

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

PRISCILLA BALESTRIN MENDES

**Metazoários endoparasitos da corvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel,
1840) dos rios Madeira e Negro da bacia Amazônica**

Maringá
2014

PRISCILLA BALESTRIN MENDES

Metazoários endoparasitos da corvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) dos rios Madeira e Negro da bacia Amazônica

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

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Cezar Pavanelli

Maringá
2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

M538m Mendes, Priscilla Balestrin
Metazoários endoparasitos da corvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) dos rios Madeira e Negro da Bacia Amazônica / Priscilla Balestrin Mendes. -- Maringá, 2014.
71 f. : il. col., figs., tabs., mapas

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Cezar Pavanelli.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada, 2014.

1. Metazoários endoparasitos - Corvina *Plagioscion squamosissimus* - Rio Madeira e Negro - Bacia Amazônica. 2. Metazoários endoparasitos - Diversidade das espécies - Água-doce. 3. Endoparasitos. 4. Ictioparasitologia. 5. Perciformes. 6. Ecologia. I. Pavanelli, Gilberto Cezar, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Biológicas. Pós-Graduação em Biologia Comparada. III. Título.

CDD 21.ed.592.317857

FOLHA DE APROVAÇÃO

PRISCILLA BALESTRIN MENDES

Metazoários endoparasitos da corvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) dos rios Madeira e Negro da bacia Amazônica

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

COMISSÃO JULGADORA

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

Prof. Dr. Maria de Los Angeles Perez Lizama
Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Patricia Miyuki Machado Aoyama
Universidade Estadual de Londrina

Aprovada em: 28 de maio de 2014.

Local de defesa: Anfiteatro Nupélia (Prof. Keshiyu Nakatani), Bloco G-90, campus da Universidade Estadual de Maringá.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e meu irmão, pois me fizeram acreditar na realização dos meus sonhos, trabalharam e ainda trabalham muito para que eu possa realizá-los. A você Alex, meu marido, meu companheiro no amor, na vida e nos sonhos, que sempre me apoiou nas horas difíceis da vida, mas que também compartilhou comigo muitos momentos felizes.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva que é a vida, por ser meu braço forte nos momentos de dificuldade e sempre me auxiliar com sua graça e poder. Por planejar meus dias de acordo com sua lei e nunca me desamparar nos momentos difíceis que surgem.

Ao meu esposo Alex, o melhor companheiro que Deus poderia ter colocado em minha vida, que não mediu esforços para me apoiar, sendo companheiro, amigo e dividindo comigo as alegrias e tristezas.

Aos meus pais, Cesar e Mariza, por todo amor, dedicação, auxílio, exemplo, confiança e paciência, nesta e em todas as etapas da minha vida. A vocês minha eterna gratidão.

A meu irmão e amigo, Jean, por me amar e sempre acreditar em mim.

Ao Professor Dr. Gilberto Cezar Pavanelli minha eterna gratidão por proporcionar a oportunidade de realizar esse sonho. Pela confiança, apoio, disposição e orientação.

Ao Dr. Ricardo Massato Takemoto, minha imensa gratidão pela orientação, ensinamentos, dedicação, disposição, paciência, por sua amizade e por ser um exemplo a ser seguido.

A todos os colegas e amigos do Laboratório de Ictioparasitologia do Nupélia, Leticia, Janaína, Ana Paula 1, Rodrigo, Bruno, Flávia, Guilherme, Antônio, Michelli, Geza, Fabrício, Sybelle, Ana Paula 2, Thamy e Carol, responsáveis por criar uma ambiente de carinho e divertido em meio a tantas horas de trabalho. Em especial agradeço a minha grande amiga Eliane Fernandes, por ser essa pessoa tão especial, que ao longo de nossa trajetória juntas, passamos por muitos momentos agradáveis, também agradeço por seu grande apoio, incomensurável ajuda e ensinamentos.

Aos amigos de Maringá, pelas palavras de apoio nos momentos tristes, por compartilhar dos momentos alegres e pelo incentivo constante.

Às secretárias Marcinha e Estela, pela competência, simpatia e carinho com todos nós alunos do curso de Pós-graduação em Biologia Comparada.

À coordenadora da Biblioteca Setorial do Nupelia Sr^a. Maria Salette Ribelatto Arita e ao bibliotecário Sr. João Fábio Hildebrandt pela competência e auxílio constante.

A Universidade Estadual de Maringá e ao Programa de Pós-graduação em Biologia Comparada pela vaga e pela estrutura oferecida aos alunos.

Ao Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura “Nupélia”, pelo auxílio em aulas e pela estrutura fornecida para o melhor desenvolvimento das pesquisas.

A Capes pelo suporte financeiro, através da bolsa de estudos concedida para a realização desse trabalho.

A todos o meu profundo agradecimento.

EPÍGRAFE

Conheçamos e prossigamos
em conhecer.

(Oséias 6:3)

Metazoários endoparasitos da corvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) dos rios Madeira e Negro da bacia Amazônica

RESUMO

A riqueza e a diversidade da fauna de peixes neotropicais é a maior do mundo, com cerca de 4.500 espécies já descritas. A bacia Amazônica é formada por todos os rios, córregos e demais mananciais que deságuam no rio Amazonas, sendo a maior bacia do mundo. Também é considerada a mais rica e diversa em peixes de água doce do mundo. Cienciometria é o estudo dos aspectos quantitativos da ciência como uma disciplina ou atividade econômica. É aplicado no desenvolvimento da política de ciência e envolve estudos quantitativos das atividades científicas, incluindo a publicação. Com o aumento da literatura disponível, esta nova ferramenta tem sido amplamente utilizada para tentar entender o sentido real dos estudos em diversas áreas do conhecimento científico. Por isso, o primeiro artigo teve o objetivo de fazer um estudo cienciométrico dos parasitos de peixes da bacia Amazônica. O rio Amazonas possui muitos afluentes, o mais importante da margem esquerda é o rio Negro, caracterizado por possuir águas pretas. O da margem direita é o Madeira, um rio largo e diferentemente do rio Negro é classificado como de águas brancas. *Plagioscion squamosissimus* comumente conhecido como “corvina” é um peixe nativo da bacia Amazônica e possui grande interesse comercial e econômico devido à apreciação de sua carne branca e delicada, que é considerada importante parte do sustento dos pescadores da região. Devido às peculiaridades do meio aquático, como a facilidade na propagação, os peixes apresentam altos índices de infestação e infecção por parasitos. O sistema parasito-hospedeiro representa um modelo bastante peculiar para os estudos ecológicos, pois garante a ocupação de duas classes de ecossistemas pelos parasitos. Uma delas é o próprio hospedeiro (ambiente biótico) e a outra é a área geográfica (ambiente abiótico) onde a população hospedeira está inserida. Deste modo, cada espécime hospedeira de uma população representa um habitat fragmentado, composto por comunidades parasitárias hierarquicamente estruturadas. Tais habitats constituem uma réplica natural em relação ao outro hospedeiro, o que permite excelentes oportunidades de estudos que envolvam análises comparativas da variabilidade nas estruturas comunitárias em todos os seus níveis. Portanto, pesquisas relacionadas à ictioparasitologia são de grande importância, pois os parasitos podem causar muito prejuízo a seus hospedeiros além do que, a maioria são espécies desconhecidas para a ciência. Estudos relacionados ao conhecimento da fauna parasitária e relação parasito-hospedeiro são necessários devido à importância econômica que estas espécies de peixe apresentam para região e para a piscicultura. Com isso, o segundo artigo teve como objetivo principal a análise da fauna endoparasitária de *P. squamosissimus* coletados nos rios Madeira e Negro da bacia Amazônica, no mês de fevereiro de 2012.

Palavras-chave: ecologia, água doce, ictioparasitologia, Scianidae, cienciometria

Metazoan endoparasites of corvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) of the Madeira and Negro rivers of the Amazon basin

ABSTRACT

The richness and diversity of Neotropical fish fauna is the world's largest, with about 4,500 described species. The Amazon basin is formed by all the rivers, streams and other water sources that flow into the Amazon River, the largest basin in the world. It is also considered the richest and most diverse freshwater fish in the world. Science metrics is the study of the quantitative aspects of science as a discipline or economic activity. It is applied in the development of science policy involves quantitative and scientific activities, including publishing studies. With the increase of available literature, this new tool has been widely used to try to understand the real meaning of the studies in various areas of scientific knowledge. Therefore, the first article aimed to make a science metric study of the parasites of fishes of the Amazon basin. The Amazon River has many tributaries, most importantly the left margin is the Rio Negro, characterized by having black waters. The right margin is the wood, a wide river and unlike the Black River is classified as white water. *Plagioscion squamosissimus* commonly known as "corvina" is a native fish of the Amazon basin and has great commercial and economic interest due to the appreciation of its delicate white flesh, which is considered an important part of the livelihood of local fishermen. Due to the peculiarities of the aquatic environment, such as the ease of propagation, fish exhibit high rates of infestation and infection by parasites. The host-parasite system represents a very peculiar model for ecological studies, it ensures the occupation of two classes of ecosystems by parasites. One is the host (biotic environment) itself and the other is the geographical area (abiotic environment) where the host population is located. Thus, each sample in a host population is a fragmented habitat comprising hierarchically structured parasitic communities. Such habitats are a natural replica relative to another host, allowing excellent opportunities for studies involving comparative analyzes of variability in community structures at all levels. Therefore, research related to ictioparasitologia are of great importance because the parasites can cause much harm to their hosts in addition to, most are species unknown to science. Related to knowledge of the parasitic fauna and host-parasite relationship studies are needed due to the economic importance of these fish species present for the region and for fish farming. With this, the second article was aimed at analyzing the endoparasite fauna of *P. squamosissimus* listed on the Madeira and Negro rivers of the Amazon basin, in the month of February 2012.

Keywords: ecology, freshwater, ictioparasitology, Scianidae, Science metrics

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	11
Introdução	12
Referências.....	14
Parasitas de peixes da Bacia Amazônica no Brasil: um estudo cienciométrico	15
Resumo.....	15
Introdução	16
Material e Métodos	18
Resultados	19
Discussão	25
Considerações finais.....	28
Referências.....	29
ANEXO 1	31
CAPITULO 2	35
Aspectos ecológicos da fauna endoparasitária da corvina, <i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840), nos rios Madeira e Negro, da bacia Amazônica, Brasil	36
Resumo	36
Introdução	37
Material e Métodos	39
Área de estudo.....	39
Coleta, fixação e identificação	40
Análises estatísticas.....	41
Resultados	43
Composição e estrutura da comunidade endoparasitária	43
Padrão de dispersão e agregação.....	46
Comprimento total do hospedeiro	47
Fator de condição relativo (Kn)	48
Sexo.....	50
Diversidade parasitária.....	52
Discussão	54
Considerações finais	59
Referências.....	61
ANEXO 2	68

CAPÍTULO 1

Parasitos de peixes da Bacia Amazônica no Brasil: um estudo cientiométrico

Revisão Bibliográfica

Artigo elaborado e formatado conforme as
normas para publicação científica no periódico
Acta Amazonica.

Introdução

Cienciometria é o estudo dos aspectos quantitativos da ciência como uma disciplina ou atividade econômica. É aplicado no desenvolvimento da política de ciência e envolve estudos quantitativos das atividades científicas, incluindo a publicação (MACIAS-CHAPULA, 1998). Com o aumento da literatura disponível, esta nova ferramenta tem sido amplamente utilizada para tentar entender o sentido real dos estudos em diversas áreas do conhecimento científico. Por isso, o primeiro artigo teve o objetivo de fazer um estudo cienciométrico dos parasitos de peixes da bacia Amazônica.

A bacia Amazônica é formada por todos os rios, córregos e demais mananciais que deságuam no rio Amazonas, sendo a maior bacia do mundo. Também é considerada a mais rica e diversa em peixes de água doce do mundo (COOKE *et al.*, 2012).

Devido às peculiaridades do meio aquático, como facilidade na propagação, os vertebrados que apresentam altos índices de infestação e infecção por parasitos, são os peixes, podendo ser parasitados por um grande número de espécies pertencentes a numerosos filos. Além do que, podem ser considerados o substrato vivo com maior tempo de exposição e disponibilidade para a adaptação de organismos simbioses (MALTA, 1984; EIRAS, 1994). Entretanto, pouco se conhece sobre a diversidade dos parasitos presentes nestes peixes (EIRAS, 1994; EIRAS *et al.*, 2010).

Parasitos são seres que encontram seu hábitat em outro ser que geralmente é de espécie diferente, seu hospedeiro (ARAÚJO; FERREIRA, 1997). Já o parasitismo é uma relação entre indivíduos de espécies diferentes na qual um dos participantes, o parasito, pode prejudicar o seu hospedeiro ou de alguma maneira vive à custa deste. O parasito pode causar danos mecânicos ou estimular uma resposta inflamatória ou imune, ou simplesmente roubar nutrientes de seu hospedeiro (SCHMIDT; ROBERTS, 2009).

Os hospedeiros podem ser vertebrados ou invertebrados, assim pode-se dizer que todos os animais podem atuar como hospedeiros de uma ou mais espécies de parasitos. Segundo Schmidt e Roberts (2009), hospedeiros podem ser classificados de acordo com o papel que ele desempenha no ciclo de vida do parasito. Hospedeiros definitivos são aqueles onde o parasito alcança a maturidade sexual. O hospedeiro intermediário é importante para o desenvolvimento do parasito, mas nele o parasito ainda está em um estágio larval, portanto ainda não se reproduz, já o hospedeiro paratênico ou de transporte são hospedeiros intermediários que não se desenvolvem, porém permanece viável até atingir um novo hospedeiro.

A composição da comunidade parasitária depende de vários fatores relacionados ao ambiente (qualidade da água, alterações do pH, concentração de amônia, disponibilidade de oxigênio dissolvido, variações na temperatura, nível da água e efeitos da sazonalidade); ao hospedeiro (habitat, comportamento ou hábito alimentar, fisiologia, idade e sexo) e ao parasito (disponibilidade de larvas infectantes, de hospedeiros individuais, da resposta imune do hospedeiro ao estabelecimento da larva e da mortalidade natural dos parasitos). Qualquer alteração marcante relacionadas aos mesmos afetam principalmente a fauna ictíca de determinada região, o que influencia diretamente a fauna parasitária (PAVANELLI e TAKEMOTO, 2000; TAKEMOTO *et al.*, 2004).

A quantidade e variedade de habitats nos rios fornecem uma extensa gama de alimentos e substratos possíveis e podem ser utilizados para caracterizar as condições ambientais. O alimento surge a partir do próprio sistema aquático (autóctone) ou de fatores externos (alóctone). No entanto, são basicamente dependentes de material externo originado a partir do sedimento fluvial, nutrientes dissolvidos, material trazido de sistemas com fluxo superficial ou produtos decompostos em zonas de inundação (WELCOMME, 1985). Portanto, o hábito alimentar do hospedeiro certamente é um dos fatores mais importantes no processo de formação da fauna endoparasitária (DOGIEL, 1970), por possuírem na maioria das vezes um ciclo de vida bastante complexo, utilizando vários hospedeiros intermediários e sua presença no sistema digestório dos peixes pode indicar quais são os itens alimentares destes hospedeiros ou pelo menos qual seu hábito alimentar (PAVANELLI *et al.*, 2001).

Pesquisas relacionadas à ictioparasitologia são de grande importância, pois os parasitos podem causar muito prejuízo a seus hospedeiros e ainda serem, em sua maioria, espécies desconhecidas para a ciência. Estudos relacionados ao conhecimento da fauna parasitária e relação parasito-hospedeiro são necessários devido à importância econômica que estas espécies de peixe apresentam para região. Além de existir uma carência de informações a respeito da composição da fauna parasitária desses peixes em seu ambiente nativo e de suas relações com os hospedeiros. Deste modo, o objetivo desse trabalho foi verificar diferenças entre a fauna parasitária de peixes dos rios Madeira e Negro, localizados na bacia Amazônica, contribuindo para o conhecimento da biodiversidade.

Referências

- ARAÚJO, A.; FERREIRA, L. F. Homens e parasitos: a contribuição da paleoparasitologia para a questão da origem do homem na América. **Revista Universidade Estadual de São Paulo**, São Paulo, v.34, p. 58 - 69, 1997.
- COOKE, G. M.; CHAO, N. L.; BEHEREGARAY, L. B. Marine incursions, cryptic species and ecological diversification in Amazonia: the biogeographic history of the croaker genus *Plagioscion* (Sciaenidae). **Journal of Biogeography**, v. 39, p. 724-738, 2012.
- DOGIEL, V. A. Ecology of the parasites of freshwater fishes. *In*: DOGIEL, V. A.; PETRUSHEVSKI, G. K.; POLYANSKY, Y. I. (ed.), **Parasitology of Fishes**. London: Olivier & Boyd, p.1-47, 1970.
- EIRAS, J. C. **Elementos de ictioparasitologia**. Fundação Eng. Antônio de Almeida. 339 pp., 1994.
- EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. **Diversidade dos parasitas de peixes de água doce do Brasil**. Maringá: Clichetec. 333 pp., 2010.
- MACIAS-CHAPULA, C. A. O papel da informetria e da cienciométrica e sua perspectiva nacional e internacional. **Revista Ciência da Informação**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 134-140, 1998.
- MALTA, J. C. O. Os peixes de um lago de várzea da Amazônia Central (Lago Janauacá, Rio Solimões) e suas relações com os crustáceos e ictioparasitas (Branchiura Argulidae). **Acta Amazônica**, v. 14, p. 355-372, 1984.
- PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. M. Aspects of the ecology of proteocephalid Cestodes, parasites of *Sorubim lima* (Pimelodidae), of the upper Paraná River, Brazil: II Interspecific associations and distribution of gastrointestinal parasites. **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 60, p. 585-590, 2000.
- PAVANELLI, G. C.; TAKEMOTO, R. M.; MACHADO, M. H.; LIZAMA, M. A. P.; TANAKA, L. K. GUIDELLI, G. M.; ISAAC, A. CARVALHO, S.; FRANÇA, J. G. Ictioparasitologia. **Componente Biótico**. p. 173-181, 2001.
- SCHMIDT, G. D.; ROBERTS, L. S. *Foundations of Parasitology*, 8ª Ed. Mc Graw Hill, Higher Education, 191 pp., 2009.
- TAKEMOTO, R. M.; LIZAMA, M. A. P.; GUIDELLI, G. M.; PAVANELLI, G. C. Parasitas de peixes de águas continentais. *In*: RANZANI-PAIVA, M. J. T.; TAKEMOTO, R. M.; LIZAMA, M. de los A. P. **Sanidade de Organismos Aquáticos**. Ed. São Paulo: Editora Varela. p. 179-197, 2004.
- WELCOMME, R. L. **River Fisheries**. FAO Fisheries Technical Papers. 330 pp., 1985.

