tróficas (Poulin, 2010; Locke *et al.* 2013, 2014). Ao apresentar uma menor especificidade esses grupos podem infectar um maior número de hospedeiros e, conseqüentemente, incrementar a probabilidade de chegar ao hospedeiro definitivo (p.e. um ave piscívora ou mesmo um peixe de topo de cadeia). As estratégias que maximizem a probabilidade de chegada do parasita ao hospedeiro definitivo são favorecidas pela seleção natural (Choisy *et al.* 2003; Seppälä *et al.* 2008). Em especial, quando se trata da transmissão dos parasitas por ligações tróficas, Choisy *et al.* (2003) mostram que a seleção natural pode favorecer estratégias de ciclo de vida complexo em situações nas quais os hospedeiros intermediários são mais abundantes que os hospedeiros definitivos. Isso explica influência direta da dieta sobre o compartilhamento de parasitas com essas estratégias de vidas em nossa rede de estudo.

É interessante notar que os peixes que apresentam maior número de parasitas compartilhados (*Prochilodus lineatus*, *Pimelodus maculatus* e *Leporinus frederici*) são espécies de nível trófico inferior (ou seja, são predadas por outras espécies de peixes ou aves), são abundantes no sistema estudados (Takemoto *et al.*, 2005; Lima *et al.*, 2012); apresentam dietas onívoras (exceção a *Prochilodus lineatus* que é uma espécie detritívora que se alimenta removendo detritos de fundo de rios e lagos). Espécies que apresentam grande amplitude de dieta tendem ser mais susceptíveis ao parasitismo e apresentam uma maior diversidade de parasitas (Poulin and Forbes, 2011; Locke *et al.* 2013, 2014). Ao menos em *Prochilodus lineatus*, apesar de ser uma espécie detritívora, esse comportamento alimentar provavelmente expõe essa espécie a infecção de parasitas de vida livre, ovos ou cistos presentes nos detritos.

Em ectoparasitas e parasitas com ciclo de vida simples a transmissão por ligação trófica não é a força seletiva preponderante. Nesses dois grupos, a capacidade detecção e infecção dos hospedeiros provavelmente são as principais forças seletivas. Essas duas estratégias de vida são encontradas em grupos de parasita que infectam o seu hospedeiro por meio de busca ativa (Pariselle *et al.* 2011). Isso, por sua vez, pode incrementar a corrida armamentista evolutiva entre parasitas e hospedeiros (Foitzik *et al.* 2003) levando a uma maior especificidade (Agosta *et al.* 2010). Por exemplo, parasitas obrigatórios (i.e. apresentam uma estrita ligação com os seus hospedeiros)

requerem uma série de adaptações que levam a um ajuste fino ao seu hospedeiro limitando o número de interações (Poisot *et al.* 2011, 2013). Vale ainda ressaltar que parasitas de ciclo de vida simples encontrados na rede estudada foram formados principalmente de monogenéticos, um grupo de parasitas reconhecidos pela alta especificidade em relação aos seus hospedeiros (Poulin, 1992; Dobson *et al.* 2008).

A influência da dieta dos hospedeiros no compartilhamento dos parasitas, bem como as diferentes estratégias de vida dos parasitas nos indicam caminhos de pesquisas produtivos para a compreensão dos processos ecológicos e conservação das assembleias naturais. Atualmente tem aumentado a incidência de novas doenças em comunidades naturais devido à fragmentação e perda de hábitat, mudanças climáticas e introdução de espécies não nativas (Agosta *et al.* 2010). O estabelecimento de espécies não nativas traz diversos efeitos negativos sobre as espécies nativas (Cucherousset and Olden, 2011) como a competição por recursos e a introdução de novos patógenos (Kelly *et al.*, 2009a). Adicionalmente, estudos mostram que espécies não nativas tendem a apresentar uma maior flexibilidade na dieta, consumindo um maior número de itens alimentares do que seus congêneres nativos (Tillberg *et al.* 2007; Harms and Turingan, 2012; Hayden *et al.* 2014) ou ainda alimentam em níveis tróficos inferiores (e.g. onívoros e detritívoros) do que as espécies nativas (Gido and Franssen, 2007). Essa característica torna as espécies não nativas fortes candidatas a ser infectadas por parasitas que necessitam ser ingeridos para completar o seu ciclo de vida.

À luz dos nossos resultados, acreditamos que espécies não nativas de peixes que compartilham muitos itens alimentares com espécies nativas tenham maior chance de ser infectadas por parasitas nativos (Kelly *et al.* 2009a), principalmente parasitas que infectam seus hospedeiros por ligações tróficas. Isto, por sua vez, poderia agravar ainda mais o efeito do estabelecimento das espécies não nativas, por exemplo, por meio de "competição aparente" (Holt, 1977) ou aumentar o número de hospedeiros infectados devido a incremento do limiar de infecção (Kelly *et al.* 2009a). Podemos ainda supor que espécies de endoparasitas e parasitas de ciclo de vida complexo seriam favorecidas em detrimento a ectoparasitas e parasitas com ciclo de vida simples, alterando a estrutura das redes tróficas. Nesse caso assumimos que há competição entre os parasitas o que precisa ser melhor investigado em futuros estudos.

Outro fator que pode modular a contribuição relativa dos diferentes tipos de parasitas na comunidade é a alteração de hábitat (Agosta *et al.* 2010). Em ambientes

impactados as espécies de peixes que apresentam maior plasticidade tendem a ser favorecidas (Abelha *et al.* 2001; Agostinho *et al.* 2007a). Espécies de peixes onívoras são favorecidas e tendem a aumentar sua abundância enquanto espécies carnívoras ou que exigem alta complexidade de habitat tende a diminuir suas abundancias ou até mesmo desaparecer (Casatti *et al.* 2009; Teresa and Casatti, 2013). A elevada generalidade de dieta resultante do aumento na plasticidade pode aumentar a sobreposição de dieta poderá tornar essas espécies susceptíveis aos mesmos grupos de parasitas. Diante desses fatos mais uma vez podemos supor que os endoparasitas e parasitas de ciclo de vida complexos será as estratégias de vida favorecidas.

Nossos resultados mostraram que a dieta e filogenia dos hospedeiros tem efeito sobre o compartilhamento de parasitas; mas que essa influencia é determinada pelo tipo de história de vida do parasita. A implicação direta das respostas distintas dos parasitas, devido a sua história de vida pode nos indicar as possíveis direções da modificação na estrutura de interação da assembleia, frente aos distintos impactos ecológicos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo de Demanda Social (S.M.A).a Luciano Benedito de Lima. Agradecemos também aos membros da banca Eddie Lenza e Vanessa Veltrini Abril, pelas sugestões e críticas construtivas sobre o manuscrito.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abelha, M. C., Agostinho, A. A. and Goulart, E.** (2001). Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum* **23**, 425–434.
- Agosta, S. J., Janz, N. and Brooks, D. R.** (2010). How specialists can be generalists: resolving the “parasite paradox” and implications for emerging infectious disease. *Zoologia* **27**, 151–162. doi:10.1590/S1984-46702010000200001.
- Agostinho, A. A., Gomes, L. C. and Pelicice, F. M.** (2007a). Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil. In *UEM*, p. 501. Eduem, Maringá.
- Agostinho, A. A., Pelicice, F. M., Petry, A. C., Gomes, L. C. and Júlio, H. F.** (2007b). Fish diversity in the upper Paraná River basin: habitats, fisheries, management and conservation. *Aquatic Ecosystem Health & Management* **10**, 174–186. doi:10.1080/14634980701341719.
- Agostinho, A. A., Pelicice, F. M. and Gomes, L. C.** (2008). Dams and the fish fauna of the Neotropical region : impacts and management related to diversity and fisheries. *Brazil Journal Biology* **68**, 1119–1132.
- Agostinho, A. A., Gomes, L. C., Bonecker, C. C. and Thomaz, S. M.** (2013). Padrões de variação de longo prazo na planície de inundação do alto rio Paraná. In *PELD – CNPq Dez anos do programa de pesquisas ecológicas de longa duração no Brasil: achados, lições e perspectivas* (ed. Tabarelli, M., Rocha, C. F. D. da, Romanowski, H. P., Rocha, O., and Lacerda, L. D. de), pp. 163–194. Editora Universitária da UFPE, Recife.
- Bellay, S., Lima, D. P., Takemoto, R. M. and Luque, J. L.** (2011). A host-endoparasite network of Neotropical marine fish: are there organizational patterns? *Parasitology* **138**, 1945–52. doi:10.1017/S0031182011001314.
- Bellay, S., de Oliveira, E. F., Almeida-Neto, M., Lima Junior, D. P., Takemoto, R. M. and Luque, J. L.** (2013). Developmental Stage of Parasites Influences the Structure of Fish-Parasite Networks. *PLoS ONE* **8**, e75710. doi:10.1371/journal.pone.0075710.
- Bersier, L.-F. and Kehrl, P.** (2008). The signature of phylogenetic constraints on food-web structure. *Ecological Complexity* **5**, 132–139. doi:10.1016/j.ecocom.2007.06.013.
- Blasco-Costa, I. and Poulin, R.** (2013). Host traits explain the genetic structure of parasites: a meta-analysis. *Parasitology* **140**, 1316–22. doi:10.1017/S0031182013000784.
- Brown, S. P., Renaud, F., Guégan, J. F. and Thomas, F.** (2001). Evolution of trophic transmission in parasites: The need to reach a mating place? *Journal of Evolutionary Biology* **14**, 815–820. doi:10.1046/j.1420-9101.2001.00318.x.