Revisão Bibliográfica

Parasitas de peixes da Bacia Amazônica no Brasil: um estudo cienciométrico

RESUMO

Este trabalho apresenta o estudo cienciométrico dos parasitos de peixes da bacia Amazônica no Brasil, incluindo significativa revisão da literatura. A metodologia adotada se baseou na pesquisa dos artigos feita no mês de março de 2014 em três bancos de dados: Web of Science, Scielo (Scientific Electronic Library Online) e Google Acadêmico. O número de artigos sobre parasitos de peixes na região Amazônica está crescendo, apresentando um total de 240 publicações, com aumento a partir de 1980 (com 218 pesquisas até 2014), sendo o estado do Amazonas o mais pesquisado. A bacia Amazônica é considerada a maior bacia hidrográfica do mundo e apresenta grande biodiversidade com representantes de peixes de quase todos os grupos taxonômicos, sendo que nos estudos parasitológicos as famílias mais estudadas são Characidae e Pimelodidae. O número de artigos com peixes de cultivo ainda é baixo se comparado ao número de trabalhos realizados em ambientes naturais. O número de publicações referente aos crustáceos foi mais prevalente, seguido de fauna (artigos com mais de um grupo de parasito) e Myxozoa. O principal assunto abordado nos artigos foi taxonomia, seguido por ecologia e patologia. O periódico com mais publicações foi a *Acta Amazonica* e a maioria dos artigos foram em revistas sem fator de impacto. Conclui-se que existe a necessidade de esforços substantivos para realização de mais pesquisas na área, já que a região apresenta grande biodiversidade e a mesma encontra-se ainda imperfeitamente conhecida.

PALAVRAS-CHAVE: água doce, ictioparasitologia, Amazonas, ciencimetria, Brasil.

Parasites of fishes of the Amazon Basin in Brazil: A science metric study

ABSTRACT

This paper presents a science metric study of parasites of fish from the Amazon basin in Brazil, including significant literature review. The methodology was based on researching articles taken in March 2014 in three databases: Web of Science, SciELO (Scientific Electronic Library Online) and Google Scholar. The number of articles on fish parasites in the Amazon region is growing, presenting a total of 240 publications, with an increase from 1980 (with 218 research until 2014), and the state of Amazonas the most researched. Basin Amazonis considered the largest watershed in the world and has great biodiversity with representatives of fish almost all taxonomic groups, and studies of parasites are the most studied families Characidae and Pimelodidae. The number of articles with fish farming is still low compared to the number of studies conducted in natural environments. The number of publications related to crustaceans were most prevalent, followed by wildlife (articles with more than one group of parasites) and Myxozoa. The main issue was addressed in articles taxonomy, followed by ecology and pathology. The periodical publications was over *Acta Amazonica* and most of the articles were in journals without impact factor. We conclude that there is a need for substantive efforts to further research in the area, since the region has great biodiversity and the same is still imperfectly known.

KEYWORDS: freshwater, ictioparasitology, Amazon, science metric, Brazil.

INTRODUÇÃO

A região Amazônica possui a maior bacia hidrográfica do mundo, com cerca de $7,5 \times 10^6 \text{ km}^2$, sendo 65% ($4,8 \times 10^6 \text{ km}^2$) localizado em território brasileiro. A bacia Amazônica é formada por inúmeros igarapés, riachos, córregos, várzeas alagadas, igapós, lagos e rios. Os rios amazônicos são diferentes não apenas na morfologia de seus cursos, mas também nas propriedades físicas e químicas da sua água (Sioli 1984).

A fauna de peixes dessa bacia é muito mais rica do que qualquer outro sistema de rios. Apesar do atual conhecimento sobre biologia sistemática e relações filogenéticas serem pequenas, muitos autores tentam estimar o número de espécies vivendo nessa bacia. Eles sugerem números entre 1.500 e 5.000 (Goulding *et al.* 1988).

Os estudos sobre a ictiofauna da Amazônia começaram somente no século XIX com a publicação de resultados das expedições brasileiras de John Natterer e Johan Baptist von Spix e Carl Friederich von Martius, por Heckel, Kner & Steindachner e por Agassiz, respectivamente. Estudos ecológicos tiveram início recentemente, por exemplo, o trabalho de Michael Goulding (1980), que se preocupa primeiramente com o hábito alimentar dos peixes do rio Madeira, e por muitas monografias de estudantes do INPA (Instituto de Pesquisas da Amazônia) (Gery 1984).

Esse Instituto foi criado em 1952 e implementado em 1954. Os seus primeiros anos foram caracterizados por pesquisas, levantamentos e inventários de fauna e de flora. Ao longo dos anos, vem realizando estudos científicos do meio físico e das condições de vida da região amazônica para promover o bem-estar humano e o desenvolvimento sócio-econômico regional. Atualmente, é reconhecido como referência mundial em Biologia Tropical (Inpa 1952).

Dentro desse Instituto existem vários meios de divulgação de suas pesquisas, mas a revista *Acta Amazonica* é a publicação científica oficial do mesmo. É uma revista multidisciplinar que publica artigos científicos de colaboradores internacionais e nacionais, em português, espanhol, e inglês, após revisão por pares antes da publicação. Desde 1971, a revista publica artigos originais sobre temas relativos a Amazônia. Em seus 43 anos de existência, foram feitas publicações sem interrupção: a partir de 1971 a 1975 eram três vezes por ano. Entre 1976-1982 era trimestral; entre 1983-1996, depois de mudar para um novo formato, menor, foi publicada ao menos uma vez por ano, e desde 1997, voltou a ser trimestral (Inpa 1952).

As pesquisas em ictioparasitologia de peixes na bacia Amazônica começaram no início de 1930 com Woodland, que descobriu a riqueza e diversidade dos cestóides proteocefalídeos, descrevendo 32 espécies em oito novos gêneros, de uma grande quantidade de material coletado no rio Amazonas. Este conjunto de dados abrangente permitiu que ele propusesse uma nova classificação dos proteocefalídeos, que foi amplamente aceita e até hoje é utilizada, com apenas algumas modificações realizadas. A coleção completa de Woodland foi depositada no Museu de História Natural, em Londres, Reino Unido, portanto, disponível para ser reexaminada (Chambrier e Scholz 2014).

Também é necessário destacar a contribuição de importantes pesquisadores como: J. F. L. Travassos, V. E. Thatcher, A. A. Rego, J. C. O. Malta, D. C. Kritsky, W.A. Boeger, J. D. Mizelle, C. E. Price.

Nos últimos anos verificou-se um incremento na qualidade da produção bibliográfica sobre parasitologia de peixes, com a descrição de espécies novas, fundamentais para o conhecimento da biodiversidade, aliadas às análises mais

sofisticadas, que tentam explicar os detalhes da relação parasito-hospedeiro, além de caracterizar as patologias e propor medidas de prevenção no controle dessas parasitoses.

Este trabalho apresenta um estudo cienciométrico de parasitos de peixes da bacia Amazônica no Brasil, com informações que contribuirão para o conhecimento da bibliografia disponível sobre esse tema, além de oferecer subsídios aos órgãos de fomento à pesquisa no país. Isto permitirá o delineamento de estudos ecológicos e biogeográficos futuros, com o objetivo de auxiliar na compreensão dos padrões de diversidade biológica dos vários grupos de parasitos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os artigos utilizados neste estudo foram obtidos por meio dos bancos de dados do Web of Science (www.webofknowledge.com), do Scielo (*Scientific Electronic Library online*; www.scielo.org) e do Google Acadêmico (<http://scholar.google.com.br>), durante o mês de março de 2014.

As palavras-chave utilizadas na busca de artigos fazem referência aos parasitos de peixes de água doce da bacia Amazônica no Brasil, sendo utilizados os seguintes termos tanto em inglês quanto em português: fish*parasit* Amazon. Para as buscas seguintes substituiu-se a palavra “parasit” pelos prefixos dos grupos de parasitos (Amoebae, Flagellata, Apicomplexa, Ciliophora, Myxozoa, Monogenea, Digenea, Cestoda, Nematoda, Acanthocephala, Hirudinea, Crustacea e Mollusca) segundo Eiras *et al.*, (2010). O termo "parasit*" foi usado para não excluir sinônimos como parasita(o), parasitando, parasitismo. Após as pesquisas nas bases de dados, foi realizado levantamento no currículo vitae na Plataforma Lattes do Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) dos pesquisadores desta área, além

de considerar as referências de checklists de alguns grupos.

Em seguida foi investigado o Qualis dos periódicos em que foram publicados os artigos analisados. O Qualis é um conjunto de procedimentos utilizados pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), órgão ligado ao Ministério da Educação (MEC) e pelo CNPq (Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) afeto ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), com o objetivo de aferir a qualidade dos artigos, a partir da análise da qualidade dos periódicos científicos. Esse levantamento foi realizado utilizando o aplicativo WebQualis, que enquadra os periódicos, nas diferentes áreas do conhecimento, em estratos indicativos de qualidade - A1, o padrão mais elevado; seguindo-se A2; B1; B2; B3; B4; B5; C - com peso zero. Para este trabalho, a área consultada foi a de Biodiversidade.

Entre os artigos analisados, foram obtidos dados relativos aos autores, ano de publicação, grupo de parasitos, assunto abordado, espécie(s) de peixe(s) coletado(s), local da coleta, Estado em que a mesma foi realizada, periódico e base de dados.

No presente trabalho as espécies de peixes foram agrupadas em suas respectivas famílias taxonômicas devido ao grande número de espécies pesquisadas.

RESULTADOS

O número de artigos sobre parasitos de peixes da bacia Amazônica no Brasil vem aumentando a partir do final da década de 70, destacando-se um aumento significativo de 48% nos últimos anos (a partir de 2006), sendo registrado, até março de 2014, um total de 240 artigos, conforme mostra a Figura 1.

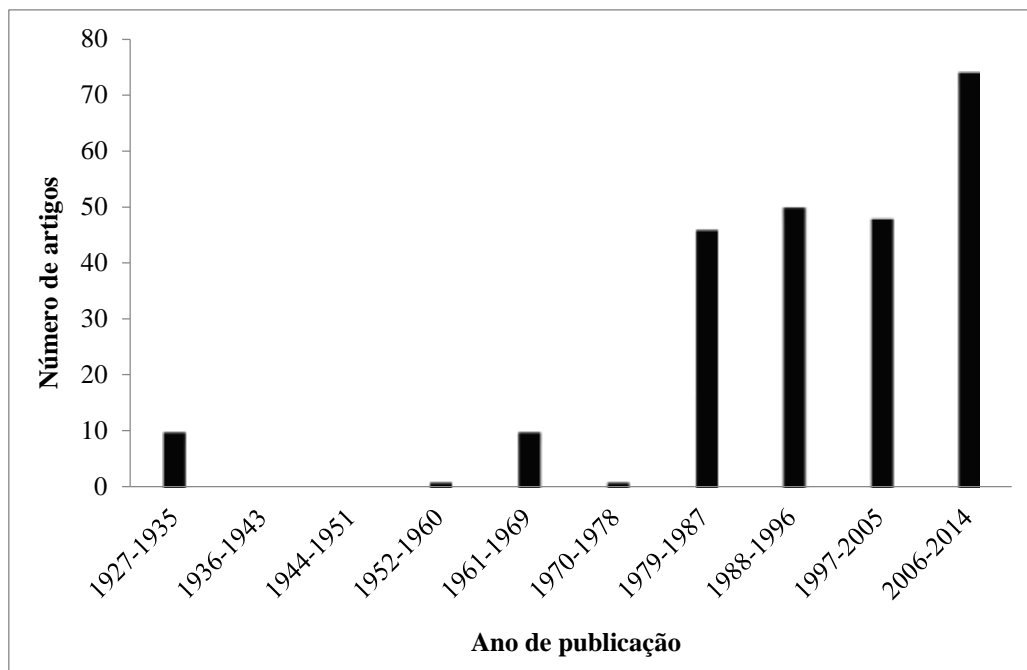


Figura 1- Artigos sobre parasitologia de peixes de água doce da bacia Amazônica no Brasil, publicados de 1927 até 2014.

Dentre os estados brasileiros que a bacia Amazônica abrange (Acre, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Amapá e Mato Grosso), cinco aparecem nas pesquisas, sendo o Amazonas mais estudado (Figura 2).

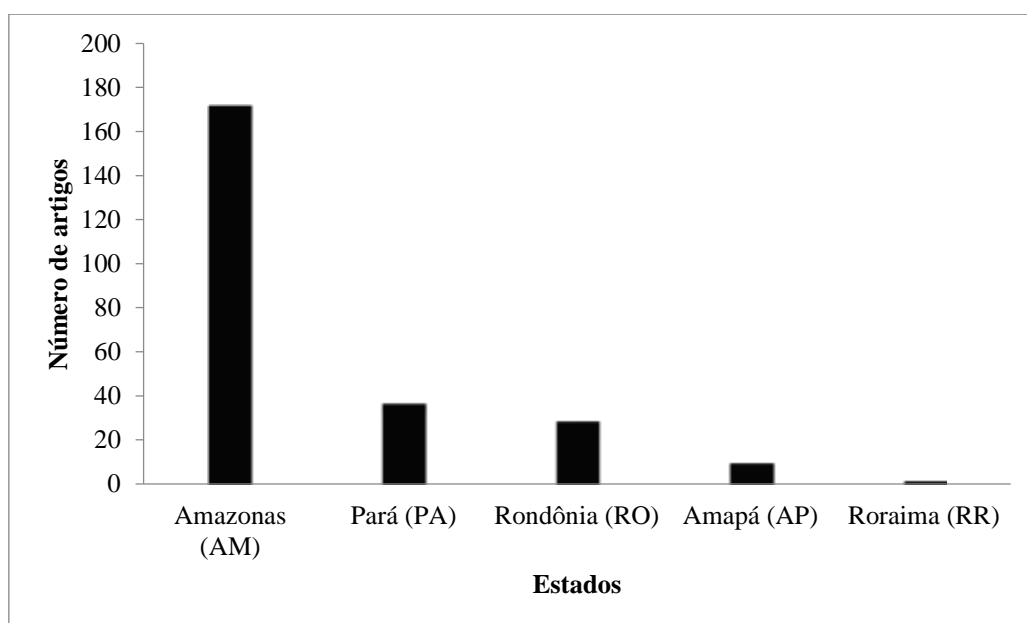


Figura 2- Número de artigos publicados em estados brasileiros da bacia Amazônica.

A coleta dos peixes foram realizadas tanto em ambientes naturais (87,52%) como em cultivo (12,42%). Entre as pesquisas realizadas em ambiente natural, os rios são mais estudados (65,79%), sendo prevalecente o rio Amazonas, em seguida aparecem os lagos (34,21%), sendo predominante o lago Janauacá, localizado no estado do Amazonas (Figura 3). Alguns artigos não especificaram os locais de coleta, citando apenas nomes de cidades, estados ou Amazônia como um todo, por isso, foram agrupados em outros.

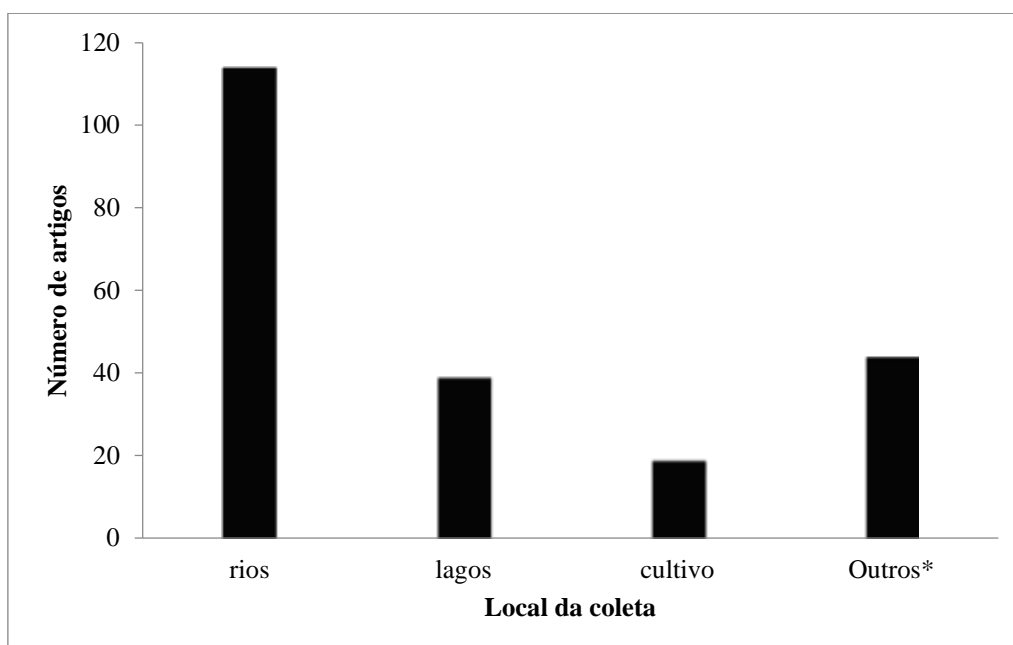


Figura 3- Número de artigos publicados em relação ao local de coleta dos peixes. *publicações em que não foi especificado o local da coleta.

As famílias de peixes mais estudadas da bacia Amazônica foram Characidae (17%), seguida por Pimelodidae (12%) e Cichlidae (10%), destaca-se que a maior parte dos artigos publicados englobam outras famílias que foram agrupados em Outros* (Figura 4).

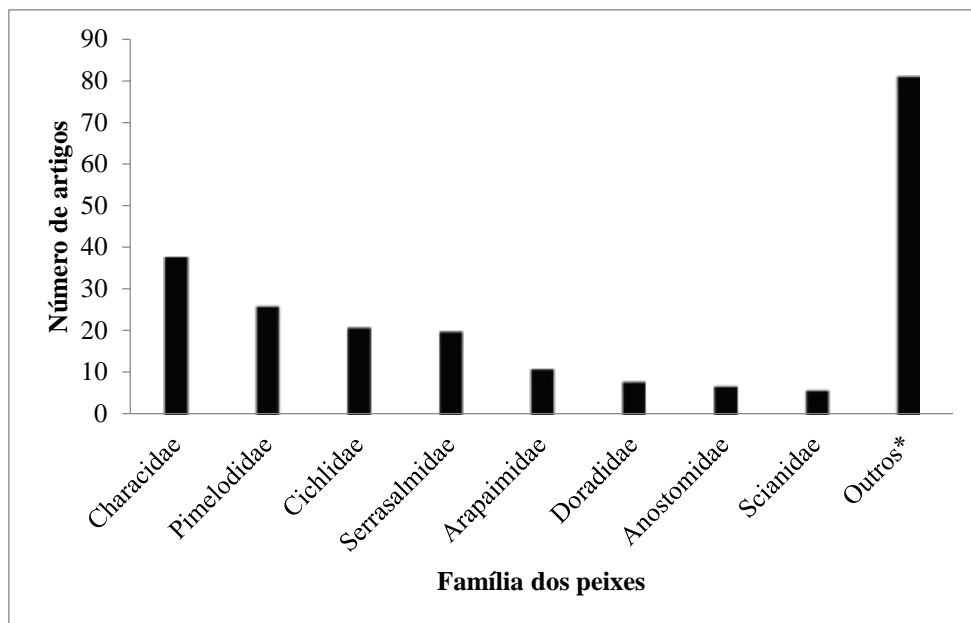


Figura 4- Número de artigos publicados em relação a família dos peixes coletados na bacia Amazônica. *refere-se as famílias dos peixes que apareceram em menos de 6 publicações.

É importante destacar a presença de Crustacea (28%) como o grupo com maior número de artigos publicados, seguido pela fauna de parasitos (artigos que envolveram mais de um grupo de parasito) (15%) e Myxozoa (14%) (Figura 5).

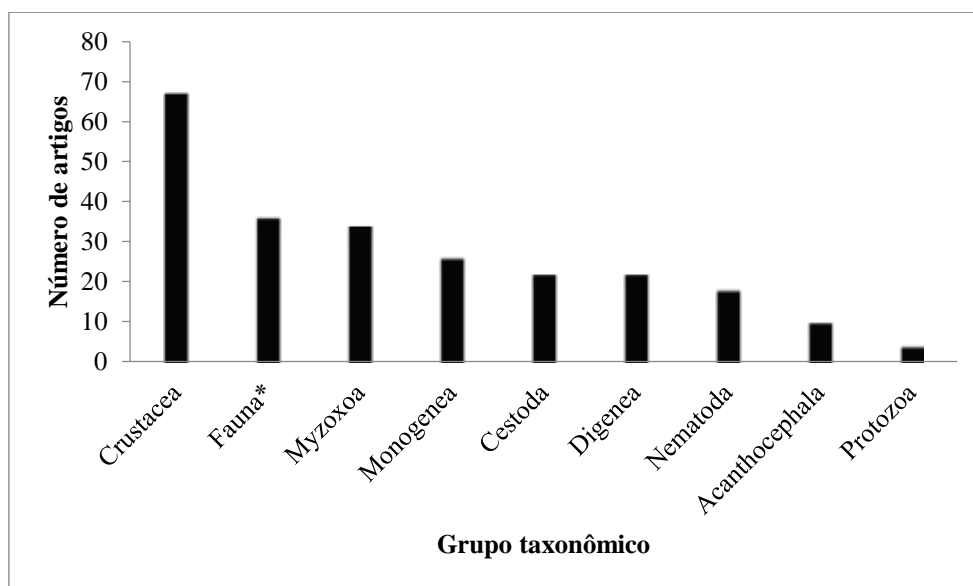


Figura 5- Número de publicações por grupo de parasitos abordado nos artigos. *Artigos que possuem mais de um grupo de parasito.

O assunto mais abordado nos artigos foi taxonomia, envolvendo descrição de novas espécies e revisões taxonômicas (69%), seguido por ecologia (15%) e patologia (8%) (Figura 6).

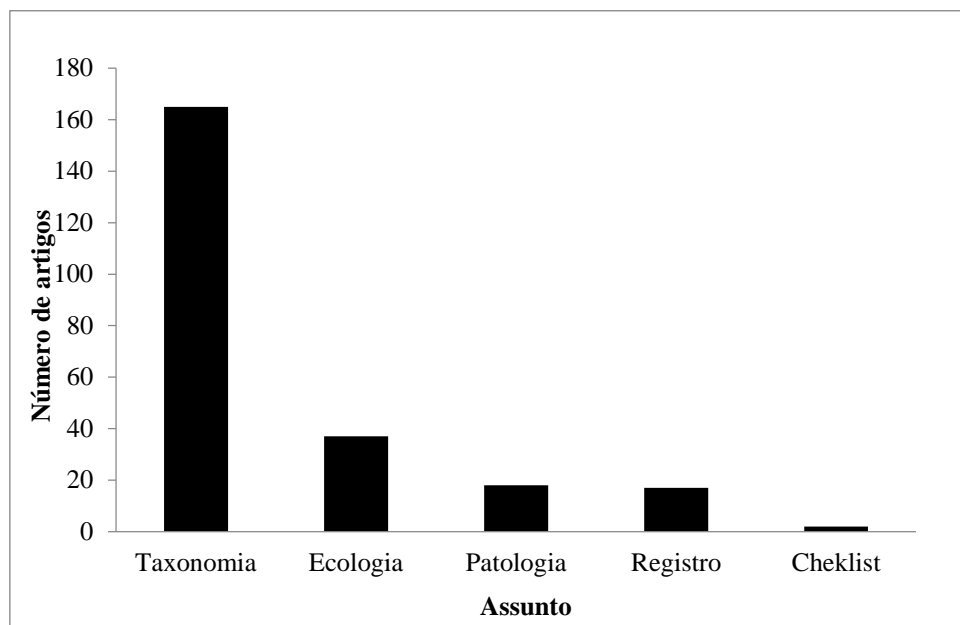


Figura 6- Número de publicações por assunto abordado nos artigos científicos.

Do total de artigos encontrados nesta pesquisa, 51 se encontram publicados no periódico *Acta Amazonica*, vindo, a seguir, os periódicos *Amazoniana* (26), *Systematic Parasitology* (13) e *Brazilian Journal of Biology* (10) (antiga Revista Brasileira de Biologia). Em Outros agrupou-se os periódicos que possuíam menos de 5 artigos publicados na área (Figura7).

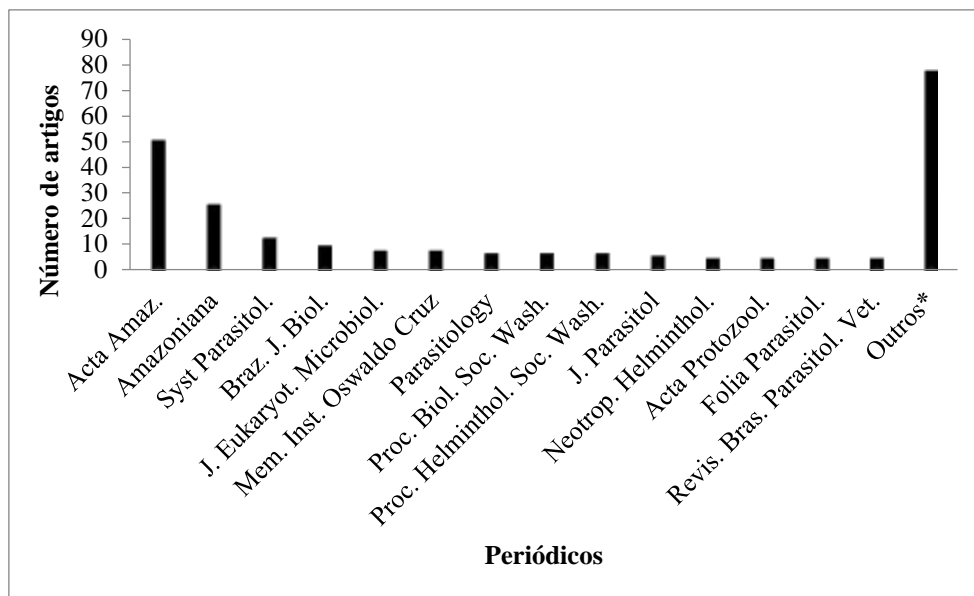


Figura 7- Número de artigos publicados na área de icti-parasitologia nos principais periódicos especializados. *Periódicos com menos de 5 artigos publicados.

Conforme a Figura 8, a maioria dos artigos foi publicada em revistas com Qualis B2 e B1, representando mais de 50% da produção total, sendo que apenas 11% das publicações encontram-se em periódicos de alto nível científico (A1 e A2).

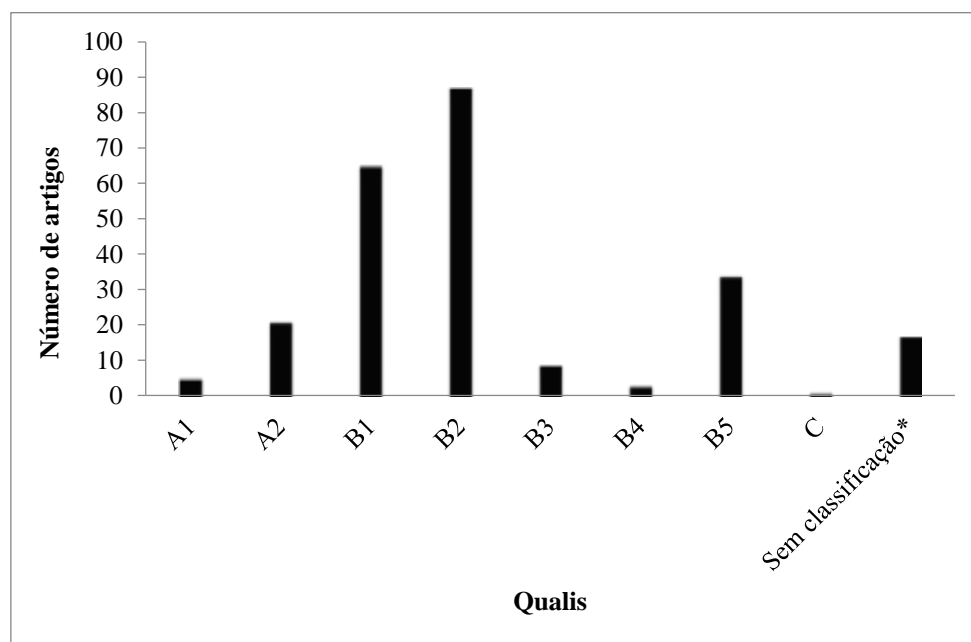


Figura 8- Números de artigos e o Qualis dos Periódicos (área Biodiversidade). *periódicos não classificados na área.

Em relação ao fator de impacto do artigo publicado verifica-se que grande parte dos artigos (34%) encontra-se publicado sem periódicos sem valor, seguido por revistas com fatores variando de 0,1 a 0,56 (17%) e 0,97 a 1,36 (16%) (Figura 9).

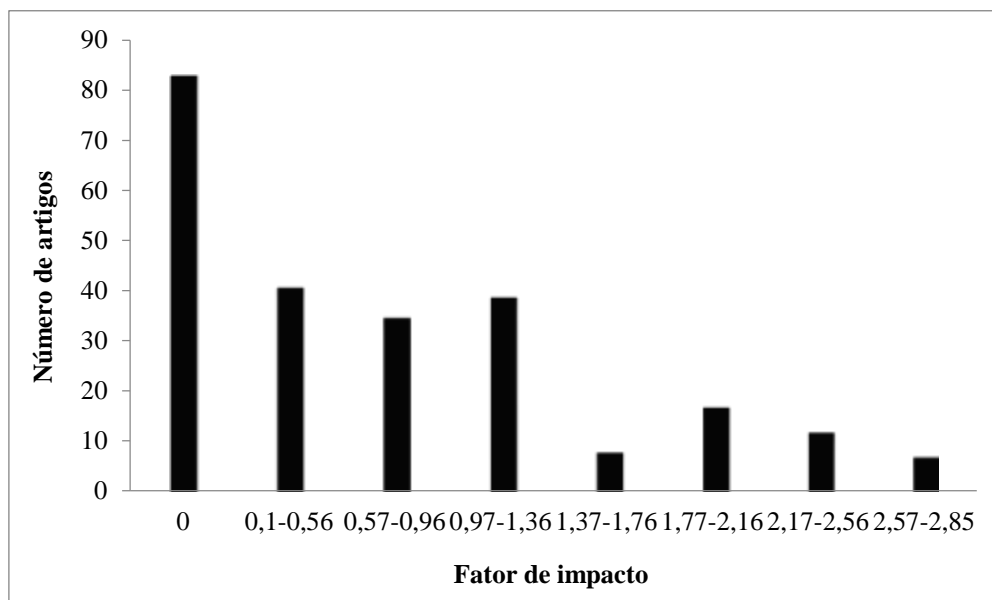


Figura 9- Números de artigos publicados em relação ao fator de impacto dos Periódicos.

DISCUSSÃO

O pioneiro nas pesquisas de parasitologia de peixes da bacia Amazônica foi Woodland, publicando nove artigos até 1934. Após isso, houve uma queda nos estudos voltando a ocorrer aumentos significativos somente a partir do final da década de 70.

Esse crescimento ocorreu pois, atualmente, existe um consenso sobre a necessidade e importância de se estudar efetivamente os peixes, já que representam um recurso natural precioso para a região, que possui a mais diversificada ictiofauna de água doce do mundo. Além disso, a pesca de água doce é uma das atividades mais tradicionais da Amazônia, desempenhando um papel importante na economia e no processo de ocupação humana (Santos e Ferreira 1999). A importância dos peixes está aliada à necessidade de conhecer a biodiversidade dos parasitos desses animais.

Entretanto, o número de artigos sobre parasitos ainda é muito menor em relação aos peixes, onde as estimativas para a diversidade de peixes da região variam entre 1.500 e 5.000 espécies, a quantidade de pesquisas feitas com seus parasitos não alcança $\frac{1}{4}$ das espécies.

Essa bacia abrange sete estados brasileiros: Acre, Amazonas, Roraima, Rondônia, Mato Grosso, Pará e Amapá. O estado mais estudado foi o Amazonas, provavelmente por ser o maior território do Brasil, com uma área de 1.570.745,680 km², onde encontra-se a maior parte da bacia Amazônica brasileira. Mato Grosso foi considerado como Complexo do Pantanal, por isso não aparece nos levantamentos.

O número de artigos sobre parasitismo em aquicultura ainda é baixo em relação aos de parasitologia de peixes em ambientes naturais. Isso pode ser devido ao fato de que o cultivo de peixes no Brasil ainda é uma atividade recente, começando na década de 1960 (Agostinho *et al.* 2007). Como consequência, os estudos relacionados ao tema tiveram início na região apenas em 1999, sendo ainda incipiente.

Quando comparado ao restante das regiões do Brasil, o número de pesquisas nessa área também é pequeno, a maior quantidade de pesquisas em piscicultura está concentrada nas regiões sul e sudeste, com 84% da produção bibliográfica total (Ueda *et al.* 2013). Porém, não há dúvidas que a longo prazo a piscicultura poderá ser uma alternativa viável para produção de peixes, já que alguns fatores que influenciam a mesma como aumento populacional, maior demanda por alimento e degradação dos ambientes naturais vêm ocorrendo (Santos e Ferreira 1999).

A ictiofauna da Amazônia possui representantes de quase todos os grupos de peixes de água doce, sendo Characiformes, Siluriformes e Perciformes com maior número de espécies (Val e de Almeida-Val 1995). Os peixes mais pesquisados, além de

fazerem parte dos grupos que possuem maior quantidade de espécies da região, também são de grande importância econômica em razão do consumo per capita de pescado na Amazônia Central ser o maior do Brasil e um dos maiores do mundo. Smith (1979) observou que o consumo médio em Itacotiara, município do Amazonas, é de 194g/pessoa/dia, enquanto em Manaus o consumo diário de 105g (Giuliano *et al.* 1978). Em países como Japão e Noruega, com grande tradição na pesca, o consumo diário per capita é de 200 e 155g, respectivamente (Santos e Ferreira 1999).