- Casatti, L., Ferreira, C. P. and Langeani, F.** (2009). A fish-based biotic integrity index for assessment of lowland streams in southeastern Brazil. *Hydrobiologia* **623**, 173–189. doi:10.1007/s10750-008-9656-x.
- Choisy, M., Brown, S. P., Lafferty, K. D. and Thomas, F.** (2003). Evolution of trophic transmission in parasites: why add intermediate hosts? *The American naturalist* **162**, 172–181. doi:10.1086/375681.
- Cucherousset, J. and Olden, J. D.** (2011). Ecological Impacts of Nonnative Freshwater Fishes. *Fisheries* **36**, 215–230. doi:10.1080/03632415.2011.574578.
- Dallas, T. and Presley, S. J.** (2014). Relative importance of host environment, transmission potential and host phylogeny to the structure of parasite metacommunities. *Oikos* **123**, 866–874. doi:10.1111/oik.00707.
- Dobson, A., Lafferty, K. D., Kuris, A. M., Hechinger, R. F. and Jetz, W.** (2008). homage to Linnaeus: how many parasites? How many hosts? *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **105 Suppl**, 11482–9. doi:10.1073/pnas.0803232105.
- Dunne, J. A., Lafferty, K. D., Dobson, A. P., Hechinger, R. F., Kuris, A. M., Martinez, N. D., McLaughlin, J. P., Mouritsen, K. N., Poulin, R., Reise, K., Stouffer, D. B., Thieltges, D. W., Williams, R. J. and Zander, C. D.** (2013). Parasites affect food web structure primarily through increased diversity and complexity. *PLoS biology* **11**, e1001579. doi:10.1371/journal.pbio.1001579.
- Foitzik, S., Fischer, B. and Heinze, J.** (2003). Arms races between social parasites and their hosts: geographic patterns of manipulation and resistance. *Behavioral Ecology* **14**, 80–88. doi:10.1093/beheco/14.1.80.
- Gido, K. B. and Franssen, N. R.** (2007). Invasion of stream fishes into low trophic positions. *Ecology of Freshwater Fish* **16**, 457–464. doi:10.1111/j.1600-0633.2007.00235.x.
- Graça, W. J. and Pavanelli, C. S.** (2007). *Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes*. EDUEM, Maringá.
- Guimarães, P. R., Rico-Gray, V., dos Reis, S. F. and Thompson, J. N.** (2006). Asymmetries in specialization in ant-plant mutualistic networks. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society* **273**, 2041–2047. doi:10.1098/rspb.2006.3548.
- Harms, C. and Turingan, R.** (2012). Dietary flexibility despite behavioral stereotypy contributes to successful invasion of the pike killifish, *Belonesox belizanus*, in Florida, USA. *Aquatic Invasions* **7**, 547–553. doi:10.3391/ai.2012.7.4.011.
- Hayden, B., Massa-Gallucci, a, Harrod, C., O'grady, M., Caffrey, J. and Kelly-Quinn, M.** (2014). Trophic flexibility by roach *Rutilus rutilus* in novel habitats facilitates rapid growth and invasion success. *Journal of fish biology* **84**, 1099–1116. doi:10.1111/jfb.12351.

- Hoeinghaus, D. J., Agostinho, A. A., Gomes, L. C., Pelicice, F. M., Okada, E. K., Latini, J. D., Kashiwaqui, E. A. L. and Winemiller, K. O.** (2009). Effects of river impoundment on ecosystem services of large tropical rivers: embodied energy and market value of artisanal fisheries. *Conservation biology : the journal of the Society for Conservation Biology* **23**, 1222–1231. doi:10.1111/j.1523-1739.2009.01248.x.
- Holt, R. D.** (1977). Predation, apparent competition, and the structure of prey communities. *Theoretical Population Biology* **12**, 197–229. doi:10.1016/0040-5809(77)90042-9.
- Joannes, A., Lagrue, C., Poulin, R. and Beltran-Bech, S.** (2014). Effects of genetic similarity on the life-history strategy of co-infecting trematodes: are parasites capable of intrahost kin recognition? *Journal of evolutionary biology* **27**, 1623–30. doi:10.1111/jeb.12413.
- Kamiya, T., O'Dwyer, K., Nakagawa, S. and Poulin, R.** (2014). Host diversity drives parasite diversity: meta-analytical insights into patterns and causal mechanisms. *Ecography* **37**, 689–697. doi:10.1111/j.1600-0587.2013.00571.x.
- Kelly, D. W., Paterson, R. A., Townsend, C. R., Poulin, R. and Tompkins, D. M.** (2009a). Parasite spillback: A neglected concept in invasion ecology? *Ecology* **90**, 2047–2056. doi:10.1890/08-1085.1.
- Kelly, D. W., Paterson, R. a., Townsend, C. R., Poulin, R. and Tompkins, D. M.** (2009b). Has the introduction of brown trout altered disease patterns in native New Zealand fish? *Freshwater Biology* **54**, 1805–1818. doi:10.1111/j.1365-2427.2009.02228.x.
- Krasnov, B. R., Mouillot, D., Shenbrot, G. I., Khokhlova, I. S. and Poulin, R.** (2004). Geographical variation in host specificity of fleas (Siphonaptera) parasitic on small mammals: the influence of phylogeny and local environmental conditions. *Ecography* **27**, 787–797. doi:10.1111/j.0906-7590.2004.04015.x.
- Krasnov, B. R., Mouillot, D., Shenbrot, G. I., Khokhlova, I. S., Vinarski, M. V, Korallo-Vinarskaya, N. P. and Poulin, R.** (2010). Similarity in ectoparasite faunas of Palaearctic rodents as a function of host phylogenetic, geographic or environmental distances: which matters the most? *International journal for parasitology* **40**, 807–817. doi:10.1016/j.ijpara.2009.12.002.
- Krasnov, B. R., Pilosof, S., Stanko, M., Morand, S., Korallo-Vinarskaya, N. P., Vinarski, M. V. and Poulin, R.** (2014). Co-occurrence and phylogenetic distance in communities of mammalian ectoparasites: limiting similarity versus environmental filtering. *Oikos* **123**, 63–70. doi:10.1111/j.1600-0706.2013.00646.x.
- Lafferty, K. D.** (1999). The evolution of trophic transmission. *Parasitology Today* **15**, 111–115. doi:10.1016/S0169-4758(99)01397-6.

- Lafferty, K. D., Dobson, A. P. and Kuris, A. M.** (2006). Parasites dominate food web links. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **103**, 11211–11216. doi:10.1073/pnas.0604755103.
- Legendre, P. and Legendre, L.** (2012). *Numerical Ecology*. 3<sup>a</sup> ed. Elsevier, Oxford, United Kingdom.
- Lima, D. P., Giacomini, H. C., Takemoto, R. M., Agostinho, A. A. and Bini, L. M.** (2012). Patterns of interactions of a large fish-parasite network in a tropical floodplain. *Journal of animal ecology* **81**, 905–13. doi:10.1111/j.1365-2656.2012.01967.x.
- Locke, S. A., McLaughlin, J. D. and Marcogliese, D. J.** (2013). Predicting the similarity of parasite communities in freshwater fishes using the phylogeny, ecology and proximity of hosts. *Oikos* **122**, 73–83. doi:10.1111/j.1600-0706.2012.20211.x.
- Locke, S. A., Marcogliese, D. J. and Valtonen, E. T.** (2014). Vulnerability and diet breadth predict larval and adult parasite diversity in fish of the Bothnian Bay. *Oecologia* **174**, 253–62. doi:10.1007/s00442-013-2757-x.
- Luque, J. L., Takemoto, R. M., Pavanelli, G. C., Lizama, M. A. P. and Poulin, R.** (2005). Host population density as the major determinant of endoparasite species richness in floodplain fishes of the upper Paraná River, Brazil. *Journal of Helminthology* **79**, 75–84. doi:10.1079/JOH2004264.
- Magurran, A. E.** (2004). *Mesuring biological diversity*. 1<sup>a</sup> ed. Blackwell Publishing, Victória, Australia.
- Martins, D. P. and Stevaux, J. C.** (2005). FORMAS DE LEITO E TRANSPORTE DE CARGA DE FUNDO DO ALTO RIO PARANÁ 1. *Revista Brasileira de Geomorfologia* **2**, 43–50.
- Mouillot, D., R. Krasnov, B., I. Shenbrot, G., J. Gaston, K. and Poulin, R.** (2006). Conservatism of host specificity in parasites. *Ecography* **29**, 596–602. doi:10.1111/j.0906-7590.2006.04507.x.
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Kindt, R., Pierre, L., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H. and Wagner, H.** (2013). Vegan: Community Ecology Package. *R package version 2.0-10*.
- Pariselle, A., Boeger, W. A., Snoeks, J., Bilong Bilong, C. F., Morand, S. and Vanhove, M. P. M.** (2011). The monogenean parasite fauna of cichlids: a potential tool for host biogeography. *International journal of evolutionary biology* **2011**, 1–15. doi:10.4061/2011/471480.
- Pendleton, R. M., Hoeninghaus, D. J., Gomes, L. C. and Agostinho, A. A.** (2014). Loss of rare fish species from tropical floodplain food webs affects community structure and ecosystem multifunctionality in a mesocosm experiment. *PloS one* **9**, e84568. doi:10.1371/journal.pone.0084568.



- Poisot, T., Bever, J. D., Nemri, A., Thrall, P. H. and Hochberg, M. E.** (2011). A conceptual framework for the evolution of ecological specialisation. *Ecology letters* **14**, 841–851. doi:10.1111/j.1461-0248.2011.01645.x.
- Poisot, T., Stanko, M., Miklisová, D. and Morand, S.** (2013). Facultative and obligate parasite communities exhibit different network properties. *Parasitology* **140**, 1340–1345. doi:10.1017/S0031182013000851.
- Poulin, R.** (1992). Determinants of host-specificity in parasites of freshwater fishes. *International Journal for Parasitology* **22**, 753–758. doi:10.1016/0020-7519(92)90124-4.
- Poulin, R.** (1997). SPECIES RICHNESS OF PARASITE ASSEMBLAGES: Evolution and Patterns. *Annual Review of Ecology and Systematics* **28**, 341–358. doi:10.1146/annurev.ecolsys.28.1.341.
- Poulin, R.** (2005). Relative infection levels and taxonomic distances among the host species used by a parasite: insights into parasite specialization. *Parasitology* **130**, 109–115. doi:10.1017/S0031182004006304.
- Poulin, R.** (2007). The structure of parasite communities in fish hosts: ecology meets geography and climate. *Parassitologia* **49**, 169–172.
- Poulin, R.** (2010). Decay of similarity with host phylogenetic distance in parasite faunas. *Parasitology* **137**, 733–741. doi:10.1017/S0031182009991491.
- Poulin, R. and Forbes, M. R.** (2011). Meta-analysis and research on host–parasite interactions: past and future. *Evolutionary Ecology* **26**, 1169–1185. doi:10.1007/s10682-011-9544-0.
- Poulin, R., Krasnov, B. R., Piloşof, S. and Thieltges, D. W.** (2013). Phylogeny determines the role of helminth parasites in intertidal food webs. *The Journal of animal ecology* **82**, 1265–1275. doi:10.1111/1365-2656.12101.
- R core Team** (2014). R: A Language and Environment for Statistical Computing.
- Rigaud, T., Perrot-Minnot, M.-J. and Brown, M. J. F.** (2010). Parasite and host assemblages: embracing the reality will improve our knowledge of parasite transmission and virulence. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society* **277**, 3693–3702. doi:10.1098/rspb.2010.1163.
- Rohr, R. P. and Bascompte, J.** (2014). Components of phylogenetic signal in antagonistic and mutualistic networks. *The American naturalist* **184**, 556–64. doi:10.1086/678234.
- Seppälä, O., Valtonen, E. T. and Benesh, D. P.** (2008). Host manipulation by parasites in the world of dead-end predators: adaptation to enhance transmission? *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society* **275**, 1611–1615. doi:10.1098/rspb.2008.0152.

- Strona, G.** (2014). The underrated importance of predation in transmission ecology of direct lifecycle parasites. *Oikos* n/a–n/a. doi:10.1111/oik.01850.
- Takemoto, R. M., Pavanelli, G. C., Lizama, M. A. P., Luque, J. L. and Poulin, R.** (2005). Host population density as the major determinant of endoparasite species richness in floodplain fishes of the upper Paraná River, Brazil. *Journal of helminthology* **79**, 75–84. doi:10.1079/JOH2004264.
- Takemoto, R., Pavanelli, G., Lizama, M., Lacerda, A., Yamada, F., Moreira, L., Ceschini, T. and Bellay, S.** (2009). Diversity of parasites of fish from the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* **69**, 691–705. doi:10.1590/S1519-69842009000300023.
- Teresa, F. B. and Casatti, L.** (2013). Development of habitat suitability criteria for Neotropical stream fishes and an assessment of their transferability to streams with different conservation status. *Neotropical Ichthyology* **11**, 395–402.
- Thatcher, V. E.** (2006). *Aquatic biodiversity in Latin America: Amazon fish parasites*. Volume 1, 2nd ed. (ed. Adis, J., Arias, J. R., Rueda-Delgado, G., and Wantzen, K. M.) Pensoft, Sofia, Bulgaria.
- Thieltges, D. W., Amundsen, P.-A., Hechinger, R. F., Johnson, P. T. J., Lafferty, K. D., Mouritsen, K. N., Preston, D. L., Reise, K., Zander, C. D. and Poulin, R.** (2013). Parasites as prey in aquatic food webs: implications for predator infection and parasite transmission. *Oikos* **122**, 1473–1482. doi:10.1111/j.1600-0706.2013.00243.x.
- Tillberg, C. V., Holway, D. A., Lebrun, E. G. and Suarez, A. V.** (2007). Trophic ecology of invasive Argentine ants in their native and introduced ranges. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **104**, 20856–20861. doi:10.1073/pnas.0706903105.
- Wiens, J. J. and Graham, C. H.** (2005). NICHE CONSERVATISM: Integrating Evolution, Ecology, and Conservation Biology. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* **36**, 519–539. doi:10.1146/annurev.ecolsys.36.102803.095431.
- Woo, P. T. K.** (2006). *Fish diseases and disorders: protozoan and metazoan infections*. Volume 1, 2nd ed. CAB International, Cambridge, UK.

## MATERIAL SUPLEMENTAR

*Apêndice 1. Literatura do qual foram retirados os dados de dieta alimentar dos peixes.*

- Bozza, A. N. and Hahn, N. S.** (2010). Uso de recursos alimentares por peixes imaturos e adultos de espécies piscívoras em uma planície de inundação neotropical. *Biota Neotropica* **10**, 217–226. doi:10.1590/S1676-06032010000300025.
- Cantanhêde, G., Hahn, N. S., Gubiani, É. a. and Fugi, R.** (2008). Invasive molluscs in the diet of *Pterodoras granulosus* (Valenciennes, 1821) (Pisces, Doradidae) in the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Ecology of Freshwater Fish* **17**, 47–53. doi:10.1111/j.1600-0633.2007.00258.x.
- Crippa, V. E. L., Hahn, N. S. and Fugi, R.** (2009). Food resource used by small-sized fish in macrophyte patches in ponds of the upper Paraná river floodplain. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* **31**, 119–125. doi:10.4025/actascibiolsci.v31i2.3266.
- Ferretti, C. M. L., Adrian, I. de F. and Torrente, G.** (1996). Dieta de duas espécies de *Schizodon* (Characiformes, Anostomidae), na planície de inundação do Alto rio Paraná e suas Relações com aspectos morfológicos. *B. Inst. Pesca* **23**, 171–186.
- Fugi, R., Hahn, N. S. and Agostinho, A. A.** (1996). Feeding styles of five species of bottom-feeding fishes of the high Paraná river. *Environmental Biology of Fishes* **46**, 297–307. doi:10.1007/BF00005006.
- Hahn, N. S., Fugi, R. and Adrian, I. F.** (1991). Espectro e atividade alimentares do armadinho, *trachydoras paraguayensis* (doradidae; siluriformes) em distintos ambientes do rio parana. *Revista UNIMAR* **13**, 177–194.
- Hahn, N. S., Adrian, I. F. and Almeida, V. L. L. de** (1997a). Ecologia trófica. In *A planície de inundação do alto rio Paraná aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos* (ed. Vazzoler, A. E. A. M., Agostinho, A. A., and Hahn, N. S.), pp. 209–2028. Maringá.
- Hahn, N. S., Almeida, V. L. L. de and Luz, K. D. G. da** (1997b). 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 de Zoologia* **14**, 57–64. doi:10.1590/S0101-81751997000100005.
- Hahn, N. S., Agostinho, A. A. and Goitein, R.** (1997c). Feeding Ecology os curvina *Plagioscion squamosissimus* (HECHEL, 1840) (Osteichthyes, Perciformes) in the Itaipu reservoir and Porto Rico Floodplain. *Acta Limnologica Brasiliensia* **9**, 11–22.
- Hahn, N. S., Fugi, R. and Adrian, I. F.** (2004). Trophic ecology of the fish assemblages. In *The upper Paraná river and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation* (ed. Thomaz, S. M., Agostinho, A. A., and Hahn, N. S.), pp. 247–269. Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands.

- Lolis, A. A. and Andrian, I. F.** (1996). Alimentação de *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes, Pimelodidae), na planície de inundação do Alto Rio Paraná, Brasil. *B. Inst. Pesca* **23**, 187–202.
- Lonardoni, A. P., Goulart, E., Oliveira, E. F. de and Abelha, M. C. F.** (2006). Hábitos alimentares e sobreposição trófica das raias *Potamotrygon falkneri* e *Potamotrygon motoro* (Chondrichthyes, Potamotrygonidae) na planície alagável do alto rio Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* **28**, 195–202. doi:10.4025/actascibiolsci.v28i3.208.
- Luz-Agostinho, K. D. G., Agostinho, A. a., Gomes, L. C. and Júlio, H. F.** (2008). Influence of flood pulses on diet composition and trophic relationships among piscivorous fish in the upper Paraná River floodplain. *Hydrobiologia* **607**, 187–198. doi:10.1007/s10750-008-9390-4.
- Peretti, D. and Andrian, I.** (2008). Feeding and morphological analysis of the digestive tract of four species of fish (*Astyanax altiparanae*, *Parauchenipterus galeatus*, *Serrasalmus marginatus* and *Hoplias aff. malabaricus*) from the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* **68**, 671–679. doi:10.1590/S1519-69842008000300027.
- Santana-Porto, E. A. and Andrian, I. F.** (2009). Trophic organization the ichthyofauna of two semilentic environments in a flood plain on the upper Paraná River, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia* **21**, 359–366.

## Apêndice 2. Tabelas

Tabela A1. *Itens alimentares consumidos pelas espécies peixes presente na rede de dieta, copilada de trabalhos desenvolvidos na planície de inundação do Alto rio Paraná.*

<b>Itens alimentar</b>	<b>Consumido por espécies de peixes</b>
Ácaro	18
Alga filamentosa	21
Alga unicelular	16
Anfípoda	5
Araneae	13
Bivalvia	24
Blattodea	2
Bryozoa	23
Camarão	17
Ceratopogonidae	8
Chaoboridae	15
Chironomidae	33
Cladocera	25
Colembola	1
Coleoptera (Adulto)	17
Coleoptera (Larva)	21
Conchostraca	16
Copepoda	20
Crustáceo Decapoda	18
Dermaptera	1
Diptera (pupa)	19
Diptera (Adulto)	10
Ephemeroptera (Adulto)	12
Ephemeroptera (Naiade)	19
Escama	10
Escorpião	3
Fruto/semente	19
Gastropoda	20
Harpacticoida	3

Tabela A1. Continuação

<b>Itens alimentar</b>	<b>Consumido por espécies de peixes</b>
Hemiptera	16
Homoptera	13
Hymenoptera	13
Isoptera	5
Lepidoptera (Larva e Pupa)	17
Lepidoptera (Adulto)	12
Macrofita	19
Matéria Orgânica Amorfa	11
Matéria Orgânica Particulada	37
Megaloptera	2
Nematoda	18
Neuroptera (Larva)	9
Odonata (Adulto)	13
Odonata (Naiade)	25
Oligochaeta	5
Opilião	1
Orthoptera	15
Ostracoda	32
Peixe	26
Plecoptera	4
Protozoa	12
Psocoptera	2
Rotífero	11
Tardigrado	1
Tecameba	8
Thysanoptera	1
Trichoptera (Adulto)	7
Trichoptera (Larva)	19
Vegetal (Terrestre)	23

Table A2. Lista das espécies de peixes com o número de espécies de parasitas encontrados e o número de itens alimentares consumidos por cada espécie de peixes

Ordem, Família, <i>Espécie</i>	Nº de parasitas presentes	Nº de itens alimentares consumidos
Characiformes		
Acestrorhynchidae		
<i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875)	10	4
Anostomidae		
<i>Leporinus elongatus</i> Valenciennes, 1850	24	4
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)	29	23
<i>Leporinus lacustris</i> Campos, 1945	28	16
<i>Leporinus macrocephalus</i> Garavello & Britski, 1988	3	5
<i>Leporinus obtusidens</i> (Valenciennes, 1836)	28	11
<i>Schizodon altoparanae</i> Garavello & Britski, 1990	2	5
<i>Schizodon borelli</i> (Boulenger, 1900)	16	14
<i>Schizodon nasutus</i> Kner, 1858	1	3
Characidae		
<i>Astyanax altiparanae</i> Garutti & Britski, 2000	17	40
<i>Moenkhausia intermedia</i> Eigenmann, 1908	2	29
<i>Roeboides descavadensis</i> Fowler, 1932	5	23
<i>Salminus brasiliensis</i> (Cuvier, 1816)	10	2
Curimatidae		
<i>Cyphocharax nagelii</i> (Steindachner, 1881)	2	1
<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1836)	33	12
<i>Steindachnerina insculpta</i> (Fernández-Yépez, 1948)	4	16
Cynodontidae		
<i>Rhaphiodon vulpinus</i> Spix & Agassiz, 1829	2	5
Erythrinidae		