O grupo mais estudado foi Crustácea, pois pesquisadores da bacia Amazônica, como V. E. Thatcher e J. C. O. Malta, são especialistas nessa área. Como a maioria dos peixes apresenta mais de um grupo de parasito, a fauna (artigos com mais de um grupo de parasito) aparece em seguida. Além disso, esse tipo de análise em parasitologia de peixes vem crescendo atualmente nas pesquisas. A primeira foi realizada por F. L. Travassos em 1964, no entanto, 88,9% dos artigos produzidos sobre fauna parasitária foram publicados desde o início do século XXI.

Devido à grande biodiversidade da bacia Amazônica, o assunto mais abordado foi de cunho taxonômico, que também é de fundamental importância para o desenvolvimento de qualquer tipo de pesquisas biológicas. Descrições de espécies são absolutamente necessárias quando se exploram novas áreas. Quanto mais ambientes inéditos forem estudados, maior a probabilidade de se encontrar espécies ainda não descritas pela ciência, tanto no que se refere aos peixes como em relação a seus parasitos.

Além da taxonomia, a ecologia vem despertando bastante interesse, pois o sistema parasito-hospedeiro representa um modelo bastante peculiar das relações

ecológicas, necessitando de um esforço maior para seu perfeito entendimento (Dogiel 1970).

O INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia) tem uma grande importância para que estudos científicos da região amazônica sejam desenvolvidos. Por isso, revistas como *Acta Amazonica*, que divulga artigos originais sobre temas relativos a Amazônia, é a publicação científica oficial desse Instituto, logo, aparece com a maioria dos artigos publicados na mesma. Esse periódico apresenta classificação B2 para biodiversidade, por isso a maioria dos artigos está publicado nessa categoria. O periódico *Amazoniana*, publicado pelo Max Planck Institute for evolutionary biology, também é especializado na região e de grande importância científica, apresentando classificação B5 pelo qualis e fator de impacto de 0,23.

O grande número de artigos publicados em periódicos nacionais e com baixo ou nenhum fator de impacto pode ser explicado pela ausência de preocupação dos antigos pesquisadores com esses índices de avaliação, já que apenas recentemente a CAPES e o CNPq passaram a considerá-los nos processos de avaliação da produção científica brasileira. Ademais o objetivo dos pesquisadores era a divulgação dos resultados de suas pesquisas em revistas acessíveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, estudos cienciométricos como este devem ser estimulados. Além de apresentarem um retrato atual das pesquisas relacionadas à parasitologia de peixes da bacia Amazônica no Brasil, mostram a necessidade de esforços substantivos para realização de mais pesquisas na área, já que a região apresenta grande biodiversidade e a mesma encontra-se ainda imperfeitamente conhecida. Ainda, com o avanço da

tecnologia dos instrumentos que auxiliam a pesquisa, como por exemplo microscópio e a biologia molecular, pode-se observar que ocorreu uma melhora na produção dos artigos científicos, com descrição taxonômica detalhada e metodologias sofisticadas.

REFERÊNCIAS

- Agostinho, A.A.; Gomes L.C.; Pelicice F.M. 2007. *Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil*. Editora UEM, Maringá, 275p.
- Chambrier, A.; Scholz, T. 2014. Taxonomic status of Woodland's enigmatic tapeworms (Cestoda: Proteocephalidea) from Amazonian catfishes: back to museum collections. *Systematic Parasitology*, 87:1–19.
- Dogiel, V.A. 1970. Ecology of the parasites of freshwater fishes. In: Dogiel, V.A.; Petrushevski, G.K. & Polyansky, Y.I. (Ed.). *Parasitology of Fishes*. T.F.H. Publications, Hong Kong, p. 1-47.
- Eiras, J.C.; Takemoto, R.M.; Pavanelli G.C. 2010. *Diversidade dos parasitas de peixes de água doce do Brasil*. Clichetec, Maringá, 333p.
- Gery, J. 1984. The fishes of Amazonia. In: Sioli, H. (Ed.). *The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Dr W Junk Publishers, Dordrecht, p. 353-370.
- Giuliano, R.; Shrimpton, R.; Arkcoll, D.B.; Giugliano, L.G.; Petrere, M. 1978. Diagnóstico da realidade alimentar e nutricional do estado do Amazonas. *Acta Amazonica*, 8:7-21.
- Goulding, M. 1980. *The fishes and the forest: Explorations in Amazonian Natural History*. University of California Press, California, 280p.
- Goulding, M.; Carvalho M.L.; Ferreira E.G. 1988. *River Negro: rich life in poor water: Amazonian diversity and foodchain ecology as seen through fish communities*. SPB Academic Publishing. The Hague, 200p.
- Inpa, 1952. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (<https://www.inpa.gov.br/>). Acesso em 01/03/2014.
- Santos, G.M.; Ferreira, E.J.G. 1999. Peixes da bacia amazônica. In: R.H. Lowe-McConnell (Ed.). *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. Edusp, São Paulo, p. 345-373.
- Sioli, H. 1984. The Amazon and its affluents: hydrography, morphology of the river courses, and river types. In: Sioli, H. (Ed.). *The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Dr W Junk Publishers, Dordrecht, p. 127-165.
- Smith, N.J.H. 1979. *A pesca no rio Amazonas*. INPA, Manaus, 154p.

- Ueda, B.H.; Karling, L.C.; Takemoto, R.M.; Pavanelli, G.C. 2013. Parasites of the freshwater fish trade in Brazil: science metric study. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 33:851-854.
- Val, A.L.; de Almeida-Val, V.M.F. 1995. *Fishes of the Amazon and their environment Physiological and Biochemical Aspect*. Springer, New York, volume 32, 224p.

ANEXO 1

Acta Amazonica

ISSN 0044-5967 *versão impressa*

Instruções aos autores

Como parte do processo de submissão, os autores devem verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. Submissões que não estejam de acordo com as normas são devolvidas aos autores.

1. O tamanho máximo de um arquivo individual deve ser 2 MB.
2. O manuscrito deve ser acompanhado de uma carta de submissão indicando que: a) os dados contidos no trabalho são originais e precisos; b) que todos os autores participaram do trabalho de forma substancial e estão preparados para assumir responsabilidade pública pelo seu conteúdo; c) a contribuição apresentada à Revista não foi previamente publicada e nem está em processo de publicação, no todo ou em parte em outro veículo de divulgação. A carta de submissão deve ser carregada no sistema da Acta Amazonica como "documento suplementar".
3. Os manuscritos são aceitos em português, espanhol e inglês, mas encorajam-se contribuições em inglês. A veracidade das informações contidas numa submissão é de responsabilidade exclusiva dos autores.
4. A extensão máxima para artigos e revisões é de 30 páginas (ou 7500 palavras, excluindo a folha de rosto), dez páginas (2500 palavras) para Notas Científicas e cinco páginas para outros tipos de contribuições.
5. Os manuscritos formatados conforme as Instruções aos Autores são enviados aos editores associados para pré-avaliação. Neste primeiro julgamento são levados em consideração a relevância científica, a inteligibilidade do manuscrito e o escopo no contexto amazônico. Nesta fase, contribuições fora do escopo da Revista ou de pouca relevância científica são rejeitadas. Manuscritos aprovados na pré-avaliação são enviados para revisores (pelo menos dois), especialistas de instituições diferentes daquelas dos autores, para uma análise mais detalhada.
6. Uma contribuição pode ser considerada para publicação, se tiver recebido pelo menos dois pareceres favoráveis no processo de avaliação. A aprovação dos manuscritos está fundamentada no conteúdo científico e na sua apresentação conforme as Normas da Revista.
7. Os manuscritos que necessitam correções são encaminhados aos autores para revisão. A versão corrigida deve ser encaminhada ao Editor, via sistema da Revista, no prazo de DUAS semanas. Uma carta de encaminhamento deve ser também carregada no sistema da Revista, detalhando as correções efetuadas. Nessa carta, recomendações não incorporadas ao manuscrito devem ser explicadas. Todo o processo de avaliação pode ser acompanhado no endereço, <http://mc04.manuscriptcentral.com/aa-scielo>.
8. Seguir estas instruções para preparar e carregar o manuscrito:
 - a. Folha de rosto (Title page): Esta página deve conter o título, nomes (com último sobrenome em maiúscula), endereços institucionais completos e endereços eletrônicos dos autores. Os nomes das instituições não devem ser abreviados. Usar um asterisco (*) para indicar o autor correspondente.
Carregar este arquivo selecionando a opção: "Title page"
 - b. Corpo do manuscrito (main document). O corpo do manuscrito deve ser organizado da seguinte forma: Título, Resumo, Palavras-Chave, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Agradecimentos, Bibliografia Citada, Legendas de figuras e Tabelas. Para submissões em português ou espanhol incluir: título, resumo e palavras-chave em inglês.
Carregar este arquivo como "Main document".
 - c. Figuras. São limitadas a sete em artigos. Cada figura deve ser carregada em arquivo separado e estar em formato gráfico (JPG ou TIFF). Deve ser em alta qualidade e com resolução de 300 dpi. Para ilustrações em bitmap, utilizar 600 dpi.
Carregar cada um destes arquivos como "Figure".
 - d. Tabelas. São permitidas até cinco tabelas por artigo. Utilizar espaço simples e a função "tabela" para digitar a tabela. As tabelas podem ser carregadas como arquivos separados OU inseridas no corpo do manuscrito (main document) após as legendas das figuras.
9. As Notas Científicas são redigidas separando os tópicos (i.e. Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão) em parágrafos, mas sem incluir os títulos das seções. Notas Científicas, como no caso do artigo, também devem conter: Título, Nomes e endereços institucionais e eletrônicos dos autores, Resumo, Palavras-Chave e os tópicos do artigo completo incluindo título em inglês, abstract e keywords. São permitidas até três

figuras e duas tabelas. Carregar as diferentes partes do manuscrito como descrito no Item 8.

10. Nomes dos autores e endereço institucional completo, incluindo endereço electrónico DEVEM ser cadastrados no sistema da Revista no ato da submissão.

11. **IMPORTANTE:** Os manuscritos não formatados conforme as Normas da Revista **NÃO** são aceitos para publicação.

FORMATO E ESTILO

12. Os manuscritos devem ser preparados usando editor de texto (e.g. doc ou docx), utilizando fonte "Times New Roman", tamanho 12 pt, espaçamento duplo, com margens de 3 cm. As páginas e as linhas devem ser numeradas de forma contínua. Para tabelas ver Item 8d.

13. Título. Justificado à esquerda, com a primeira letra maiúscula. O título deve ser conciso evitando-se o uso de nomes científicos.

14. Resumo. Deve conter até 250 palavras (150 palavras no caso de Notas Científicas), deve conter de forma sucinta, o objetivo, a metodologia, os resultados e as conclusões enfatizando aspectos importantes do estudo. O resumo deve ser autossuficiente para a sua compreensão. Os nomes científicos das espécies e demais termos em latim devem ser escritos em itálico. Siglas devem ser evitadas nesta seção; porém, se necessárias, o significado deve ser incluído. Não utilizar referências bibliográficas no resumo.

15. Palavras-chave. Devem ser em número de três a cinco. Cada palavra-chave pode conter dois ou mais termos. Porém, não devem ser repetidas palavras utilizadas no título.

16. Introdução. Enfatizar o propósito do trabalho e fornecer, de forma sucinta, o estado do conhecimento sobre o tema em estudo. Especificar claramente os objetivos ou hipóteses a serem testados. Esta seção não deve exceder de 35 linhas. Não incluir resultados ou conclusões e não utilizar subtítulos na Introdução.

17. Material e Métodos. Esta seção deve ser organizada cronologicamente e explicar os procedimentos realizados, de tal modo que outros pesquisadores possam repetir o estudo. O procedimento estatístico utilizado deve ser descrito nesta seção. O tipo de análise estatística aplicada aos dados deve ser descrita. Procedimentos-padrão devem ser apenas referenciados. As unidades de medidas e as suas abreviações devem seguir o Sistema Internacional e, quando necessário, deve constar uma lista com as abreviaturas utilizadas. Equipamento específico utilizado no estudo deve ser descrito (modelo, fabricante, cidade e país de fabricação, entre parênteses). Por exemplo: "A fotossíntese foi determinada usando um sistema portátil de trocas gasosas (Li-6400, Li-Cor, Lincoln, NE, USA)". Material testemunho (amostra para referência futura) deve ser depositado em uma ou mais coleções científicas e informado no manuscrito. **NÃO** utilizar sub-títulos nesta seção. Utilizar negrito, porém não itálico ou letras maiúsculas para os subtítulos.

18. Aspectos éticos e legais. Para estudos que exigem autorizações especiais (e.g. Comitê de Ética/Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP, IBAMA, CNTBio, INCRA/FUNAI, EIA/RIMA, outros) informar o número do protocolo e a data de aprovação. É responsabilidade dos autores o cumprimento da legislação específica relacionada a estes aspectos.

19. Resultados. Os resultados devem apresentar os dados obtidos com o mínimo julgamento pessoal. Não repetir no texto toda a informação contida em tabelas e figuras. Algarismos devem estar separados de unidades. Por exemplo, 60 °C e **NÃO** 60° C, exceto para percentagem (e.g., 5% e **NÃO** 5 %). Utilizar unidades e símbolos do Sistema Internacional e simbologia exponencial. Por exemplo, cmol kg⁻¹ em vez de meq/100g. Não apresentar a mesma informação (dados) em tabelas e figuras simultaneamente. Não utilizar sub-subtítulos nesta seção.

20. Discussão. A discussão deve ter como alvo os resultados obtidos. Evitar mera especulação. Entretanto, hipóteses bem fundamentadas podem ser incorporadas. Apenas referências relevantes devem ser incluídas. As conclusões devem conter uma interpretação sucinta dos resultados e uma mensagem final que destaque as implicações científicas do trabalho. As conclusões podem ser apresentadas como um tópico separado ou incluídas no final da seção Discussão.

21. Agradecimentos devem ser breves e concisos. **Incluir agência(s)** de fomento. **NÃO** abreviar nomes de instituições.

22. Bibliografia Citada. Pelo menos 70% das referências devem ser artigos de periódicos científicos. As referências devem ser preferencialmente dos últimos 10 anos, evitando-se exceder 40 citações. Esta seção deve ser organizada em ordem alfabética e deve incluir apenas citações mencionadas no manuscrito. Para referências com mais de dez autores, relacionar os seis primeiros seguido de *et al.* Nesta seção, o título do periódico **NÃO** deve ser abreviado. Observar os exemplos abaixo:

a) Artigos de periódicos:

Walker, I. 2009. Omnivory and resource - sharing in nutrient - deficient Rio Negro waters: Stabilization of biodiversity? *Acta Amazonica*, 39: 617-626.

Alvarenga, L.D.P.; Lisboa, R.C.L. 2009. Contribuição para o conhecimento da taxonomia, ecologia e fitogeografia de briófitas da Amazônia Oriental. *Acta Amazonica*, 39: 495-504.

b) Dissertações e teses:

Ribeiro, M.C.L.B. 1983. *As migrações dos jaraquis (Pisces: Prochilodontidae) no rio Negro, Amazonas, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 192p.

c) Livros:

Steel, R.G.D.; Torrie, J.H. 1980. *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. 2da ed. McGraw-Hill, New York, 1980, 633p.

d) Capítulos de livros:

Absy, M.L. 1993. Mudanças da vegetação e clima da Amazônia durante o Quaternário. In: Ferreira, E.J.G.; Santos, G.M.; Leão, E.L.M.; Oliveira, L.A. (Ed.). *Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia*. v.2. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, p.3-10.

e) Citação de fonte eletrônica:

CPTEC, 1999. Climanalise, 14: 1-2 (www.cptec.inpe.br/products/climanalise). Acesso em 19/05/1999.

f) Citações com mais de dez autores:

Tseng, Y.-H.; Kokkotou, E.; Schulz, T.J.; Huang, T.L.; Winnay, J.N.; Taniguchi, C.M.; *et al.* 2008. New role of bone morphogenetic protein 7 in brown adipogenesis and energy expenditure. *Nature*, 454:1000-1004.

23. Citações de referências no texto. As referências devem seguir ordem cronológica. Para duas ou mais referências do mesmo ano citar conforme a ordem alfabética. Exemplos:

a) Um autor:

Pereira (1995) ou (Pereira 1995).

b) Dois autores:

Oliveira e Souza (2003) ou (Oliveira e Souza 2003).

c) Três ou mais autores:

Rezende *et al.* (2002) ou (Rezende *et al.* 2002).

d) Citações de anos diferentes (ordem cronológica):

Silva (1991), Castro (1998) e Alves (2010) ou (Silva 1991; Castro 1998; Alves 2010).

e) Citações no mesmo ano (ordem alfabética):

Ferreira *et al.* (2001) e Fonseca *et al.* (2001); ou (Ferreira *et al.* 2001; Fonseca *et al.* 2001).

FIGURAS

24. Fotografias, desenhos e gráficos devem ser de alta resolução, em preto e branco com alto contraste, numerados sequencialmente em algarismos arábicos. NÃO usar tonalidades de cinza em gráficos de dispersão (linhas ou símbolos) ou gráficos de barra. Em gráfico de dispersão usar símbolos abertos ou sólidos (círculos, quadrados, triângulos, ou losangos) e linhas em preto (contínuas, pontilhadas ou tracejadas). Para gráfico de barra, usar barras pretas, bordas pretas, barras listradas ou pontilhadas. Na borda da área de plotagem utilizar uma linha contínua e fina, porém NÃO usar uma linha de borda na área do gráfico. Em figuras compostas cada uma das imagens individuais deve ser identificada com uma letra maiúscula posicionada no canto superior direito, dentro da área de plotagem.