Table A2. Continuação

Ordem, Família, Espécie	Nº de parasitas presentes	Nº de itens alimentares consumidos
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i> (Agassiz, 1829)	3	14
<i>Hoplías</i> aff. <i>malabaricus</i> (Bloch, 1794)	20	15
Serrasalminidae		
<i>Metynnis lippincottianus</i> (Cope, 1870)	5	15
<i>Piaractus mesopotamicus</i> (Holmberg, 1887)	4	13
<i>Serrasalmus maculatus</i> Kner, 1858	10	17
<i>Serrasalmus marginatus</i> Valenciennes, 1837	15	27
Gymnotiformes		
Gymnotidae		
<i>Gymnotus carapo</i> Linnaeus, 1758	11	27
<i>Gymnotus inaequilabiatus</i> (Valenciennes, 1839)	2	23
<i>Gymnotus sylvius</i> Albert & Fernandes-Matioli, 1999	1	23
Rhamphichthyidae		
<i>Rhamphichthys hahni</i> (Meinken, 1937)	2	16
Sternopygidae		
<i>Eigenmannia trilineata</i> López & Castello, 1966	1	17
Myliobatiformes		
Potamotrygonidae		
<i>Potamotrygon falkneri</i> Castex & Maciel, 1963	12	21
<i>Potamotrygon motoro</i> (Müller & Henle, 1841)	3	16
Perciformes		
Cichlidae		
<i>Astronotus crassipinnis</i> (Heckel, 1840)	4	1
<i>Cichla kelberi</i> Kullander & Ferreira, 2006	12	2
<i>Crenicichla britskii</i> Kullander, 1982	5	17
<i>Crenicichla niederleini</i> (Holmberg, 1891)	4	3



Table A2. Continuação

Ordem, Família, Espécie	Nº de parasitas presentes	Nº de itens alimentares consumidos
<i>Geophagus proximus</i> (Castelnau, 1855)	5	20
<i>Satanoperca pappaterra</i> (Heckel, 1840)	8	25
Sciaenidae		
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840)	3	10
Siluriformes		
Auchenipteridae		
<i>Ageneiosus ucayalensis</i> Castelnau, 1855	1	2
<i>Auchenipterus osteomystax</i> Miranda Ribeiro, 1918	11	33
<i>Parauchenipterus galeatus</i> (Linneaus, 1766)	6	34
Callichthyidae		
<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock, 1828)	2	40
Doradidae		
<i>Pterodoras granulosus</i> (Valenciennes, 1821)	4	31
<i>Rhinodoras dorbignyi</i> (Kner, 1855)	2	1
<i>Trachydoras paraguayensis</i> (Eigenmann & Ward, 1907)	5	26
Loricariidae		
<i>Loricariichthys platymetopon</i> Isbrücker & Nijssen, 1979	4	13
Pimelodidae		
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i> (Valenciennes, 1840)	14	4
<i>Hypophthalmus edentatus</i> Spix & Agassiz, 1829	1	5
<i>Iheringichthys labrosus</i> (Lütken, 1874)	8	35
<i>Pimelodus maculatus</i> La Cepède, 1803	29	36
<i>Pinirampus pirinampu</i> (Spix & Agassiz, 1829)	7	5
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (Spix & Agassiz, 1829)	25	4
<i>Sorubim lima</i> (Bloch & Schneider, 1801)	4	2
<b>Total geral</b>	<b>469</b>	<b>806</b>

Tabela A3. Lista de espécies de parasitas com o número de espécies de peixes parasitados por cada espécie de parasita

Forma de parasitismo, grupo taxonômico, <i>Espécie</i>	Peixes parasitados	Ciclo de vida, grupo taxonômico, <i>Espécie</i>	Peixes parasitados
<b>Ectoparasita</b>		<b>Parasitas de ciclo de vida complexo</b>	
<b>Acarina</b>		<b>Acanthocephala</b>	
<i>Acarina</i> (gen sp1)	1	<i>Acanthocephala</i> sp1	1
<i>Acarina</i> (gen sp2)	1	<i>Acanthocephala</i> sp2	1
<b>Branchiura</b>		<i>Acanthocephala</i> sp3	1
<i>Argulus pestifer</i>	1	<i>Acanthocephala</i> sp4	1
<i>Argulus</i> sp.	1	<i>Acanthocephala</i> sp5	1
<i>Argulus</i> sp2	1	<i>Acanthocephala</i> sp7	1
<i>Argulus</i> sp3	1	<i>Acanthocephala</i> sp9	1
<i>Dolops carvalhoi</i>	1	<i>Echinorhynchus</i> sp.	1
<i>Dolops geayi</i>	1	<i>Neoechinorhynchus curemai</i>	1
<i>Dolops longicauda</i>	1	<i>Neoechinorhynchus</i> sp.	1
<i>Dolops nana</i>	3	<i>Octospiniferoides incognita</i>	2
<i>Dolops</i> sp1	1	<i>Omothecium</i> sp.	1
<i>Dolops</i> sp3	1	<i>Quadrigyrus brasiliensis</i>	1
<i>Dolops</i> sp4	1	<i>Quadrigyrus machadoi</i>	7
<b>Copepoda</b>		<i>Quadrigyrus</i> sp.	3
<i>Acusicola</i> sp.	1	<i>Quadrigyrus</i> sp. (larva)	2

Tabela A3. Continuação

Forma de parasitismo, grupo taxonômico, <i>Espécie</i>	Peixes parasitados	Ciclo de vida, grupo taxonômico, <i>Espécie</i>	Peixes parasitados
<i>Amplexibranchius</i> sp1	1	<i>Quadrigyrus torquatus</i>	2
<i>Amplexibranchius</i> sp2	1	<b>Cestodea</b>	
<i>Brasergasilus</i> sp.	1	<i>Acanthobothrium regoi</i>	2
Copepoda (gen sp1)	1	<i>Cangatiella arandasi</i>	1
Copepoda (gen sp2)	1	Cestodea (gen sp1)	1
Copepoda (gen sp3)	1	Cestodea (gen sp2)	1
Copepoda (gen sp4)	1	<i>Chambriella itaipuensis</i>	1
Copepoda (gen sp5)	1	<i>Choanoscolex abscissus</i>	1
Copepoda (gen sp6)	1	<i>Goezeella nupeliensis</i>	1
Ergasilidae	1	<i>Goezeella paranaensis</i>	1
<i>Ergasilus bryconis</i>	3	<i>Harriscolex kaparari</i>	1
<i>Ergasilus</i> sp.	1	<i>Mariauxiella piscatorum</i>	1
<i>Ergasilus</i> sp2	1	<i>Megathylacus travassosi</i>	1
<i>Ergasilus</i> sp3	1	<i>Monticellia belavistensis</i>	1
<i>Gamidactylus jaraquensis</i>	1	<i>Monticellia coryphicephala</i>	1
<i>Gamispatulus schizodontis</i>	7	<i>Monticellia loyolai</i>	1
<i>Gamispatulus</i> sp.	2	<i>Nomimoscolex admonticelia</i>	1
<i>Rhinergasilus piranhus</i>	1	<i>Nomimoscolex chubbi</i>	1

Tabela A3. Continuação

Forma de parasitismo, grupo taxonômico, <i>Espécie</i>	Peixes parasitados	Ciclo de vida, grupo taxonômico, <i>Espécie</i>	Peixes parasitados
<i>Therodamas</i> sp.	1	<i>Nomimoscolex pertierra</i>	1
Vaigamidae gen sp4	1	<i>Nomimoscolex</i> sp.	1
Vaigamidae gen sp5	1	<i>Nomimoscolex sudobim</i>	1
Vaigamidae gen sp6	1	<i>Nupelia portoricensis</i>	1
Vaigamidae sp2	1	<i>Paramonticellia itaipuensis</i>	1
Vaigamidae sp3	1	<i>Paroncomegas araya</i>	1
<i>Vaigamus</i> sp.	1	<i>Potamotrygonocestus travassosi</i>	1
<i>Vaigamus</i> sp1	2	Proteocephalidea (gen sp 2)	1
<b>Hirudinea</b>		Proteocephalidea (plerocercoid)	3
<i>Helobdella</i> sp.	1	<i>Proteocephalus macrophalus</i>	1
Hirudinea	1	<i>Proteocephalus microscopicus</i>	1
<i>Myzobdella</i> sp.	1	<i>Proteocephalus serrasalmus</i>	1
<b>Isopoda</b>		<i>Proteocephalus vazollerae</i>	3
Isopoda (gen sp2)	1	<i>Rhinebothrium paratrygoni</i>	2
<i>Telotha</i> sp.	1	<i>Rudolphiella piranabu</i>	1
<b>Monogenea</b>		<i>Sciadocephalus megalodiscus</i>	1
<i>Amphithecium</i> sp1	1	<i>Spasskyelina spinulifera</i>	1
<i>Amphithecium</i> sp2	1	<i>Spatulifer maringaensis</i>	2

Tabela A3. Continuação

Forma de parasitismo, grupo taxonômico, <i>Espécie</i>	Peixes parasitados	Ciclo de vida, grupo taxonômico, <i>Espécie</i>	Peixes parasitados
<i>Amphocleithrium paraguayensis</i>	1	<i>Valipora campylancristrota</i>	1
<i>Amphocleithrium</i> sp.	1	<i>Valipora</i> sp.	2
<i>Anacanthoroides</i> sp.	1	<b>Digenea</b>	
<i>Anacanthorus</i> sp.	1	<i>Antorchis</i> sp. (metacercaria)	1
<i>Anacanthorus</i> sp1	1	<i>Ascocotyle</i> sp(metacercaria)	4
<i>Anacanthorus</i> sp2	1	Bucephalidae (metacercaria)	1
<i>Anacanthorus</i> sp3	1	<i>Chalcinotrema thatcheri</i>	1
<i>Anacanthorus</i> sp4	1	<i>Cladocystis intestinalis</i>	1
Ancyrocephalinae (gen. Sp1)	1	<i>Clinostomum complanatum</i> (metacercaria)	8
Ancyrocephalinae (gen. Sp2)	1	<i>Clinostomum</i> sp. (metacercaria)	5
<i>Cleidodiscus</i> sp.	1	<i>Colocladorchis</i> sp.	1
<i>Cleidodiscus</i> sp1	1	<i>Crepidostomum platense</i>	1
<i>Cleidodiscus</i> sp2	1	<i>Creptotrema creptotrema</i>	5
<i>Cleidodiscus</i> sp3	1	<i>Creptotrema lynchi</i>	1
<i>Cleidodiscus</i> sp4	1	<i>Creptotrema</i> sp.	1
<i>Demidospermus labrosi</i>	1	<i>Crocodylicola pseudostoma</i> (metacercaria)	2
<i>Demidospermus mandi</i>	1	<i>Crocodylicola</i> sp.	2
<i>Demidospermus</i> sp1	1	<i>Cystodiplostomum</i> sp. (metacercariae)	1

Tabela A3. Continuação

<b>Forma de parasitismo, grupo taxonômico, <i>Espécie</i></b>	<b>Peixes parasitados</b>	<b>Ciclo de vida, grupo taxonômico, <i>Espécie</i></b>	<b>Peixes parasitados</b>
<i>Demidospermus</i> sp2	1	<i>Dadayius pacupeva</i>	1
<i>Demidospermus</i> sp3	1	<i>Dadaytrema oxycephala</i>	2
<i>Diplectanum piscinarius</i>	1	Digenea (gen sp1)	2
<i>Gussevia arilla</i>	1	Digenea (gen sp2)	1
<i>Gussevia asota</i>	1	Digenea (gen sp3)	1
<i>Gussevia astronoti</i>	1	Digenea (gen sp4)	2
<i>Gussevia longihaptor</i>	1	Digenea (gen sp5)	1
<i>Gussevia rogersi</i>	1	Digenea (gen sp6)	2
<i>Gussevia</i> sp.	1	Digenea (gen sp7)	1
<i>Gussevia undulata</i>	1	<i>Diplostomum (Austrodiplostomum) compactum</i> (metacercaria)	6
<i>Gyrodactylus</i> sp1	1	<i>Diplostomum (Tylodelphys)</i> sp1 (metacercaria)	1
<i>Jainus</i> sp1	1	<i>Diplostomum (Tylodelphys)</i> sp2 (larva)	1
<i>Jainus</i> sp2	1	<i>Diplostomum</i> sp.	6
<i>Jainus</i> sp4	1	Echinostomatidae	1
<i>Jainus</i> sp5	1	<i>Genarchella</i> sp.	1
<i>Jainus</i> sp6	1	Gorgoderidae	1

Tabela A3. Continuação

Forma de parasitismo, grupo taxonômico, <i>Espécie</i>	Peixes parasitados	Ciclo de vida, grupo taxonômico, <i>Espécie</i>	Peixes parasitados
<i>Jainus</i> sp7	1	<i>Herpetodiplostomum gymnoti</i> (metacercaria)	1
<i>Jainus</i> sp8	1	<i>Herpetodiplostomum</i> sp. (metacercaria)	6
Monogenea 1	1	<i>Ithyoclinostomum dimorphum</i> (metacercaria)	2
Monogenea 2	1	Lecitobothrioides sp.	1
Monogenea 3	1	<i>Magnivitellium corvillinum</i>	1
Monogenea 4	1	Megacoelium sp.	2
Monogenea 5	1	<i>Microrchis oligovitellum</i>	2
<i>Pavanelliella pavanellii</i>	2	<i>Neodiplostomum</i> sp. (metacercaria)	2
<i>Pseudovanceleus paranaensis</i>	1	<i>Paralecithobotrys brasiliensis</i>	4
<i>Rhinonastes pseudocapsaloideum</i>	1	<i>Plehniella coelomica</i>	1
<i>Rhinoxenus arietinus</i>	4	<i>Prosorhynchus piranhus</i>	1
<i>Rhinoxenus bulbovaginatus</i>	1	<i>Prosthenhystera obesa</i>	2
<i>Rhinoxenus</i> sp1	1	<i>Prosthenhystera</i> sp.	1
<i>Rhinoxenus</i> sp2	1	<i>Pseudosellacotyla lutzi</i>	1
<i>Sciadicleithrum joanae</i>	2	<i>Rhipidocotyle gibsoni</i>	1
<i>Sciadicleithrum kristskyi</i>	1	<i>Saccocoelioides leporinodus</i>	1
<i>Sciadicleithrum paranaensis</i>	1	<i>Saccocoelioides magniovatus</i>	2

Tabela A3. Continuação

Forma de parasitismo, grupo taxonômico, <i>Espécie</i>	Peixes parasitados	Ciclo de vida, grupo taxonômico, <i>Espécie</i>	Peixes parasitados
<i>Sciadicleithrum satanopera</i>	1	<i>Saccocoelioides magnus</i>	1
<i>Tereancistrum curimba</i>	1	<i>Saccocoelioides nanii</i>	1
<i>Tereancistrum parvus</i>	4	<i>Saccocoelioides platensis</i>	1
<i>Tereancistrum</i> sp1	1	<i>Saccocoelioides saccodontis</i>	2
<i>Tereancistrum</i> sp2	2	<i>Saccocoelioides</i> sp	1
<i>Tereancistrum</i> sp3	1	<i>Sanguinicola platyrhynchi</i>	1
<i>Tereancistrum</i> sp4	1	<i>Sphincterodiplostomum musculosum</i> (metacercaria)	1
<i>Tereancistrum</i> sp5	1	<i>Sphinterodiplostomum</i> sp (metacercaria)	2
<i>Tereancistrum toksonum</i>	1	Strigeoidea(metacercaria)	2
<i>Unibarra</i> sp1	1	<i>Thometrema overstreeti</i>	2
<i>Unibarra</i> sp2	1	<i>Tylodelphis</i> sp. (metacercaria)	6
<i>Unibarra</i> sp3	1	<i>Unicoelium prochilodorum</i>	1
<i>Urocleidoides paradoxus</i>	4	<b>Nematoda</b>	
<i>Urocleidoides</i> sp1	1	<i>Ancyracanthus schubarti</i>	2
<i>Urocleidoides</i> sp2	2	Anisakidae	1
<i>Urocleidoides</i> sp3	1	<i>Brevimulticaecum</i> sp. (larva)	5
<i>Urocleidoides</i> sp4	1	Capilariidae (gen sp1)	1



Tabela A3. Continuação

<b>Forma de parasitismo, grupo taxonômico, <i>Espécie</i></b>	<b>Peixes parasitados</b>	<b>Ciclo de vida, grupo taxonômico, <i>Espécie</i></b>	<b>Peixes parasitados</b>
<i>Urocleidoides</i> sp5	1	Capilariidae (gen sp2)	1
<i>Urocleidoides</i> sp6	1	<i>Capillostrongyloides sentinosa</i>	1
<i>Vancleaveus fungulus</i>	1	<i>Contracaecum</i> sp. (larva)	15
<i>Vancleaveus</i> sp1	2	<i>Cosmoxyinema vianai</i>	1
<b>Myxospora</b>		<i>Cosmoxyinemoides</i> sp.	1
<i>Henneguya caudicula</i>	1	<i>Cucullanus (Cucullanus) zungaro</i>	1
<i>Henneguya corruscans</i>	1	<i>Cucullanus pinnai</i>	2
<i>Henneguya paranaensis</i>	1	<i>Cucullanus pseudoplatystomae</i>	1
<b>Endoparasita</b>		<i>Cucullanus</i> sp	1
<b>Acanthocephala</b>		<i>Cucullanus</i> sp1	1
<i>Acanthocephala</i> sp1	1	<i>Cucullanus</i> sp2	1
<i>Acanthocephala</i> sp2	1	<i>Cucullanus</i> sp3	1
<i>Acanthocephala</i> sp3	1	<i>Cystidicoloides</i> sp. (larva)	1
<i>Acanthocephala</i> sp4	1	<i>Dycheline leporini</i>	2
<i>Acanthocephala</i> sp5	1	<i>Echinocephalus</i> sp.	1
<i>Acanthocephala</i> sp7	1	<i>Eustrongylides ignotus</i> (larva)	6
<i>Acanthocephala</i> sp9	1	<i>Eustrongylides</i> sp.	4
<i>Echinorhynchus</i> sp.	1	<i>Goezia brevicaca</i>	1

Tabela A3. Continuação

<b>Forma de parasitismo, grupo taxonômico, <i>Espécie</i></b>	<b>Peixes parasitados</b>	<b>Ciclo de vida, grupo taxonômico, <i>Espécie</i></b>	<b>Peixes parasitados</b>
<i>Neoechinorhynchus curemai</i>	1	<i>Goezia</i> sp1	1
<i>Neoechinorhynchus</i> sp.	1	<i>Goezia</i> sp2	1
<i>Octospiniferoides incognita</i>	2	<i>Goezia</i> sp3	1
<i>Omothecium</i> sp.	1	<i>Goezia spinulosa</i>	4
<i>Quadrigyus brasiliensis</i>	1	<i>Hysterothylacium</i> sp.(larva)	2
<i>Quadrigyus machadoi</i>	7	Isopoda (gen sp1)	1
<i>Quadrigyus</i> sp.	3	<i>Johnstonmawsonia</i> sp.	1
<i>Quadrigyus</i> sp. (larva)	2	<i>Monhysterides</i> sp.	1
<i>Quadrigyus torquatus</i>	2	Nematoda (gen sp1)	5
<b>Cestodea</b>		Nematoda (gen sp2)	2
<i>Acanthobothrium regoi</i>	2	Nematoda (gen sp3)	1
<i>Cangatiella arandasi</i>	1	Nematoda (gen sp4)	1
<i>Cestodea</i> (gen sp1)	1	Nematoda (gen sp6)	1
<i>Cestodea</i> (gen sp2)	1	Nematoda (gen sp7)	1
<i>Chambriella itaipuensis</i>	1	Nematoda(gen sp8)	2
<i>Choanoscolex abscissus</i>	1	<i>Paracapillaria piscicola</i>	1
<i>Goezeella nupeliensis</i>	1	<i>Philometra</i> sp.	1
<i>Goezeella paranaensis</i>	1	Philometridae	4