25. Evitar legendas desnecessárias na área de plotagem. Nos títulos dos eixos ou na área de plotagem NÃO usar letras muito pequenas (< tamanho 10 pt). Nos eixos usar marcas de escala internas. NÃO usar linhas de grade horizontais ou verticais, exceto em mapas ou ilustrações similares. O significado das siglas utilizadas deve ser descrito na legenda da figura. Cada eixo do gráfico deve ter o seu título e a unidade. Evitar muitas subdivisões nos eixos (cinco a seis seriam suficientes). Em mapas incluir escala e pelo menos um ponto cardeal.

26. As figuras devem ser elaboradas de forma compatível com as dimensões da Revista, ou seja, largura de uma coluna (8 cm) ou de uma página 17 cm e permitir espaço para a legenda. As ilustrações podem ser redimensionadas durante o processo de produção para adequação ao espaço da Revista. Na figura, quando for o caso, a escala deve ser indicada por uma barra (horizontal) e, se necessário, referenciadas na legenda da figura. Por exemplo, barra = 1 mm.

27. Citação de figuras no texto. As figuras devem ser citadas com letra inicial maiúscula, na forma direta ou indireta (entre parêntesis). Por exemplo: Figura 1 ou (Figura 1). Na legenda, a figura deve ser numerada seguida de ponto antes do título. Por exemplo: "Figura 1. Análise...". Definir na legenda o significado de símbolos e siglas usados. Figuras devem ser autoexplicativas.

28. Figuras de outras autorias. Para figuras de outras autorias ou publicadas anteriormente, os autores devem informar explicitamente no manuscrito que a permissão para reprodução foi concedida. Carregar no sistema da Revista (não para revisão), como documento suplementar, o comprovante outorgado pelo detentor dos direitos autorais.

29. Adicionalmente às figuras inseridas no sistema em formato TIFF ou JPG, os gráficos preparados usando Excel ou SigmaPlot podem ser carregados como arquivos suplementares (selecionando a opção Not for review).

30. Ilustrações coloridas. Fotografias e outras ilustrações devem ser preferencialmente em preto e branco.

Ilustrações coloridas são aceitas, mas o custo de impressão é por conta dos autores. Sem custo para os autores, podem ser usadas ilustrações em preto e branco na versão impressa e coloridas na versão eletrônica. Nesse caso, isso deve ser informado na legenda da figura. Por exemplo, adicionando a sentença: "Esta figura é colorida na versão eletrônica". Esta última informação é para os leitores da versão impressa.

31. Os autores podem ser convidados a enviar uma fotografia colorida, para ilustrar a capa da Revista. Nesse caso, não há custos para os autores.

TABELAS

32. As tabelas devem ser organizadas e numeradas sequencialmente com algarismos arábicos. A numeração e o título (legenda) devem estar em posição superior à tabela. A tabela pode ter notas de rodapé. O significado das siglas e dos símbolos utilizados na tabela (cabeçalhos, etc.) devem ser descritos no título. Usar linhas horizontais acima e abaixo da tabela e para separar o cabeçalho do corpo da tabela. Não usar linhas verticais.

33. As tabelas devem ser elaboradas em editor de texto (e.g. doc ou docx) e não devem ser inseridas no texto como imagem (e.g. no formato JPG).

34. A citação das tabelas no texto pode ser na forma direta ou indireta (entre parêntesis), por extenso, com a letra inicial maiúscula. Por exemplo: Tabela 1 ou (Tabela 1). Na legenda, a tabela deve ser numerada seguida de ponto antes do título: Por exemplo: "Tabela 1. Análise...". Tabelas devem ser autoexplicativas.

INFORMAÇÕES

ADICIONAIS

1. A Acta Amazonica pode efetuar alterações de formatação e correções gramaticais no manuscrito para ajustá-lo ao padrão editorial e linguístico. As provas finais são enviadas aos autores para a verificação. Nesta fase, apenas os erros tipográficos e ortográficos podem ser corrigidos. Nessa etapa, NENHUMA alteração de conteúdo pode ser feita no manuscrito. Se isso for necessário o manuscrito deve retornar ao processo de avaliação.

2. A Acta Amazonica não cobra taxas para publicação. Informações adicionais podem ser obtidas por e-mail acta@inpa.gov.br. Para informações sobre um determinado manuscrito, deve-se fornecer o número de submissão.

3. As assinaturas da Acta Amazonica podem ser pagas com cheque ou vale postal. Para o exterior, a assinatura institucional custa US\$ 100,00 e a assinatura individual US\$ 75,00. Para contato: acta@inpa.gov.br. Tel.: (55 92) 3643-3643 ou fax: (55 92) 3643-3029.

CAPÍTULO 2

Aspectos ecológicos da fauna endoparasitária da corvina, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), nos rios Madeira e Negro, da bacia Amazônica, Brasil

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

Aspectos ecológicos da fauna endoparasitária da corvina, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), nos rios Madeira e Negro, da bacia Amazônica, Brasil

Resumo

Diferenças geológicas e geomorfológicas na região da nascente dos corpos d'água determinam os tipos de água existentes nos rios amazônicos. Por essas características, o rio Madeira é considerado de águas brancas, enquanto o rio Negro de águas pretas. Já as comunidades parasitárias de uma mesma espécie hospedeira podem não se comportar da mesma forma em diferentes localidades, podendo haver diferentes graus de similaridade de parasitos entre locais distintos dentro de uma determinada área geográfica e dentro de um mesmo ecossistema. Ao analisar a fauna parasitária de 61 espécimes de *Plagioscion squamosissimus* coletados em diferentes pontos dos rios Madeira e Negro, região em que esse peixe é nativo, foram registrados 14.467 espécimes de parasitos, sendo, 10.332 espécimes do rio Negro (71,42%) e 4.135 do rio Madeira (28,58%), pertencentes a dois grupos taxonômicos: Nematoda (todos em estágio larval) e Acanthocephala (todos na forma adulta). No rio Madeira foi observado correlação negativa e significativa entre o comprimento total dos hospedeiros e a abundância de *Neoechinorhynchus veropesoi*. A abundância e a prevalência dessa espécie foram diferentes entre machos e fêmeas, sendo os machos mais parasitados que as fêmeas. Além disso, foi possível verificar diferenças nos índices de diversidade entre os rios, onde o rio Madeira apresentou ter diversidade e equitabilidade significativamente maior que o Negro. Isso mostra que apesar da grande similaridade encontrada entre as espécies dos rios (81,81%), fatores bióticos e abióticos podem alterar a diversidade de espécies de parasitos presentes em um hospedeiro e conseqüentemente sua dominância.

Palavras-chave: diversidade, água doce, endoparasitos, ecologia, Perciformes.

Ecological aspects of endoparasite fauna of corvina, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), in Madeira and Negro rivers, the Amazon Basin, Brazil

Abstract

Geological and geomorphological differences in the source region of water bodies determine the types of water in the Amazon rivers. For these characteristics, the Madeira River is considered white water, while the Negro river has blackwater. Have the parasite communities of the same host species may not behave the same way in different locations, and there may be different degrees of similarity between parasites distinct locations within a given geographical and within the same ecosystem area. By analyzing the parasitic fauna of 61 specimens *Plagioscion squamosissimus* collected at different points of the Madeira and Negro rivers, the region in which this fish is native, there were 14,467 specimens of parasites being 10,332 specimens of the Negro River (71.42%) and 4,135 of the Madeira River (28.58%), belonging to two taxonomic groups: Nematoda (all larval) and Acanthocephala (all in adult form). In Madeirarivera negative correlation was observed between the total length of hosts and the abundance of *Neoechinorhynchus veropesoi*. The prevalence and abundance of this species were different between males and females, being the most infected males than females. Furthermore, we observed differences in diversity indices between the rivers, where the Madeira River have showed significantly higher diversity and evenness than the Negro. This shows that despite the great similarity found between species of rivers (81.81%), biotic and abiotic factors can alter the species diversity of parasites present in a host, and consequently its dominance.

Keywords: diversity, freshwater, endoparasites, ecology, Perciformes.

Introdução

A bacia Amazônica é formada pelos rios, córregos e demais mananciais que deságuam no rio Amazonas, abrangendo os estados brasileiros do Acre, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Mato Grosso e Amapá, além de vários países da América do Sul (Reis *et al.*, 2003).

Diferenças geológicas e geomorfológicas na região da nascente dos corpos d'água determinam os tipos de água existentes nos rios amazônicos. Os rios de águas brancas, como o rio Madeira, de origem Andina e Pré-Andina (Cretáceo), carregam muitos sedimentos originados de processos erosivos das cabeceiras, sendo ricos em nutrientes e sais minerais (Junk, 1989). Os rios de água preta, como o Rio Negro, originam-se em áreas com pouca variação altitudinal e carregam poucos sedimentos, nascem em formações antigas dos maciços pré-cambrianos do Brasil Central e das Guianas, já fortemente erodidas. Porém, a coloração escura nos rios de água preta é ocasionada pela decomposição em ácidos fúlvicos e húmicos do material orgânico produzido pela floresta em terrenos podzólicos (Sioli, 1964).

A região Amazônica compreende uma imensa área de 7,9 milhões de km², abrigando a maior e mais diversa ictiofauna do planeta, com estimativas variando de 1.500 a 6.000 espécies com representantes de praticamente todas as ordens taxonômicas de água doce (Reis *et al.*, 2003).

Merece destaque a espécie endêmica *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Sciaenidae), comumente conhecida como 'corvina', 'pescada-branca' e 'corvina prata'. Embora considerada por Hahn *et al.* (1997) e Stefani & Rocha (2009) como piscívoro, ela também consome uma série de outros alimentos, incluindo muitos insetos aquáticos (Ephemeroptera, Odonata, Trichoptera e Diptera) e plantas. Por outro lado, na região amazônica, peixes constituíam uma pequena fração em sua dieta e crustáceos o item dominante (Goulding & Ferreira, 1984). Essa espécie fornece componentes funcionais básicos na cadeia alimentar (Barthem, 1985), sendo de grande importância econômica para pescadores da região.

Segundo (Lowe-McConnell, 1999) estes peixes evoluíram em ambientes aquáticos que apresentam diferentes características físicas e químicas e que sofrem constantes mudanças sazonais e diárias de condições extremas em consequência do longo processo de evolução da bacia amazônica. Assim, os inúmeros processos fisiológicos, bioquímicos e comportamentais se mostraram fundamentais para a sobrevivência dos peixes a estas oscilações cíclicas.

As oscilações do fluxo hidrológico causam alterações na dinâmica populacional na maioria dos seres que ali habitam, sendo que as flutuações da fauna autóctone, principalmente

nas faunas malacológicas e ictiológicas, terão reflexos diretos na estrutura e composição das espécies de parasitos e, conseqüentemente, em seu ciclo de vida, já que tais organismos atuarão como hospedeiros intermediários e/ou definitivos para a fauna parasitária (Pavanelli *et al.*, 1997).

Apesar de importante do ponto de vista comercial ainda há poucos registros sobre a fauna parasitária de *P. squamosissimus*. Aqueles existentes, na maioria das vezes, referem-se ao Digenea *Diplostomum* sp. encontrado no olho do peixe (Kohn *et al.*, 1995; Souza, 1998; Martins *et al.*, 1999; 2001; Machado *et al.*, 2005). Outros autores amostraram a fauna endoparasitária em geral desse hospedeiro, destacando-se Thatcher (1980), Martins *et al.* (2000), Tavares *et al.* (2007), Lacerda *et al.* (2012) e Melo *et al.* (2013).

Em relação aos dados sobre a fauna parasitária desse peixe na região, praticamente não há informações sobre estudos ecológicos. Os poucos artigos existentes fazem menção apenas ao registro de ocorrência de espécies de parasitos (Thatcher, 1979; Thatcher, 1980; Kritsky & Thatcher, 1984; Thatcher, 1986; Boeger & Kritsky, 2009; Lacerda *et al.*, 2012).

O objetivo principal deste trabalho foi estudar a fauna endoparasitária de *P. squamosissimus* dos rios Madeira e Negro da bacia Amazônica, pois é sabido que o parasitismo possui um papel central na sanidade e biologia dos peixes, podendo influenciar a reprodução, o comportamento e padrões de migração dos hospedeiros. Além disso, são fundamentais para a regulação das populações e afetam toda a estrutura da comunidade ictiológica (Gordon & Rau, 1982; Garnick & Margolis, 1990).

Devido a isso, é fundamental a realização de estudos sobre a parasitofauna de peixes em ambientes naturais, pois permite a obtenção de conhecimentos das patologias que acometem os organismos aquáticos e de aspectos relativos ao habitat e à biologia de seus hospedeiros (Luque *et al.*, 1996). Além disso, o conhecimento dos hospedeiros em ambientes naturais são importantes, pois caso esses peixes venham a ser estudados em ambientes confinados, essas informações serão úteis para a definição de medidas profiláticas para evitar o aparecimento desses organismos (Pavanelli *et al.*, 2008).

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

Materiais e Métodos

Área de estudo

Uma das áreas estudadas compreende o rio Madeira (fig. 1), tributário da margem direita do rio Amazonas. Possui aproximadamente 1450 km de extensão, localizado totalmente dentro do território brasileiro, corta a porção sudoeste e noroeste dos estados do Amazonas e Rondônia. Tradicionalmente, o Madeira é um rio largo, rico em espécies de peixes, suas águas servem de transporte e fonte de sustento para grande parte das famílias ribeirinhas da região. Tem nascente na Bolívia, a partir da confluência dos rios Guaporé, Mamoré, Beni e Madre de Dios e é identificado como de água branca devido à grande carga de sedimentos em suspensão (Sioli, 1968). Ao longo do seu curso recebe diversos afluentes (Abunã, Jaci-Paraná, Candeias do Jamari, Machado, Marmelos, Manicoré, Aripuanã, Canumã, Madeirinha e Acará). Suas águas escoam sobre rochas da cordilheira dos Andes, do cráton Amazônico e da bacia do Amazonas e, ao longo das suas margens desenvolvem-se vastas planícies aluviais formadas a partir da deposição de sedimentos carreados pelas águas. A hidroquímica do rio caracteriza-se por valores neutros de pH e alta condutividade (Malm *et al.*, 1990).

O segundo local de estudo é o rio Negro (fig. 1), maior afluente da margem esquerda do rio Amazonas. Drena uma área de aproximadamente 700.000 km² e a extensão total de seu curso é de cerca de 1.700 Km, dos quais, aproximadamente 1.200 Km, corre em território brasileiro. Nasce na serra do Junaí, na Colômbia, onde é chamado de Guainia, e, por todo seu curso, até a confluência com o rio Solimões para formar o rio Amazonas. A bacia do rio Negro tem forma bastante irregular, com uma ramificação para sudeste (no sentido do seu afluente Branco). Sua cor é, em parte, devido à drenagem dos solos ricos em solutos húmicos, provenientes da matéria orgânica em decomposição da floresta (Leenher, 1980). A natureza geológica da área de drenagem conferiu a essas águas, além da cor negra, características físicas e químicas peculiares, entre elas, baixa condutividade, pH ácido, baixo teor de sais minerais, entre eles potássio, sódio, cálcio e magnésio (Leenher & Santos, 1980).

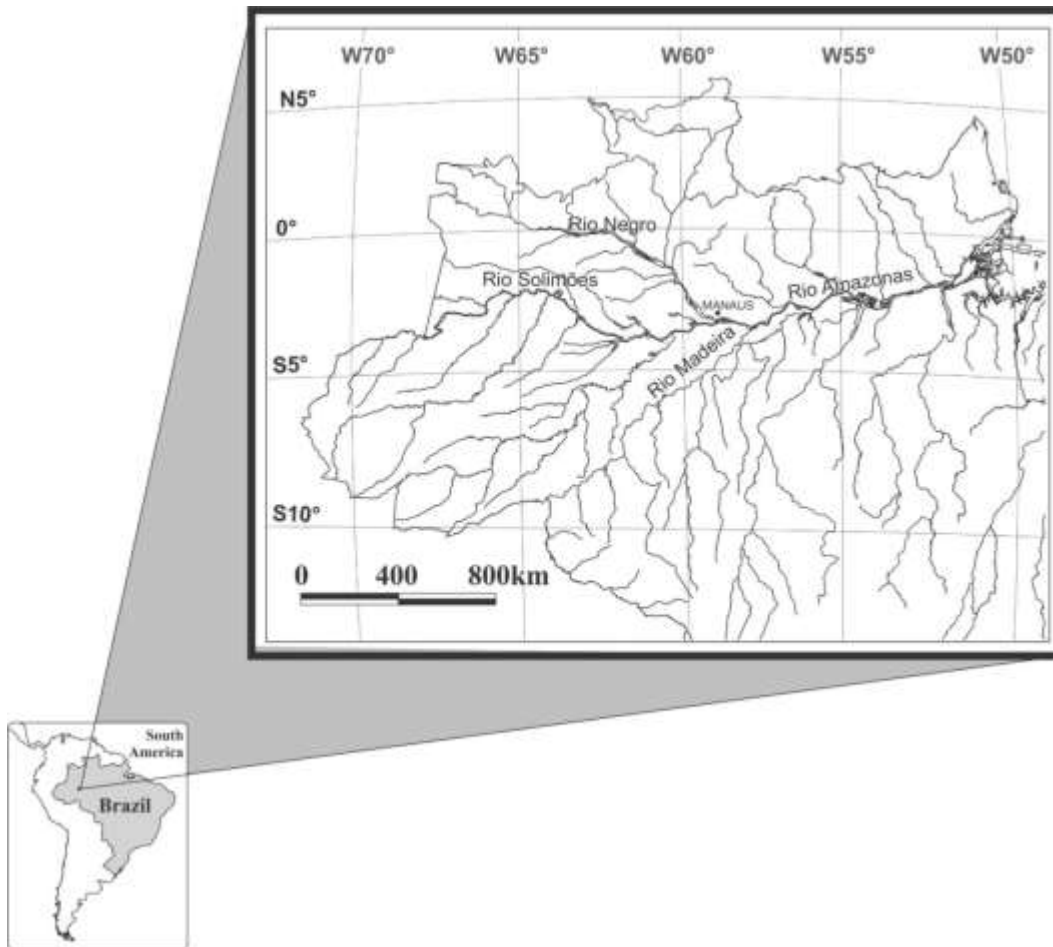


Fig. 10. Área de estudo: rio Madeira e o rio Negro afluentes à margem direita e esquerda do rio Amazonas, respectivamente.