Tabela A3. Continuação

<b>Forma de parasitismo, grupo taxonômico, Espécie</b>	<b>Peixes parasitados</b>	<b>Ciclo de vida, grupo taxonômico, Espécie</b>	<b>Peixes parasitados</b>
<i>Harriscolex kaparari</i>	1	<i>Porrocaecum</i> sp. (larvae)	2
<i>Mariauxiella piscatorum</i>	1	<i>Procamallanus</i> ( <i>Procamallanus</i> ) <i>peraccuratus</i>	1
<i>Megathylacus travassosi</i>	1	<i>Procamallanus</i> ( <i>Spirocamallanus</i> ) <i>amarali</i>	3
<i>Monticellia belavistensis</i>	1	<i>Procamallanus</i> ( <i>Spirocamallanus</i> ) <i>caballeroi</i>	1
<i>Monticellia coryphicephala</i>	1	<i>Procamallanus</i> ( <i>Spirocamallanus</i> ) <i>iheringi</i>	4
<i>Monticellia loyolai</i>	1	<i>Procamallanus</i> ( <i>Spirocamallanus</i> ) <i>inopinatus</i>	9
<i>Nomimoscolex admonticelia</i>	1	<i>Procamallanus</i> ( <i>Spirocamallanus</i> ) <i>pimelodus</i>	1
<i>Nomimoscolex chubbi</i>	1	<i>Procamallanus</i> sp	1
<i>Nomimoscolex pertierra</i>	1	<i>Procamallanus</i> sp. (larva)	2
<i>Nomimoscolex</i> sp.	1	<i>Procamallanus</i> sp2	3
<i>Nomimoscolex sudobim</i>	1	<i>Raphidascaris</i> ( <i>Sprentascaris</i> ) <i>mahnerti</i>	2
<i>Nupelia portoricensis</i>	1	<i>Raphidascaris</i> sp.	2
<i>Paramonticellia itaipuensis</i>	1	<i>Rhabdochona acuminata</i>	1
<i>Paroncomegas araya</i>	1	<i>Rondonia rondoni</i>	2
<i>Potamotrygonocestus travassosi</i>	1	<i>Spinitectus</i> sp.	1

Tabela A3. Continuação

<b>Forma de parasitismo, grupo taxonômico, Espécie</b>	<b>Peixes parasitados</b>	<b>Ciclo de vida, grupo taxonômico, Espécie</b>	<b>Peixes parasitados</b>
<i>Proteocephalidea</i> (gen sp 2)	1	<i>Spinoxyuris oxydoras</i>	1
<i>Proteocephalidea</i> (plerocercoid)	3	<i>Spirocamallannus</i> sp.	1
<i>Proteocephalus macrophalus</i>	1	<i>Spiroxys</i> sp.	2
<i>Proteocephalus microscopicus</i>	1	<i>Travnema travnema</i>	1
<i>Proteocephalus serrasalmus</i>	1	<b>Pentastomida</b>	
<i>Proteocephalus vazollerae</i>	3	Pentastomida	1
<i>Rhinebothrium paratrygoni</i>	2	<i>Sebekia oxycephala</i>	1
<i>Rudolphiella piranabu</i>	1	<b>Protozoa</b>	
<i>Sciadocephalus megalodiscus</i>	1	<i>Trypanosoma scrofae</i>	1
<i>Spasskyelina spinulifera</i>	1	<b>Parasitas de ciclo de vida simples</b>	
<i>Spatulifer maringaensis</i>	2	<b>Acarina</b>	
<i>Valipora campylancristrota</i>	1	Acarina (gen sp1)	1
<i>Valipora</i> sp.	2	Acarina (gen sp2)	1
<b>Digenea</b>		<b>Branchiura</b>	
<i>Antorchis</i> sp. (metacercaria)	1	<i>Argulus pestifer</i>	1
<i>Ascocotyle</i> sp(metacercaria)	4	<i>Argulus</i> sp.	1
<i>Bucephalidae</i> (metacercaria)	1	<i>Argulus</i> sp2	1
<i>Chalcinotrema thatcheri</i>	1	<i>Argulus</i> sp3	1

Tabela A3. Continuação

<b>Forma de parasitismo, grupo taxonômico, <i>Espécie</i></b>	<b>Peixes parasitados</b>	<b>Ciclo de vida, grupo taxonômico, <i>Espécie</i></b>	<b>Peixes parasitados</b>
<i>Cladocystis intestinalis</i>	1	<i>Dolops carvalhoi</i>	1
<i>Clinostomum complanatum</i> (metacercaria)	8	<i>Dolops geayi</i>	1
<i>Clinostomum</i> sp. (metacercaria)	5	<i>Dolops longicauda</i>	1
<i>Colocladorchis</i> sp.	1	<i>Dolops nana</i>	3
<i>Crepidostomum platense</i>	1	<i>Dolops</i> sp1	1
<i>Creptotrema creptotrema</i>	5	<i>Dolops</i> sp3	1
<i>Creptotrema lynchi</i>	1	<i>Dolops</i> sp4	1
<i>Creptotrema</i> sp.	1	<b>Copepoda</b>	
<i>Crocodilicola pseudostoma</i> (metacercaria)	2	<i>Acusicola</i> sp.	1
<i>Crocodilicola</i> sp.	2	<i>Amplexibranchius</i> sp1	1
<i>Cystodiplostomum</i> sp. (metacercariae)	1	<i>Amplexibranchius</i> sp2	1
<i>Dadayius pacupeva</i>	1	<i>Brasergasilus</i> sp.	1
<i>Dadaytrema oxycephala</i>	2	Copepoda (gen sp1)	1
Digenea (gen sp1)	2	Copepoda (gen sp2)	1
Digenea (gen sp2)	1	Copepoda (gen sp3)	1
Digenea (gen sp3)	1	Copepoda (gen sp4)	1
Digenea (gen sp4)	2	Copepoda (gen sp5)	1
Digenea (gen sp5)	1	Copepoda (gen sp6)	1

Tabela A3. Continuação

<b>Forma de parasitismo, grupo taxonômico, <i>Espécie</i></b>	<b>Peixes parasitados</b>	<b>Ciclo de vida, grupo taxonômico, <i>Espécie</i></b>	<b>Peixes parasitados</b>
Digenea (gen sp6)	2	Ergasilidae	1
Digenea (gen sp7)	1	<i>Ergasilus bryconis</i>	3
<i>Diplostomum (Austrodiplostomum) compactum</i> (metacercaria)	6	<i>Ergasilus</i> sp.	1
<i>Diplostomum (Tylodelphys)</i> sp1 (metacercaria)	1	<i>Ergasilus</i> sp2	1
<i>Diplostomum (Tylodelphys)</i> sp2 (larva)	1	<i>Ergasilus</i> sp3	1
<i>Diplostomum</i> sp.	6	<i>Gamidactylus jaraquensis</i>	1
<i>Echinostomatidae</i>	1	<i>Gamispatulus schizodontis</i>	7
<i>Genarchella</i> sp.	1	<i>Gamispatulus</i> sp.	2
Gorgoderidae	1	<i>Rhinergasilus piranhus</i>	1
<i>Herpetodiplostomum gymnoti</i> (metacercaria)	1	<i>Therodamas</i> sp.	1
<i>Herpetodiplostomum</i> sp. (metacercaria)	6	<i>Vaigamidae</i> gen sp4	1
<i>Ithyoclinostomum dimorphum</i> (metacercaria)	2	<i>Vaigamidae</i> gen sp5	1
<i>Lecitobothrioides</i> sp.	1	<i>Vaigamidae</i> gen sp6	1
<i>Magnivitellium corvillinum</i>	1	<i>Vaigamidae</i> sp2	1
<i>Megacoelium</i> sp.	2	<i>Vaigamidae</i> sp3	1
<i>Microrchis oligovitellum</i>	2	<i>Vaigamus</i> sp.	1
<i>Neodiplostomum</i> sp. (metacercaria)	2	<i>Vaigamus</i> sp1	2

Tabela A3. Continuação

Forma de parasitismo, grupo taxonômico, <i>Espécie</i>	Peixes parasitados	Ciclo de vida, grupo taxonômico, <i>Espécie</i>	Peixes parasitados
<i>Paralecithobotrys brasiliensis</i>	4	<b>Hirudinea</b>	
<i>Plehnella coelomica</i>	1	<i>Helobdella</i> sp.	1
<i>Prosorhynchus piranhus</i>	1	Hirudinea	1
<i>Prosthenhystera obesa</i>	2	<i>Myzobdella</i> sp.	1
<i>Prosthenhystera</i> sp.	1	<b>Isopoda</b>	
<i>Pseudosellacotyla lutzi</i>	1	<i>Isopoda</i> (gen sp2)	1
<i>Rhipidocotyle gibsoni</i>	1	<i>Telotha</i> sp.	1
<i>Saccocoelioides leporinodus</i>	1	<b>Monogenea</b>	
<i>Saccocoelioides magniovatus</i>	2	<i>Amphithecium</i> sp1	1
<i>Saccocoelioides magnus</i>	1	<i>Amphithecium</i> sp2	1
<i>Saccocoelioides nanii</i>	1	<i>Amphocleithrium paraguayensis</i>	1
<i>Saccocoelioides platensis</i>	1	<i>Amphocleithrium</i> sp.	1
<i>Saccocoelioides saccodontis</i>	2	<i>Anacanthoroides</i> sp.	1
<i>Saccocoelioides</i> sp.	1	<i>Anacanthorus</i> sp.	1
<i>Sanguinicola platyrhynchi</i>	1	<i>Anacanthorus</i> sp1	1
<i>Sphincterodiplostomum musculosum</i> (metacercaria)	1	<i>Anacanthorus</i> sp2	1
<i>Sphinterodiplostomum</i> sp (metacercaria)	2	<i>Anacanthorus</i> sp3	1

Tabela A3. Continuação

<b>Forma de parasitismo, grupo taxonômico, <i>Espécie</i></b>	<b>Peixes parasitados</b>	<b>Ciclo de vida, grupo taxonômico, <i>Espécie</i></b>	<b>Peixes parasitados</b>
Strigeoidea(metacercaria)	2	<i>Anacanthorus</i> sp4	1
<i>Thometrema overstreeti</i>	2	Ancyrocephalinae (gen. Sp1)	1
<i>Tylodelphis</i> sp. (metacercaria)	6	Ancyrocephalinae (gen. Sp2)	1
<i>Unicoelium prochilodorum</i>	1	<i>Cleidodiscus</i> sp.	1
<b>Monogenea</b>		<i>Cleidodiscus</i> sp1	1
<i>Kritskyia annakohnae</i>	2	<i>Cleidodiscus</i> sp2	1
<i>Kritskyia boegeri</i>	1	<i>Cleidodiscus</i> sp3	1
<i>Kritskyia eirasi</i>	2	<i>Cleidodiscus</i> sp4	1
<i>Kritskyia</i> sp1	1	<i>Demidospermus labrosi</i>	1
<i>Kritskyia</i> sp2	1	<i>Demidospermus mandi</i>	1
<b>Nematoda</b>		<i>Demidospermus</i> sp1	1
<i>Ancyracanthus schubarti</i>	2	<i>Demidospermus</i> sp2	1
Anisakidae	1	<i>Demidospermus</i> sp3	1
<i>Brevimulticaecum</i> sp. (larva)	5	<i>Diplectanum piscinarius</i>	1
Capilariidae (gen sp1)	1	<i>Gussevia arilla</i>	1
Capilariidae (gen sp2)	1	<i>Gussevia asota</i>	1
<i>Capillostrongyloides sentinosa</i>	1	<i>Gussevia astronoti</i>	1
<i>Contracaecum</i> sp. (larva)	15	<i>Gussevia longihaptor</i>	1