Coleta, fixação e identificação

No total, 61 espécimes de *Plagioscion squamosissimus* (fig. 2) foram necropsiados com o objetivo de estudar a fauna endoparasitária. Esses peixes foram capturados em diferentes pontos do Baixo rio Madeira e Baixo rio Negro, nas proximidades da cidade de Manaus, Amazonas. Desses, 31 espécimes eram do rio Madeira e 30 do rio Negro. A coleta foi realizada em fevereiro de 2012, na bacia Amazônica, quando a mesma encontrava-se na fase de cheia. Os peixes foram transportados ao Laboratório de Aquicultura do INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), registrados o peso total (g), o comprimento total (cm) e sexo de todos os peixes. A seguir retiraram-se os órgãos internos, congelando-os para análises posteriores no Laboratório de Ictioparasitologia da UEM (Universidade Estadual de Maringá).



Fig. 2. *Plagioscion squamosissimus* coletados nos rios Madeira (A) e Negro (B), no estado do Amazonas, Brasil, no mês de fevereiro de 2012.

Posteriormente, no laboratório, o material foi fixado em formol 5% e então a cavidade visceral e cada órgão foram examinados para a coleta dos endoparasitos, em placa de Petri com água, sob estereomicroscópio.

A metodologia de fixação dos endoparasitos foi diferenciada entre os grupos de parasitos seguindo as recomendações de Eiras *et al.* (2006).

A identificação dos endoparasitos seguiu Moravec (1998), Thatcher (2006), Kohn *et al.* (2007) e Eiras *et al.* (2010), além de artigos específicos da área.

Os espécimes vouchers foram depositados na Coleção Ictiológica do INPA, números 37379 (rio Madeira) e 37380 (rio Negro).

Análises estatísticas

Para as espécies de parasitos coletadas foram calculados os índices parasitários e realizadas análises estatísticas com o objetivo de caracterizar a comunidade endoparasitária. A prevalência (P%), intensidade média (IM) e abundância média (AM) de infecção dos parasitos foram obtidas de acordo com Bush *et al.* (1997).

A classificação quanto à distribuição das espécies de endoparasitos na população de *P. squamosissimus* foi calculada por meio do Índice de Dispersão (ID) e do Índice de Green

(IG). O Índice de dispersão foi testado pela estatística d ($d > 1,96 =$ distribuição agregada; $d < -1,96 =$ distribuição uniforme; $d < 1,96 =$ distribuição casual). O grau de agregação foi medido pelo índice de Green, que varia de 0 (ao acaso) a 1 (agregação máxima) (Ludwig & Reynolds, 1988).

A existência de correlação entre o comprimento total dos hospedeiros e a prevalência de infecção de cada espécie de parasito foi testada pelo coeficiente de correlação de Pearson “ r ”, com prévia transformação angular dos dados de prevalência ($\arcsin \sqrt{x}$) e separação das amostras de hospedeiros em intervalos de classes de comprimento total. O coeficiente de correlação “ r_s ” por postos de Spearman foi utilizado para determinar possíveis correlações entre o comprimento total dos hospedeiros e a abundância de infecção de cada espécie de parasito e entre o fator de condição relativo (Kn), também foi utilizado para avaliar possíveis correlações entre a diversidade de espécies (índice de Brillouin) e o comprimento total e Kn do hospedeiro, respectivamente. (Zar, 2010).

O fator de condição relativo (Kn) foi calculado com base no peso (Wt) e comprimento total (Lt) de cada indivíduo hospedeiro. As constantes a e b da relação peso-comprimento foram utilizadas para estimar os valores teoricamente esperados do peso do corpo (We) pela utilização da fórmula $We = a.Lt^b$. Foi calculado, então, o fator de condição relativo (Kn) que corresponde ao quociente entre o peso observado e o peso teoricamente esperado para um dado comprimento, isto é, $Kn = Wo/We$, verificando após se ocorre alguma diferença no bem estar do hospedeiro parasitado e não parasitado (Le Cren 1951).

A prova não-paramétrica de Mann-Whitney (U) com aproximação normal Z foi utilizada para determinar diferenças entre o Kn de indivíduos parasitados e não-parasitados e para determinar a influência do sexo dos hospedeiros na abundância de infecção de cada espécie de parasito (Zar, 2010). O teste U de Mann-Whitney foi utilizado para verificar diferenças na diversidade das infracomunidades de parasitos de hospedeiros machos e fêmeas.

O teste G de loglikelihood, utilizando uma tabela de contingência 2x2, foi utilizado para verificar a influência do sexo dos hospedeiros na prevalência de infecção dos endoparasitos (Zar, 2010).

Os testes mencionados anteriormente foram aplicados somente para as espécies de parasitos com prevalência maior que 10% (Bush *et al.*, 1990), e o nível de significância estatístico adotado foi $p \leq 0,05$.

A diversidade de cada infracomunidade foi calculada por meio do índice de diversidade de Brillouin (H) (Zar, 2010).

O teste *U* de Mann-Whitney foi utilizado para verificar diferenças na diversidade das infracomunidades de parasitos de hospedeiros machos e fêmeas.

A dominância de espécie foi estimada pelo índice de Berger-Parker (Magurran, 2004), onde $d = N \text{ máx.}/N_t$, em que: *N máx.* refere-se ao número máximo de indivíduos da espécie mais abundante e *N_t* representa o número total de indivíduos na amostra.

A similaridade entre as espécies de parasitos que ocorrem nos dois rios estudados (Negro e Madeira) foi determinado por meio do índice de similaridade de Sorenson de acordo com Magurran (2004). Este índice reflete a similaridade entre duas localidades baseando-se no número de espécies de endoparasitos comuns e o número total de espécies em cada área.

$$S = (2C/A + B) \times 100$$

As análises estatísticas foram realizadas utilizando os programas BioEstat 5.0 e Statistic 8.

Resultados

Composição e estrutura da comunidade endoparasitária

Foram analisados 61 espécimes de *P. squamosissimus*, 31 coletados no rio Madeira e 30 no rio Negro. O número total de parasitos encontrados foi de 14.467 espécimes, sendo 10.332 espécimes do rio Negro (71,42%) e 4.135 do rio Madeira (28,58%), pertencentes a dois grupos taxonômicos: Nematoda (larvas) e Acanthocephala (Tabela 1).

No rio Madeira foram identificadas 11 espécies de parasitos, sendo nove na fase larval (Nematoda): Anisakidae gen. sp. Moravec, Prouza et Royero, 1997; *Terranova* sp. Leiper et Atkinson, 1914; *Pseudoterranova* sp. Vidal-Martinez, 2001; *Contracaecum* sp. Tipo 1 Moravec, Kohn et Fernandes, 1993; *Brevimulticaecum* sp. Moravec, Prouza et Royero, 1997; *Procamallanus (Spirocamallanus)* sp. Baylis, 1923 e Olsen, 1952; *Cucullanus* sp. Muller, 1777; *Hysterothylacium* sp. Moravec, Kohn et Fernandes, 1993; *Spinitectus* sp. Fourment, 1883; e duas de Acanthocephala: *Neoechinorhynchus (Neoechinorhynchus) veropesoi* Melo, Costa, Giese, Gardner et Santos, 2013; *Rhadinorhynchus plagioscionis* Thatcher, 1980. Além disso, registraram-se seis espécimes de larvas de Nematoda, coletadas no mesentério e intestino, porém por estarem em estágios iniciais de desenvolvimento não foi possível sua identificação.

Já no rio Negro foram identificadas dez espécies de parasitos, das quais oito são larvas de Nematoda: Anisakidae gen. sp.; *Terranova* sp.; *Pseudoterranova* sp.; *Contracaecum* sp. Tipo 1; *Brevimulticaecum* sp.; *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) sp.; *Cucullanus* sp.; e *Paracamallanus amazonensis* Ferraz et Thatcher, 1992; e duas espécies de Acanthocephala: *N. (N.) veropesoi* e *R. plagioscionis*.

Anisakidae gen. sp., *Pseudoterranova* sp., *Brevimulticaecum* sp., *Cucullanus* sp., *Spinitectus* sp. e *Paracamallanus amazonensis* são novos registros em *P. squamosissimus*.

Em ambos os rios, a maior prevalência foi de larvas de Anisakidae gen. sp., seguida por larvas de *Terranova* sp. No entanto, a maior abundância no rio Madeira foi *Terranova* sp. e no rio Negro foi Anisakidae gen. sp., sendo que a maior parte delas foram encontradas encistadas no mesentério (Tabela 1).

O sítio de infecção dos parasitos diferiu entre os rios. Anisakidae gen. sp. foi encontrado no intestino, mesentério e fígado, no rio Madeira e no rio Negro no mesentério e fígado. Já *Brevimulticaecum* sp. foi encontrado no mesentério e intestino, nos rios Negro e Madeira, respectivamente. *Contracaecum* sp. foi encontrado encistado no mesentério em ambos os rios; também foi detectado no intestino dos peixes do rio Madeira.

Tabela 1. Valores de Prevalência (P%), Intensidade média (IM), Abundância média (AM), Amplitude (AMP) de infecção/infestação e Sítio de infecção da fauna endoparasitária de *Plagioscion squamosissimus* coletados nos rios Negro e Madeira, no estado do Amazonas, Brasil, em fevereiro de 2012.

Grupo Taxonômico	Parasito	Rio Negro					Rio Madeira				
		P(%)	IM	AM	AMP	Sítio de infecção	P(%)	IM	AM	AMP	Sítio de infecção
Nematoda	Anisakidae gen. sp. (larva)	100*	257,6	257,6	24-796	Mesentério Fígado	96,66*	44,13	42,66	2-285	Mesentério Fígado Intestino
	<i>Terranova</i> sp. (larva)	93,33*	63,1	58,9	5-139	Mesentério Fígado	86,66*	73,23	63,46	1-502	Mesentério Fígado
	<i>Pseudoterranova</i> sp. (larva)	76,66*	19,34	14,83	5-109	Mesentério Fígado	6,66	1	0,06	-	Mesentério Fígado
	<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 1 (larva)	3,33	7	0,23	-	Mesentério	13,33*	1,75	0,23	1-2	Mesentério Intestino
	<i>Brevimulticaecum</i> sp. (larva)	3,33	2	0,06	-	Mesentério	3,33	1	0,03	-	Intestino
	<i>Procamallanus</i> (<i>Spirocamallanus</i>) sp. (larva)	3,33	1	0,03	-	Intestino	10*	2,33	0,23	2-3	Intestino
	<i>Cucullanus</i> sp. (larva)	3,33	1	0,03	-	Intestino	3,33	1	0,03	-	Intestino
	<i>Paracamallanus amazonensis</i> (larva)	3,33	2	0,06	-	Intestino	-	-	-	-	
	<i>Hysterothylacium</i> sp. (larva)	-	-	-	-	-	6,66	1,5	0,1	1-2	Intestino
	<i>Spinitectus</i> sp. (larva)	-	-	-	-	-	6,66	1,5	0,1	1-2	Intestino
	Nematoda (larva)	-	-	-	-	-	20*	1,16	0,23	1-2	Mesentério Intestino
Acanthocephala	<i>Neoechinorhynchus</i> (<i>N.</i>) <i>veropesoi</i>	80*	9,04	7,23	1-37	Intestino	60*	50,88	30,53	1-148	Intestino
	<i>R. plagioscionis</i>	63,33*	8,52	5,4	2-28	Intestino	3,33	4	0,13	-	Intestino

*Prevalência (P%) ≥ 10%

Padrão de dispersão e agregação

A comunidade de metazoários endoparasitos de *P. squamosissimus*, apresentou o típico padrão de distribuição agregada, exceto para Nematoda, larva não identificada do rio Madeira, que apresentou distribuição casual, enquanto, *Procamallanus (Spirocamallanus)* sp., no rio Madeira, apresentou o maior grau de agregação. Conforme o índice de Green o grau de agregação dos parasitos, em geral, foi baixo.

Tabela 2. Valores do índice de Dispersão (ID), da estatística (d*), do índice de Green (IG) e padrão de distribuição das espécies de endoparasitos de *Plagioscion squamosissimus* coletados nos rios Negro e Madeira no estado do Amazonas, Brasil, em fevereiro de 2012.

Grupo Taxonômico	Parasito	Rio Negro			Rio Madeira		
		ID	d	IG	ID	d	IG
Nematoda	Anisakidae gen. sp. (larva)	133,8439	79,1589	0,01752	86,3885	64,3141	0,06676
	<i>Terranova</i> sp. (larva)	26,0632	31,3303	0,01419	206,9063	103,7387	0,1082
	<i>Pseudoterranova</i> sp. (larva)	32,6993	35,9997	0,07139	-	-	-
	<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 1 (larva)	-	-	-	1,6857	2,3758	0,1142
	<i>Procamallanus (Spirocamallanus)</i> sp. (larva)	-	-	-	2,2761	4,0052	0,2126
	Nematoda (larva)	-	-	-	1,0952	0,4252	0,01587
Acanthocephala	<i>Neoechinorhynchus (Neoechinorhynchus) veropesoi</i>	12,2536	17,3966	0,05462	76,6758	61,1382	0,08190
	<i>Rhadinorhynchus plagioscionis</i>	9,037	15,3444	0,04991	-	-	-

*d>1,96 = distribuição agregada; d< -1,96 = distribuição uniforme; d<1,96 = distribuição casual

Comprimento total do hospedeiro

O comprimento total dos peixes analisados no rio Madeira e Negro apresentaram média de 38,74 cm e 37,16 cm, respectivamente. Dentre todas as espécies de parasitos analisadas, somente *N. (N.) veropesoi* apresentou correlação negativa e significativa entre o comprimento total de *P. squamosissimus* com a abundância ($r_s = -0,2587$; $p = 0,0080$), apenas no rio Madeira (Fig.3). Por outro lado, não houve correlação entre o comprimento total do peixe com a prevalência de *N. (N.) veropesoi* ($r = -0,1505$; $p = 0,8091$) (Tabela 3).

Não foram observadas diferenças significativas em relação ao comprimento total do hospedeiro e a diversidade das infracomunidades dos endoparasitos no rio Madeira ($r_s = -0,0754$; $p = 0,7028$) e no rio Negro ($r_s = -0,256$; $p = 0,1801$).

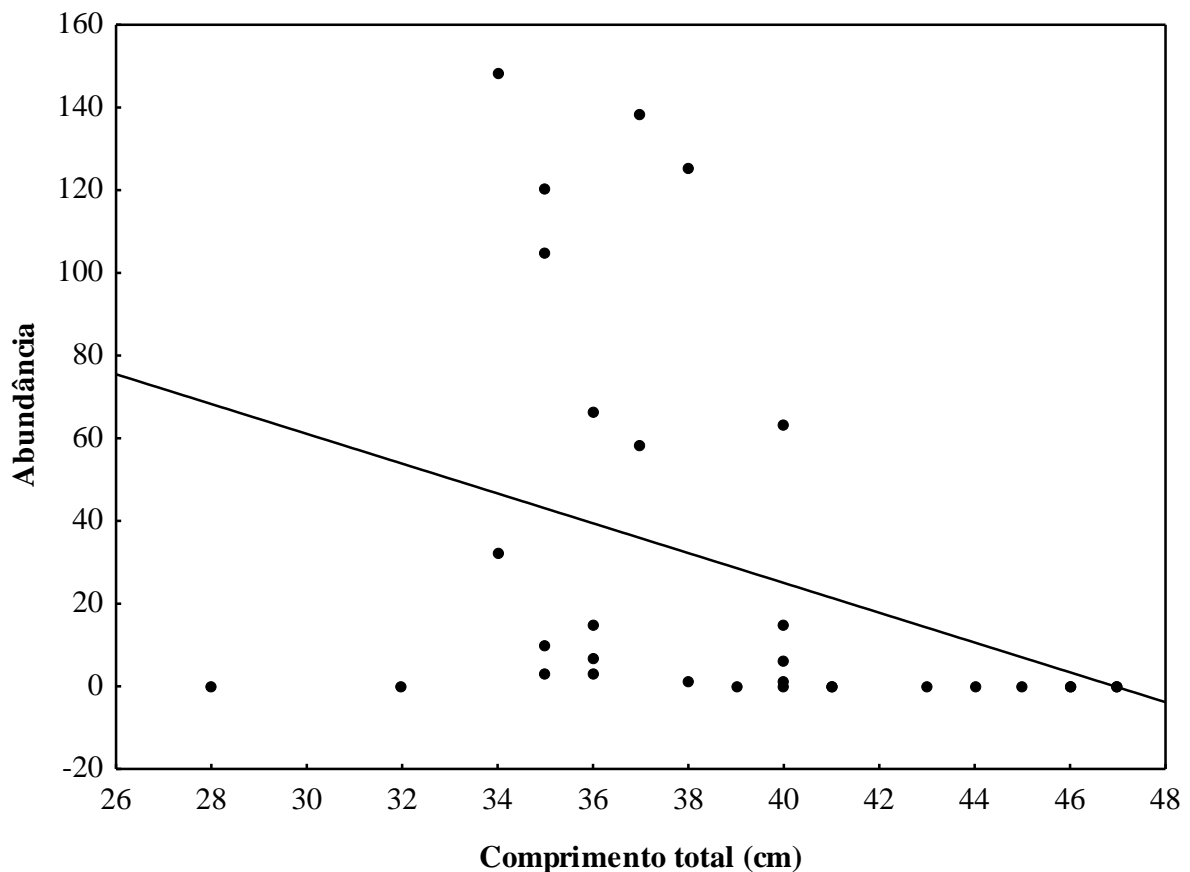


Fig. 3. Correlação entre a abundância de *Neoechinorhynchus (Neoechinorhynchus) veropesoi* e o comprimento total de *Plagioscion squamosissimus* coletados no rio Madeira, em fevereiro de 2012.