Tabela A3. Continuação

<b>Forma de parasitismo, grupo taxonômico, <i>Espécie</i></b>	<b>Peixes parasitados</b>	<b>Ciclo de vida, grupo taxonômico, <i>Espécie</i></b>	<b>Peixes parasitados</b>
<i>Cosmoxynema vianai</i>	1	<i>Gussevia rogersi</i>	1
<i>Cosmoxynemoides</i> sp.	1	<i>Gussevia</i> sp.	1
<i>Cucullanus</i> ( <i>Cucullanus</i> ) <i>zungaro</i>	1	<i>Gussevia undulata</i>	1
<i>Cucullanus pinnai</i>	2	<i>Gyrodactylus</i> sp1	1
<i>Cucullanus pseudoplatystomae</i>	1	<i>Jainus</i> sp1	1
<i>Cucullanus</i> sp	1	<i>Jainus</i> sp2	1
<i>Cucullanus</i> sp1	1	<i>Jainus</i> sp4	1
<i>Cucullanus</i> sp2	1	<i>Jainus</i> sp5	1
<i>Cucullanus</i> sp3	1	<i>Jainus</i> sp6	1
<i>Cystidicoloides</i> sp. (larva)	1	<i>Jainus</i> sp7	1
<i>Dycheline leporini</i>	2	<i>Jainus</i> sp8	1
<i>Echinocephalus</i> sp.	1	<i>Kritskyia annakohnae</i>	2
<i>Eustrongylides ignotus</i> (larva)	6	<i>Kritskyia boegeri</i>	1
<i>Eustrongylides</i> sp.	4	<i>Kritskyia eirasi</i>	2
<i>Goezia brevicaecca</i>	1	<i>Kritskyia</i> sp1	1
<i>Goezia</i> sp1	1	<i>Kritskyia</i> sp2	1
<i>Goezia</i> sp2	1	Monogenea 1	1
<i>Goezia</i> sp3	1	Monogenea 2	1

Tabela A3. Continuação

<b>Forma de parasitismo, grupo taxonômico, <i>Espécie</i></b>	<b>Peixes parasitados</b>	<b>Ciclo de vida, grupo taxonômico, <i>Espécie</i></b>	<b>Peixes parasitados</b>
<i>Goezia spinulosa</i>	4	Monogenea 3	1
<i>Hysterothylacium</i> sp.(larva)	2	Monogenea 4	1
Isopoda (gen sp1)	1	Monogenea 5	1
<i>Johnstonmawsonia</i> sp.	1	<i>Pavanelliella pavanellii</i>	2
<i>Monhysterides</i> sp.	1	<i>Pseudovanceleaveus paranaensis</i>	1
Nematoda (gen sp1)	5	<i>Rhinonastes pseudocapsaloideum</i>	1
Nematoda (gen sp2)	2	<i>Rhinoxenus arietinus</i>	4
<i>Nematoda (gen sp3)</i>	1	<i>Rhinoxenus bulbovaginatus</i>	1
<i>Nematoda (gen sp4)</i>	1	<i>Rhinoxenus</i> sp1	1
<i>Nematoda (gen sp6)</i>	1	<i>Rhinoxenus</i> sp2	1
<i>Nematoda (gen sp7)</i>	1	<i>Sciadicleithrum joanae</i>	2
<i>Nematoda(gen sp8)</i>	2	<i>Sciadicleithrum kristskyi</i>	1
<i>Paracapillaria piscicola</i>	1	<i>Sciadicleithrum paranaensis</i>	1
<i>Philometra</i> sp.	1	<i>Sciadicleithrum satanopera</i>	1
Philometridae	4	<i>Tereancistrum curimba</i>	1
<i>Porrocaecum</i> sp. (larva)	2	<i>Tereancistrum parvus</i>	4
<i>Procamallanus (Procamallanus) peraccuratus</i>	1	<i>Tereancistrum</i> sp1	1
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) amarali</i>	3	<i>Tereancistrum</i> sp2	2

Tabela A3. Continuação

<b>Forma de parasitismo, grupo taxonômico, Espécie</b>	<b>Peixes parasitados</b>	<b>Ciclo de vida, grupo taxonômico, Espécie</b>	<b>Peixes parasitados</b>
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) caballeroi</i>	1	<i>Tereancistrum</i> sp3	1
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) iheringi</i>	4	<i>Tereancistrum</i> sp4	1
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) inopinatus</i>	9	<i>Tereancistrum</i> sp5	1
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) pimelodus</i>	1	<i>Tereancistrum toksonum</i>	1
<i>Procamallanus</i> sp	1	<i>Unibarra</i> sp1	1
<i>Procamallanus</i> sp. (larva)	2	<i>Unibarra</i> sp2	1
<i>Procamallanus</i> sp2	3	<i>Unibarra</i> sp3	1
<i>Raphidascaris (Sprentascaris) mahnerti</i>	2	<i>Urocleidoides paradoxus</i>	4
<i>Raphidascaris</i> sp.	2	<i>Urocleidoides</i> sp1	1
<i>Rhabdochona acuminata</i>	1	<i>Urocleidoides</i> sp2	2
<i>Rondonia rondoni</i>	2	<i>Urocleidoides</i> sp3	1
<i>Spinitectus</i> sp.	1	<i>Urocleidoides</i> sp4	1
<i>Spinoxyuris oxydoras</i>	1	<i>Urocleidoides</i> sp5	1
<i>Spirocamallannus</i> sp.	1	<i>Urocleidoides</i> sp6	1
<i>Spiroxys</i> sp.	2	<i>Vancleaveus fungulus</i>	1
<i>Travnema travnema</i>	1	<i>Vancleaveus</i> sp1	2
<b>Pentastomida</b>		<b>Myxospora</b>	
Pentastomida	1	<i>Henneguya caudicula</i>	1

Tabela A3. Continuação

<b>Forma de parasitismo, grupo taxonômico, <i>Espécie</i></b>	<b>Peixes parasitados</b>	<b>Ciclo de vida, grupo taxonômico, <i>Espécie</i></b>	<b>Peixes parasitados</b>
<i>Sebekia oxycephala</i>	1	<i>Henneguya corruscans</i>	1
<b>Protozoa</b>		<i>Henneguya paranaensis</i>	1
<i>Trypanosoma scrofae</i>	1		
<b>Total geral</b>	<b>469</b>		<b>469</b>

## **CAMBRIDGE Instructions for Authors**

### ***Parasitology***

#### **Scope**

*Parasitology* publishes original papers on pure and applied parasitology, including biochemistry, molecular biology, immunology, genetics, physiology, epidemiology, ecology, vaccine and drug studies, and the control of parasitic infections, the application of new techniques, advances in the understanding of host-parasite relationships, theoretical studies and **major** systematic revisions. There is no minimum or maximum length for a paper but all manuscripts, including short ones, must be prepared in the standard format for this journal and any manuscript that is excessively long will be returned for shortening.

#### **Editorial Process**

All manuscripts submitted to *Parasitology* are received by the Editor-in-Chief, Professor Stephen Phillips, who will make a first assessment of their suitability for the journal. At this stage a very small number of submissions are immediately rejected. Thereafter the manuscripts deemed appropriate for the journal are passed to the one of the Editors or retained by the E-in-C, to be then sent out to external reviewers for comment and advice. The referees are often members of the Editorial Board and their names and expertise are published on the *Parasitology* website. (The names of all of the Referees used each year are published in the journal.) The Editor detailed to process a manuscript will make the final decision although he or she might ask for advice from another Editor. An Editor who submits a manuscript to the journal takes no part in the refereeing process and has no access to the names of the referees involved.

Manuscripts are submitted electronically to *Parasitology*, allowing authors to benefit from faster review and quicker online publication. Authors should submit their

manuscripts online to <http://mc.manuscriptcentral.com/par>. All enquiries should be directed to the Editorial Office at [parasitology@cambridge.org](mailto:parasitology@cambridge.org).

Authors must follow these Instructions for Authors and should refer to a recent issue of *Parasitology* for the correct style. Authors of **Reviews** must follow these instructions with major headings in UPPER CASE and secondary headings in lower case *italics*.

The preferred word processing packages are Word or WordPerfect in either PC or Macintosh format.

Submission of a manuscript implies that it has been approved **in its final** form by all the named authors, that it reports on unpublished work and that it has not been published or submitted for publication, in whole or in part, elsewhere. It is the responsibility of the corresponding author to ensure that these conditions are fulfilled. Authors of articles published in the journal assign copyright to Cambridge University Press (with certain rights reserved), and a copyright assignment form must be completed on acceptance of the paper. On acceptance the corresponding author will be asked to supply a final version of the manuscript. Once a proof has been returned only minor changes will be allowed. **Authors should be aware that large numbers of changes may lead to the paper being returned to reviewers for approval, delaying publication, in addition to incurring costs associated with making the changes.**

### Manuscript Format

**Please note that failure to follow the Instructions for Authors will almost certainly result in the manuscript being returned to the author for correct formatting before it is sent out to the referees and hence there will be an unavoidable delay in the processing of your manuscript.**

The manuscript should be organized as follows:

1. TITLE PAGE. The title page should contain (i) a concise and informative full title, (ii) the initials and name(s) of the authors and family names, (iii) the full postal address(es) of the institution(s) where the work was carried out, (iv) a short informative running title and (v) the name and address, telephone and fax numbers, and E-mail

address of the corresponding author. Footnotes containing other addresses may be included. **Nothing else should appear on the title page.**

2. SUMMARY. This should not be more than about 150-200 words and its purpose is to summarize the main aims, results and conclusions in such a way that they could be understood by any interested reader and not only experts in the subject, and could be used by an abstracting journal. References to published or unpublished work and unnecessary abbreviations should be avoided. Appended to the Summary should be 3-10 relevant **key words**, suitable for indexing. **Nothing else should appear on the Summary page.**

3. KEY FINDINGS (only necessary for original articles not special issue articles). Distil the key results and/or conclusions of the study into 3 to 5 short bullet points of less than 90 characters each. These key points will give the editor and referees an immediate overview of the paper and an insight into the importance of your findings.

4. INTRODUCTION. This should be as short as possible, normally not more than 2-3 paragraphs, and should simply serve to introduce the reader to the purpose and significance of the work described. It should neither be a mini-review nor should it be so bland as to be uninformative. When making general statements, reference should be made to recent reviews, and specific references should be cited only if they are particularly relevant.

5. MATERIALS AND METHODS. Sufficient information for the reader to be able to repeat the work must be given, but techniques described in detail in other publications need not be repeated, provided that an adequate reference is cited. Major modifications to methods should be clearly described. The numbers of experiments, replicates, etc. and any statistical tests used should be stated.

The full binomial name should be given for all organisms, except those such as mice, rats and rabbits, commonly used in laboratories and domesticated animals such as cows, dogs and cats. Generic names should be given in full when first mentioned and subsequently if any confusion is likely to arise. If reference is made to an uncommon taxon the authority for the taxon and date should be stated. Abbreviations such as An. (for *Anopheles*) should be avoided unless absolutely essential, for example when

referring to two or more generic names beginning with the same letter. Authors should follow *International Rules for Nomenclature* and, if new names are introduced, the *International Code for Zoological Nomenclature*. All strains and sources of hosts and parasites should be stated.

Abbreviations should be used sparingly and unambiguously. SI units should be used wherever appropriate and other standard statistical, chemical, biochemical and molecular abbreviations may also be used. In case of any doubt, authors are advised to spell out the term in full, followed by the abbreviation in parenthesis, when it is first used.

6. RESULTS. These should be confined to a factual account of the actual results obtained. Where necessary results should be analysed using an appropriate statistical test. Discussion and referenceto other work should be left to the Discussion.

(i) *Tables*. Each table, headed by a self-explanatory title, must be double spaced on a separate page and numbered consecutively. Rules, particularly vertical ones, should be avoided. Each table should be referred to consecutively as Table 1 etc in the text. The use of bold and italic text should be avoided unless absolutely necessary.

(ii) *Figures*. These may be line drawings or photographs and all should be referred to consecutively in the text as Fig. 1 etc. Component parts of figures should be labelled A, B, C etc. Legends for figures should be self-explanatory and must not contain details of results.

Line drawings should not be larger than **twice** the final size and in no circumstances should exceed 170 x 250 mm. Line drawings should be as simple as possible, lines should be bold enough to stand reduction to about 0.25-0.35 mm. Preferred symbols are open and filled circles, squares and triangles, and these should be used consistently. Lettering should bekept to a minimum and should be self-explanatory and unambiguous and of sufficiently high quality and size to be clearly visible after reduction to final size.

Photographs should be the same size as they will appear in the journal and should be selected to fit neatly into one column (80 mm) or two columns (166 mm). Photographs should be labelled and numbered as for line drawings. For



microscopical preparations, scale bars with appropriate units (e.g. 50µm) must be provided; statements of magnification are not acceptable.

Colour figures may be accepted provided that they are of a very high quality and scientifically necessary. The final decision for use of colour will be at the discretion of the Editors. Charges of £200 per page may apply. If colour figures are accepted, but are not deemed to be necessary for the print version, or funds are not available, we are able to publish articles in colour for the online version of the journal. In these instances two versions of the figures should be submitted (i.e., one set in colour and one set in black and white), ensuring that the figure legends provided are able to accurately describe the qualities of both.

7. DISCUSSION. The results (including further reference to figures and tables) should neither be repeated in detail nor should new information be introduced. Speculation is encouraged but should not go beyond reasonable and testable hypotheses. The Discussion should not attempt to be a mini-review.

8. ACKNOWLEDGEMENTS. You may acknowledge individuals or organisations that provided advice, support (non-financial). Formal financial support and funding should be listed in the following section.

9. FINANCIAL SUPPORT. Please provide details of the sources of financial support for all authors, including grant numbers. For example, “This work was supported by the Medical research Council (grant number XXXXXXX)”. Multiple grant numbers should be separated by a comma and space, and where research was funded by more than one agency the different agencies should be separated by a semi-colon, with “and before the final funder. Grants held by different authors should be identified as belonging to individual authors by the authors’ initials. For example, “This work was supported by the Wellcome Trust (A.B., grant numbers XXXX, YYYY), (C.D., grant number ZZZZ); the Natural Environment Research Council (E.F., grant number FFFF); and the National Institutes of Health (A.B., grant number GGGG), (E.F., grant number HHHH). Where no specific funding has been provided for research, please provide the following statement “This research received no specific grant from any funding agency, commercial or not-for-profit sectors.”

10. REFERENCES. It is **essential** that the appropriate reference format for *Parasitology* is adhered to precisely.

Where using reference management software Endnote, please note that Endnote version 7 is compatible with this journal's formatting.

(i) References in the text.

References should be kept to an essential minimum. Only references to published work or work actually 'in Press' are permitted. Reference to unpublished work is acceptable but only as either 'unpublished results' or 'personal communication' and under no circumstances should references to unpublished work, work in preparation or un-refereed abstracts be included in the Reference List.

Lists of text references should be arranged in ascending date order and then alphabetically, please note the first line of references is no longer indented.

e.g.:

Brown and Green, 1961; Black, 1995, 2011; Brown, 1995; Brown *et al.* 2001, 2002a,b, 2010

For papers with more than two authors *et al.* should be used.

Brown, A. *et al.* (1992a)

When authors are not directly referred to the reference should be in parentheses as follows:

All currently known COI sequences of *G. salaris* from rainbow trout (Hansen *et al.* 2003; Meinilä *et al.* 2004) are haplotype F.

(ii) List of References

References, which **must be double spaced and listed alphabetically**, should begin on a separate page following the Discussion and Acknowledgements. The accuracy and appropriateness of the references are solely the responsibility of the author and are not checked in the editorial office.

The format required by this journal is given below and, if in any doubt, authors should refer to a recent copy of the journal. Please note that the names of **all** authors should be given in **bold** font and that the journal name should be *italicized* and given **in full**, not

abbreviated. Where known, the article Digital Object Identifier (doi) should be included, at the end of the entry (see example below).

#### Journal References

**Higgs, S., Snow, K. and Gould, E. A.** (2003). The potential for West Nile virus to establish outside of its natural range: a consideration of potential mosquito vectors in the United Kingdom. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene****98**, 82-87. doi: 10.1016/S0035-9203(03)00004-X.

#### Books

**Smyth, J. D.** (1994). *Introduction to Animal Parasitology*, 3rd Edn. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

#### Chapters in Books

**Grenfell, B. T., Dietz, K. and Roberts, M. G.** (1995). Modelling the immunoparasitology of macroparasites in naturally-fluctuating host populations. In *Ecology of Infectious Diseases in Natural Populations* (ed. Grenfell, B. T. and Dobson, A. P.), pp. 362-383. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

#### WHO publications

**World Health Organization** (1995). *Onchocerciasis and its Control*. WHO Technical Report Series No. 852. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

#### When referencing Parasitology Supplements

**Jenkins, D. J. and MacPherson, C. N. L.** (2003). Transmission ecology of *Echinococcus* in wild-life in Australia and Africa. *Parasitology***127** (Suppl.), S63-S72. doi: 10.1017/S0031182003003871.

11. REVIEWS AND SPECIAL ISSUES: The headings\*for papers should be as follows:

- Title page as described above
- Summary (and key words)
- Introduction
- Additional headings and sub-headings as appropriate to each paper
- Discussion

- Conclusions/Future directions
- Acknowledgements
- Financial support
- References

\*Headings (not in bold) are formatted as follows: primary - UPPER CASE; secondary sub-heading -lower case italics on separate line; tertiary sub-heading - lower case italics running on

12. ETHICAL AND REGULATORY GUIDELINES: policy on animal (vertebrates and higher invertebrates) use:

The authors must demonstrate the experimental procedures employed conform to the accepted principles of animal welfare in experimental science. The principles defined and explained in the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and Other Scientific Purposes and its appendix and/or the National Research Council Guide for the Care and Use of Laboratory Animals should be followed. A statement acknowledging conformation to these standards and that the authors have involved the minimum number of animals to produce statistically reproducible results must be included in the covering letter to the Editor-in-Chief as well as in the 'Materials and Methods' section of the manuscript. If experimental methodology raises particular ethical or welfare concerns then the Editor will take additional guidance from Animals (Scientific Procedures) Act 1986, when making decisions. The Editor's decision with regard to ethics will be final.

### **On Acceptance**

On acceptance to the journal the final version of the manuscript containing the following should be submitted: Title Page, Summary, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements, References, Tables, Figure legends.

In particular, each table should occupy a separate page.

Please ensure that your figures are submitted separately **at final publication size** (one column,80mm) or two-column (166 mm) and are in the recommended file formats. Following these guidelines will result in high quality images being reproduced in both

the print and the online versions of the journal. Please do not submit the final versions of figures in MS WORD, .jpeg or Powerpoint (.ppt) format.

***Line artwork***

Format: .tif or .eps

Colour mode: black and white (also known as 1-bit)

Resolution: 1000 dpi

***Combination artwork (line/tone)***

Format: .tif or .eps

Colour mode: greyscale (also known as 8-bit)

Resolution: 600 dpi

***Black and white halftone artwork***

Format: .tif

Colour mode: greyscale (also known as 8-bit)

Resolution: 300 dpi

***Colour halftone artwork***

Format: .tif

Colour mode: CMYK colour

Resolution: 300 dpi

For further information, please refer to the Cambridge Journals Artwork Guide, which can be found online at <http://journals.cambridge.org/artworkguide>.

**Open Access**

Under the conditions detailed on the Journal's [standard transfer of copyright form](#), when an article is accepted, its authors are free to post their version of the accepted manuscript on a website or repository. As such, the Journal is compliant with the 'Open Access' mandates of the vast majority of academic institutions and funding sources.

Authors also have the option to publish their paper under a fully 'Open Access' agreement, upon the payment of a one-off 'Article Processing Charge' of £1,695/\$2,700. In this case, the final published 'Version of Record' shall be made freely available to all, in perpetuity, and will be published under a creative commons licence,

enabling its free re-use and re- distribution for non-commercial means. Click [here](#) for the paid option Open Access transfer of copyright form. The corresponding author will be able to choose between standard publication and publication under the ‘Open Access’ agreement once their paper has been accepted.

### **Proofs**

Page proofs will be forwarded as PDF files by E-mail to the corresponding author. It is the responsibility of the author to ensure that no errors are present. **Only essential corrections should be made and authors will be charged for excessive alterations at the proof stage.** If corrections are deemed to be substantial **the paper will be rejected** and the author asked to resubmit their work for peer review.

### **Author Language Services**

Cambridge recommends that authors have their manuscripts checked by an English language native speaker before submission; this will ensure that submissions are judged at peer review exclusively on academic merit. We [list a number of third-party services](#) specialising in language editing and / or translation, and suggest that authors contact as appropriate. Use of any of these services is voluntary, and at the author's own expense.

(Revised 17/03/2014)