Tabela 3. Resultado do coeficiente da correlação de Spearman, correlacionando o comprimento total com a abundância de parasitismo e coeficiente de correlação de Pearson "r" entre as classes de comprimento total e prevalência do parasitismo de *Plagioscion squamosissimus* coletados nos rios Negro e Madeira no estado do Amazonas, Brasil, em fevereiro de 2012. (p = nível de significância).

Grupo Taxonômico	Parasito	Rio Negro				Rio Madeira			
		rs	p	r	p	rs	p	r	p
Nematoda	Anisakidae gen. sp. (larva)	0,0448	0,8141	-	-	-0,1624	0,3827	-	-
	<i>Terranova</i> sp. (larva)	0,2350	0,2112	-0,2582	0,7418	-0,0358	0,8482	-0,8175	0,0909
	<i>Pseudoterranova</i> sp. (larva)	0,0732	0,7006	0,7714	0,2285	-	-	-	-
	<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 1 (larva)	-	-	-	-	-0,1204	0,5187	-0,0292	0,9629
	<i>Procamallanus</i> (<i>Spirocamallanus</i>) sp. (larva)	-	-	-	-	0,2162	0,2427	0,728	0,1631
	Nematoda (larva)	-	-	-	-	-0,1283	0,4916	0,0862	0,8904
Acanthocephala	<i>N. (N.) veropesoi</i>	0,1973	0,2959	0,0673	0,9327	-0,5542	0,0012*	-0,1505	0,8091
	<i>R.plagioscionis</i>	-0,2344	0,2123	-0,8641	0,1359	-	-	-	-

Fator de condição relativo (Kn)

O peso total dos peixes variou em média de 748,06g e 552,33g, nos rios Madeira e Negro respectivamente. O fator de condição relativo (Kn) dos peixes variou entre 0,8 a 1,1 em ambos os rios. O fator de condição relativo não foi correlacionado significativamente com a abundância dos

parasitos nos rios. De acordo com o teste não-paramétrico *U* de Mann-Whitney o Kn não diferiu entre peixes parasitados e não parasitados. Não foi possível a realização do teste para algumas espécies de parasitos pois, todos ou grande maioria dos hospedeiros estavam parasitados ou não parasitados, não sendo possível a realização da análise (Tabela 4).

Tabela 4. Valores do coeficiente de correlação de Spearman feito pelo "rs", correlacionando o fator de condição (Kn) com a abundância de parasitismo e o teste "U" de Mann Whitney com aproximação normal Z para comparação de Kn de indivíduos parasitados e não-parasitados em *Plagioscion squamosissimus* coletados nos rios Negro e Madeira no estado do Amazonas, Brasil, em fevereiro de 2012. (p = nível de significância).

Grupo Taxonômico	Parasito	Rio Negro				Rio Madeira			
		rs	p	Z	p	rs	p	Z	p
Nematoda	Fam. Anisakidae (larva)	-0,2033	0,2813	-	-	-0,3485	0,0546	0,6651	0,253
	<i>Terranova</i> sp. (larva)	-0,1074	0,572	-	-	-0,2728	0,1375	0,1611	0,436
	<i>Pseudoterranova</i> sp. (larva)	-0,1852	0,3272	0,2207	0,4127	-	-	-	-
	<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 1 (larva)	-	-	-	-	0,1594	0,3916	0,8839	0,1884
	<i>Procamallanus</i> (<i>Spirocamallanus</i>) sp. (larva)	-	-	-	-	-0,2607	0,1565	-	-
	Nematoda (larva)	-	-	-	-	-0,0458	0,8067	0,4	0,3446
Acanthocephala	<i>N. (N.) veropesoi</i>	-0,2779	0,137	1,037	0,1499	0,0763	0,6833	0,2002	0,4207
	<i>Rhadinorhynchus plagioscionis</i>	-0,2155	0,2527	0,5927	0,2767	-	-	-	-

Sexo

Dos 31 peixes analisados no rio Madeira, 16 eram fêmeas, 14 machos e 1 não foi possível fazer a identificação, sendo que todos estavam parasitados por pelo menos duas espécies de endoparasito. A abundância e a prevalência de *N. (N.) veropesoi* foi diferente entre machos e fêmeas de *P. squamosissimus*, sendo os machos mais parasitados que as fêmeas (Tabela 5 e fig. 4 e 5). No entanto, não houve correlação significativa entre o sexo e a diversidade dos parasitos ($Z = 0,7279$; $p = 0,2333$). No rio Negro, dos 30 peixes analisados apenas 1 era macho.

Tabela 5. Valores dos testes *U* de Mann-Whitney com aproximação normal “*Z*”, e *G* de loglikelihood entre o sexo dos hospedeiros a prevalência e abundância de infecção, respectivamente, *Plagioscion squamosissimus* coletados no rio Madeira no estado do Amazonas, Brasil, em fevereiro de 2012. (p = nível de significância)

Grupo Taxonômico	Parasito	Rio Madeira			
		Z	p	G	p
Nematoda	Anisakidae gen. sp. (larva)	0,6651	0,253	1,5638	0,2111
	<i>Terranova</i> sp. (larva)	0,1611	0,436	0,0831	0,4669
	<i>Contracaecum</i> sp. Tipo 1 (larva)	0,7691	0,2209	1,5309	0,216
	<i>Procamallanus</i> (<i>Spirocamallanus</i>) sp. (larva)	0,2702	0,3935	0,2434	0,6218
	Nematoda (larva)	1,06	0,1446	2,8008	0,0942
	<i>Neoechinorhynchus</i> (<i>Neoechinorhynchus</i>) <i>veropesoi</i>	2,2032	0,0138*	5,3356	0,0209*

* $p < 0,05$ – valores estatisticamente significativos

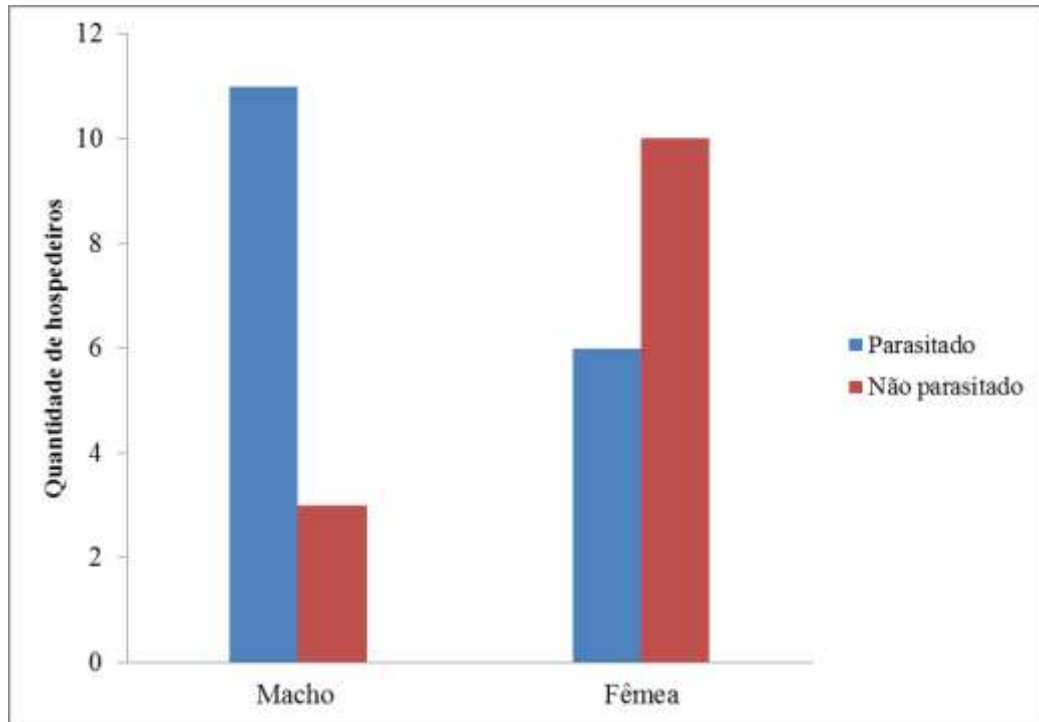


Fig. 11. Relação de hospedeiros parasitados ou não parasitados por *Neoechinorhynchus (Neoechinorhynchus) veropesoi* em machos e fêmeas de *Plagioscion squamosissimus* coletados no rio Madeira, em fevereiro de 2012.

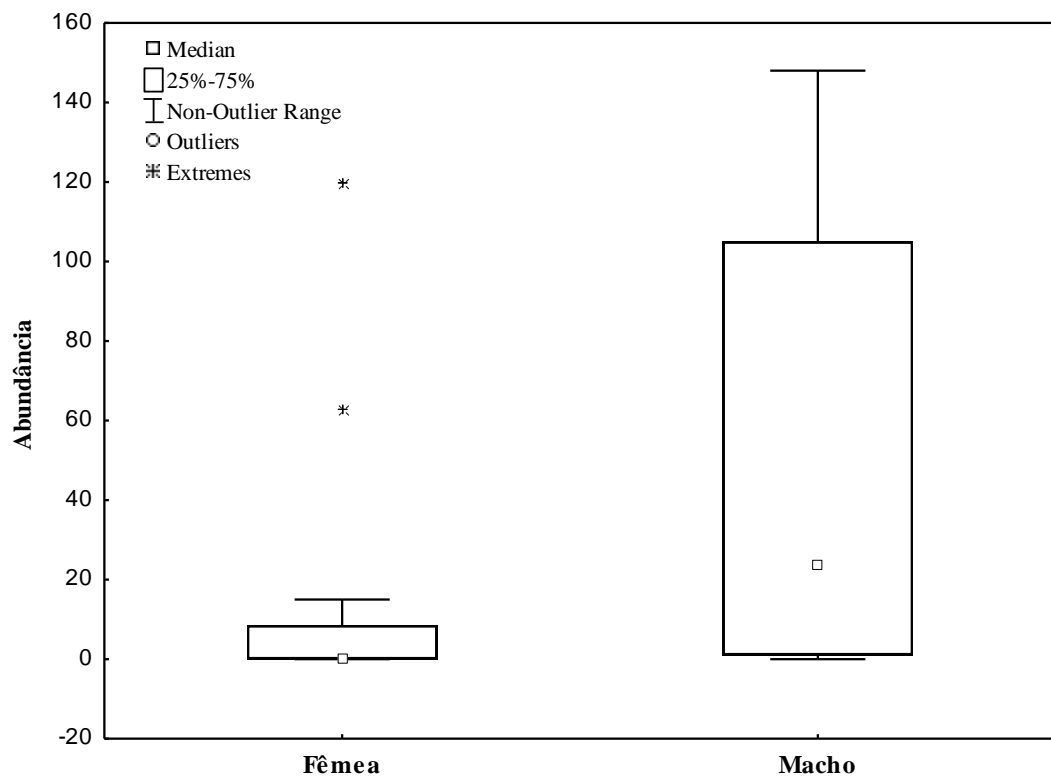


Fig. 5. Média da abundância de *Neoechinorhynchus (Neoechinorhynchus) veropesoi* entre machos e fêmeas de *Plagioscion squamosissimus* coletados no rio Madeira, em fevereiro de 2012.

Diversidade parasitária

O índice de diversidade de Brillouin variou de 0,0435 a 1,4130 no rio Negro e entre 0,0788 e 1,3853 no rio Madeira. Quando comparado índice de diversidade entre os dois rios a diferença foi significativa, sendo comprovado através do teste de Mann-Whitney ($Z=21,562$ e $p=0,0155$), que mostrou que a diversidade é significativamente maior no rio Madeira (Fig.6). Os outliers representam valores do índice de diversidade menores que 0,2, de três indivíduos, que estão fora da média dos outros.

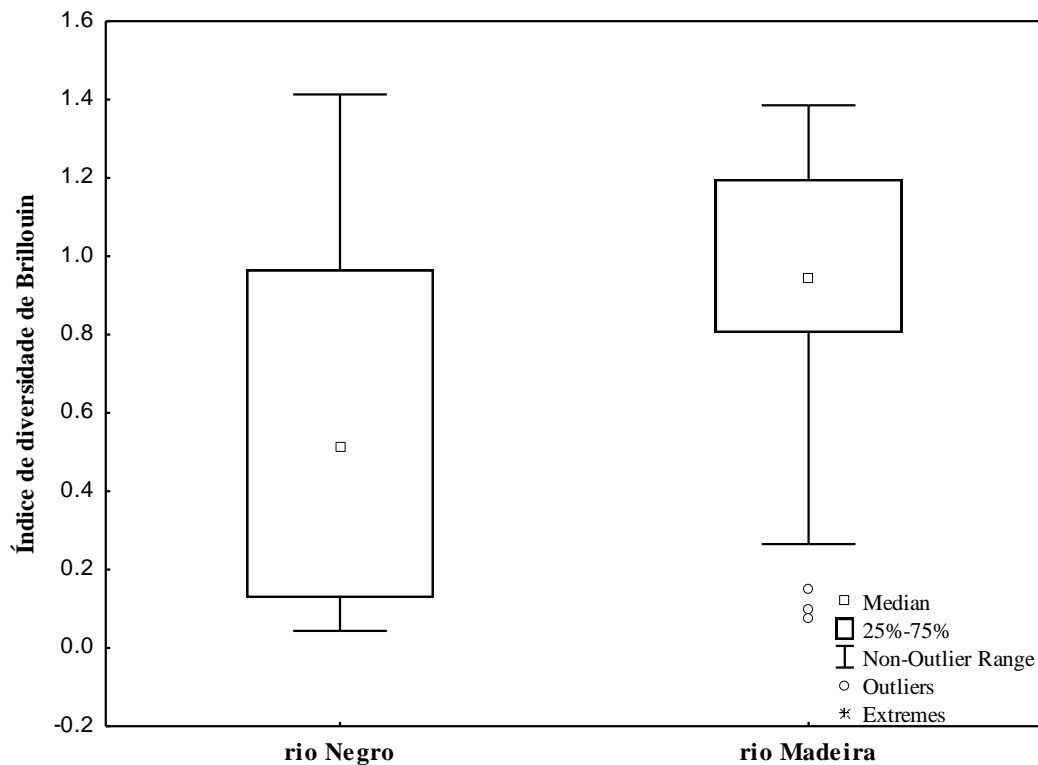


Fig. 6. Média do índice de diversidade de Brillouin de *Plagioscion squamosissimus* coletados nos rios Negro e Madeira em fevereiro de 2012.

O índice de dominância de Berger-Parker indicou dominância entre as infracomunidades de endoparasitos (Fig.7). No rio Madeira a média da dominância foi $3,2305 \pm 0,3096$ sendo que a larva de Nematoda mais dominante foi *Terranova* sp. (46,04%), seguida por Anisakidae gen. sp. (30,95%) e o Acanthocephala *N. (N.) veropesoi* (22,15%). Por outro lado, no rio Negro a dominância foi de $1,3370 \pm 0,7480$, demonstrando que as larvas de Anisakidae gen. sp. (74,79%) foram mais dominantes, seguida por *Terranova* sp. (17,10%) e *Pseudoterranova* sp. (4,30%).

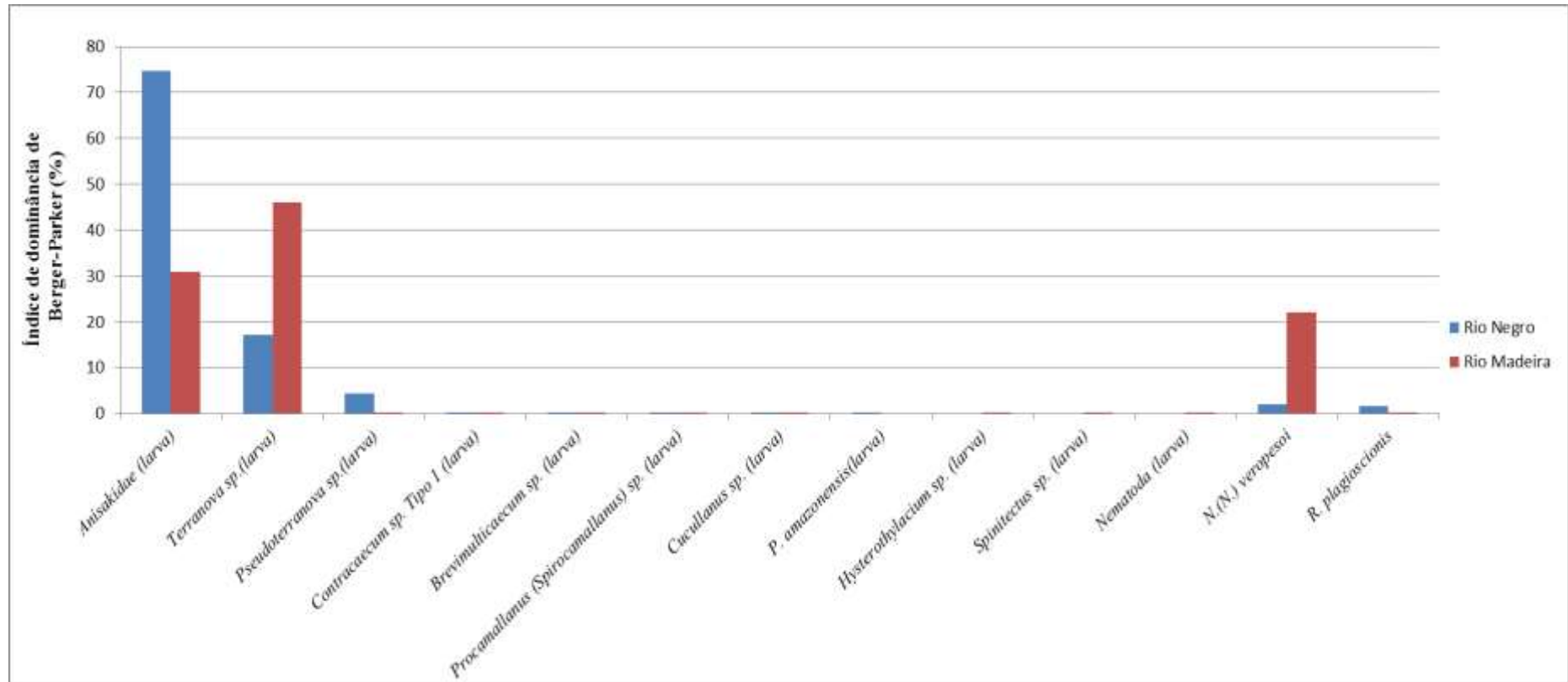


Fig. 7. Índice de dominância de Berger-Parker (%) da fauna endoparasitária de *Plagioscion squamosissimus* coletados nos rios Negro e Madeira no estado do Amazonas, Brasil, em fevereiro de 2012.

Por meio do cálculo do índice de similaridade de Sorenson determinou-se uma similaridade de 81,81% entre as comunidades parasitárias de *P. squamosissimus* nos dois rios. Com esse valor podemos inferir que existe elevada similaridade entre as comunidades, possuindo nove espécies em comum entre os locais comparados.

Discussão

A composição da comunidade parasitária depende de vários fatores relacionados ao ambiente (qualidade da água, alterações do pH, concentração de amônia, disponibilidade de oxigênio dissolvido, variações na temperatura, nível da água e efeitos da sazonalidade); ao hospedeiro (habitat, comportamento alimentar, fisiologia, idade e sexo) e ao parasito (disponibilidade de larvas infectantes, de hospedeiros individuais, da resposta imune do hospedeiro ao estabelecimento da larva e da mortalidade natural dos parasitos) (Takemoto *et al.*, 2004).

Como os endoparasitos geralmente são adquiridos por meio da alimentação do peixe, via transmissão trófica, o hábito alimentar e a dieta são características importantes para composição de espécies nas infracomunidades endoparasitárias de *P. squamosissimus*. O mesmo foi classificado por Hahn *et al.* (1997) como sendo uma espécie piscívora e generalista, no entanto, os crustáceos são o principal item na alimentação dessa espécie na região amazônica (Goulding & Ferreira, 1984). Esse comportamento faz com que uma grande variedade de parasitos seja transmitida troficamente, assim como o hospedeiro submete-se a muitos estágios infectantes (Violante-Gonzales *et al.* 2010).

A comunidade endoparasitária de *P. squamosissimus* foi composta tanto por espécies autogênicas (que maturam em vertebrados aquáticos) quanto espécies alogênicas (que maturam fora do ambiente aquático, em vertebrados terrestres).

As larvas de Nematoda de Anisakidae, são conhecidos parasitos de organismos aquáticos marinhos e dulcícolas, como moluscos, crustáceos e peixes. A transmissão envolve invertebrados aquáticos e peixes como hospedeiros intermediários, paratênicos ou definitivos (Moravec, 1998; Tavares & Luque, 2006; Knoff *et al.*, 2013). São encontradas encistadas nas vísceras, musculatura e cavidade abdominal de seus hospedeiros, afetando a comercialização do pescado e tendo consequências em relação à saúde pública (McClelland, 2002). Estas larvas podem provocar a chamada anisacquíase humana, onde o homem atua como hospedeiro acidental. Ocorre por meio da ingestão de pescado cru, salgado ou defumado, que contenha larvas de terceiro ou quarto estágio. Estas podem penetrar no trato digestório e invadir os

órgãos anexos, provocando uma série de efeitos patológicos. E se encontradas mortas, também podem causar danos através de reações alérgicas por meio da resposta imunológica desencadeada pelo potencial antigênico das partículas parasitárias. Há apenas um registro associando evidências de sintomas clínicos a uma provável anisaquíase por consumo de peixes no Brasil (Knoff *et al.*, 2013).

Em *P. squamosissimus* de ambos os rios, Madeira e Negro, foram encontrados anisaquídeos pertencentes aos gêneros *Contracaecum* sp., *Hysterothylacium* sp., *Pseudoterranova* sp., *Terranova* sp.. A presença desses parasitos e *Paracamallanus amazonensis*, *Procamallanus (Spirocamallanus)* sp. e *Cucullanus* sp., helmintos em estágio de desenvolvimento larval, denota que o hospedeiro apresenta a posição de intermediário na cadeia trófica. Isto ocorre quando são consumidos peixes menores, crustáceos e moluscos (Almeida *et al.*, 1997), sendo utilizados como primeiros hospedeiros intermediários para muitas espécies de endoparasitos. Esta dieta pode propiciar a utilização deste hospedeiro como intermediário ou paratênico para estas espécies de parasitos transmitidas troficamente e que utilizam outras espécies como hospedeiros definitivos (Moreira *et al.*, 2005; Tavares *et al.*, 2005).

No presente estudo Anisakidae gen. sp., *Pseudoterranova* sp., *Brevimulticaecum* sp., *Spinitectus* sp., *Cucullanus* sp. e *Paracamallanus amazonensis* estão sendo registradas pela primeira vez nesse hospedeiro.

Diversos autores têm demonstrado que o domínio de larvas em termos de prevalência e abundância em determinados grupos de peixes (principalmente Nematoda, Cestoda e Acanthocephala) é um padrão comum (Cremonte & Sardella, 1997; Timi, 2003; Timi & Poulin, 2003). A predominância de larvas encontradas no presente estudo são espécies generalistas, ou seja, que podem ser encontradas em uma grande quantidade de espécies hospedeiras.

As duas espécies de Acanthocephala encontradas: *N. veropesoi* e *R. plagioscionis* podem ser consideradas especialistas já que, até o presente momento, foram registradas apenas em *P. squamosissimus*, também pode-se inferir que este peixe atua como hospedeiro definitivo no ciclo de vida, pois os parasitos encontrados foram adultos. Segundo Poulin & Leung (2011), o que pode determinar se a fauna parasitária é composta principalmente por helmintos adultos ou larvas é a posição do hospedeiro dentro de uma rede trófica, já que a vulnerabilidade à predação determina o papel de um animal na relação predador-presa.

O padrão agregado observado para endoparasitos de *P. squamosissimus* é considerado característico dos sistemas parasitários e ocorre em função da maioria dos hospedeiros

estarem parasitados por espécies com baixa intensidade parasitária ou não infectada, enquanto que poucos hospedeiros apresentam espécies de parasitos em elevada intensidade (Poulin, 2007; Kennedy, 2009). Esse padrão foi encontrado em outro estudo realizado com peixes da bacia amazônica (Pelegrini, 2011). Considera-se, que o padrão de distribuição agregada age para aumentar a regulação dependente da densidade, da abundância tanto de hospedeiros como de parasitos, além de reduzir o nível de competição interespecífica entre estes últimos (Zuben, 1997).

Além disso, o grau de agregação parasitária é maior em organismos cujo ciclo de vida é direto (monoxeno) (Poulin, 1998). Porém, se os parasitos forem heteroxenos, a agregação pode ser explicada pela suscetibilidade e tolerância dos organismos hospedeiros às infecções, e também pelas diferentes formas de contato dos hospedeiros com os parasitos (Anderson & Gordon, 1982).

Já a agregação encontrada em Nematoda, larva não identificada do rio Madeira, foi casual, mostrando que foi um caso de parasitismo acidental.

Fatores como taxas de transmissão de parasitos e heterogeneidade na susceptibilidade das populações de hospedeiro ao parasito são os principais determinantes do nível de agregação exibido por qualquer população (Anderson & Gordon, 1982). Como o mesmo foi baixo, isso demonstra que os parasitos encontrados são pouco patogênicos, pois, de acordo com os mesmos autores, os níveis observados de agregação dos parasitos tendem a apresentar uma variação proporcional à patogenicidade do mesmo.

Além de ser considerado um fator importante para variação do tamanho da população de parasitos (Dogiel, 1970), o comprimento dos hospedeiros pode ser um reflexo da idade para alguns peixes (Shotter, 1973). A estrutura de uma comunidade parasitária sofrerá influência de diversos fatores que modifica com a idade do hospedeiro como comprimento, alterações na dieta ou no volume ingerido ao longo de sua vida e o contato com seus hospedeiros intermediários (Esch *et al.*, 1990).

Espera-se que o parasitismo tenha efeito cumulativo ao longo do desenvolvimento ontogenético do hospedeiro, embora este processo seja mais comum em ectoparasitos, em que a transmissão é direta (Lizama *et al.*, 2005). No entanto, a correlação negativa e significativa entre o comprimento total com a abundância de *N. (N.) veropesoi* encontrada neste trabalho demonstra que os peixes menores tinham uma maior quantidade de parasitos. Porém, generalizar a influência do tamanho do hospedeiro deve ser evitada (Luque & Chaves, 1999), pois o peixe pode obter os parasitos quando mais jovem e então eliminá-los quando adulto (Valtonen *et al.*, 1990), isto pode ser resultado das mudanças na ingestão de espécies

forageiras em diferentes populações de faixa etária e pela dinâmica da população de hospedeiros intermediários, onde pode ocorrer redução ou ausência de um hospedeiro intermediário ou de condições favoráveis ao parasitismo (Luque & Chaves, 1999), ou ainda, da auto-imunidade do hospedeiro ao parasito ao longo do tempo (Nikolsky, 1963).

Por meio da pesquisa feita para correlacionar comprimento total do hospedeiro e a diversidade das infracomunidades, sugere-se que sua dieta não variou conforme seu desenvolvimento ontogenético. Isto também foi registrado em endoparasitos de *Pseudoplatystoma corruscans*, indicando homogeneidade em seu comportamento durante toda sua vida, e assim, permitindo um recrutamento uniforme ao longo de sua ontogenia (Machado *et al.*, 1996).

O fator de condição relativo (Kn) é um indicador quantitativo do bem-estar dos peixes, sendo utilizado para mostrar a qualidade do ambiente, recursos alimentares e o efeito dos parasitos sobre os hospedeiros (Yamada *et al.*, 2008). Bauer (1970) e Gibbs (1985) consideraram que os parasitos têm um efeito negativo sobre seus hospedeiros, que é refletido na queda da eficiência de manutenção da saúde, na reprodução e na conversão alimentar. Porém, os possíveis efeitos que agentes patogênicos têm sobre os seus hospedeiros são difíceis de avaliar ou quantificar, principalmente em peixes sob condições naturais. Como não houve correlação significativa entre Kn e os parasitos no presente estudo, isso mostra que a comunidade parasitária de *P. squamosissimus* causa baixa ou nenhuma patogenicidade ao hospedeiro.

Alguns fatores bióticos são importantes para relação parasito-hospedeiro e o sexo do hospedeiro é um deles. Endoparasitos podem infectar os dois sexos de formas diferentes, pois algumas espécies de peixes apresentam hábitos alimentares, comportamento e fisiologia diferentes (Lizama *et al.*, 2005). Somente a abundância e a prevalência de *N. (N.) veropesoi*, do rio Madeira, foi diferente entre machos e fêmeas de *P. squamosissimus*, sendo os machos mais parasitados que as fêmeas. Isso mostra que o sexo do hospedeiro pode impor seleção no próprio parasito, que por sua vez contribuirá para a variação na prevalência de parasitismo e expressão entre hospedeiros machos e fêmeas (Duneau & Ebert, 2012). Porém, isso não é suficiente para comprovar diferenças comportamentais e fisiológicas entre hospedeiros machos e fêmeas.

Conforme supracitado, foi observado independência dos valores de diversidade em relação ao sexo de *P. squamosissimus*, evidenciando que as relações ecológicas do peixe (ocupação de habitat, estratégias reprodutivas e dieta) são semelhantes entre machos e fêmeas.

Os mesmos resultados foram obtidos para outras espécies de peixes de água doce (Machado *et al.*, 2000; Moreira *et al.*, 2009).

Segundo Melo (2008), os índices de diversidade de espécies combinam dois atributos de uma comunidade: riqueza de espécies (número total de espécies presentes em uma infracomunidade) e equabilidade (também denominada equitabilidade, que significa como dados de abundância que estão distribuídos entre as espécies).

As variáveis que determinam a riqueza de espécies de parasitos são históricas, biogeográficas, ambientais e ecológicas (Simková *et al.*, 2001). Segundo Bell & Burt (1991), o tipo de ambiente pode determinar a diversidade e a riqueza de helmintos endoparasitos, devido às variações espaciais na composição da fauna de invertebrados e hospedeiros intermediários. Flutuações nas características físicas e químicas do ambiente aquático também são importantes fatores que podem provocar alterações nas infrapopulações de parasitos de peixes (Pavanelli *et al.* 2004).

As águas dos rios estudados são completamente diferentes, quanto às características químicas e físicas, o que sugere especulações quanto às diferenças em suas diversidades. As águas brancas, como o rio Madeira, são ricas em nutrientes devido ao aporte de sedimentos erodidos da região do Andes, além de apresentarem pH neutro e condutividade elétrica elevada devido à alta concentração de íons dissolvidos. Por outro lado, os rios de águas pretas, como o rio Negro, são pobres em nutrientes por drenarem a região do escudo das Guianas e solos lixiviados, e apresentam pH ácido pela alta quantidade de ácidos húmicos e fúlvicos dissolvidos em suas águas, resultantes da decomposição orgânica da floresta (Sioli, 1968). As características destes ambientes influenciam diretamente a produtividade primária dos mesmos, já que tal produção está diretamente relacionada às características físico-químicas e à disponibilidade de nutrientes e luz no meio (Madsen & Sand-Jensen, 1994).

Diante das diferenças entre os rios, foi possível comprovar nesse estudo que a diversidade parasitária dos peixes dos rios Madeira e Negro são diferentes, sendo que a do rio Madeira apresentou maior diversidade de espécies.

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

Para Poulin (2007), o número de espécies de parasitos nas infracomunidades pode variar entre os hospedeiros de acordo com o grau de sucesso de infecção do parasito. A

probabilidade de ocorrência simultânea de todas as espécies disponíveis de parasitos em um hospedeiro pode ser considerada produto de suas respectivas prevalências, tem-se que a probabilidade desta ocorrência simultânea em qualquer infracomunidade de parasitos é menor quanto maior for a riqueza de espécies na população total de hospedeiros (Zuben, 1997). Em *P. squamosissimus* a espécie dominante foi diferente nos rios Negro e Madeira, sendo Anisakidae gen.sp. e *Terranova* sp., respectivamente. As mesmas foram as espécies que apresentaram maior prevalência.

Em geral, comunidades de parasitos são caracterizadas por apresentarem acentuado padrão de dominância e elevado número de espécies raras. E, espera-se maior diferença entre as abundâncias das primeiras espécies que apresentam os maiores números de indivíduos em uma comunidade, enquanto as demais tendem a revelar maior homogeneidade quanto as suas abundâncias (Poulin & Justine, 2008). Logo, nesse estudo, encontrou-se esse padrão com espécies que foram dominantes, como *Terranova* sp. e Anisakidae gen. sp., que apresentaram elevadas quantidades de parasitos e com muitas espécies com abundâncias semelhantes como *Brevimulticaecum* sp. *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) sp.; *Cucullanus* sp., *Hysterothylacium* sp., *Paracamallanus amazonensis* e *Contraecaecum* sp.

Estudos dos índices de similaridade são importantes para indicar as relações ecológicas entre hospedeiros diferentes ou de diferentes populações de uma mesma espécie (Violante-González *et al.*, 2010). Apesar das diferenças encontradas na dominância entre os rios, as análises demonstraram uma alta similaridade. Provavelmente, as condições ambientais e biológicas locais implicam efeitos sobre a estrutura da comunidade parasitária, impedindo-as de serem idênticas (Violante-González *et al.*, 2010). Isto sugere que a comunidade de cada subsistema é montada a partir de um pool de características das espécies parasitos disponíveis em cada local (Valtonen *et al.*, 2001).

Considerações finais

Ao analisar a fauna parasitária de *P. squamosissimus* nos rios Madeira e Negro, podemos perceber que apesar da grande similaridade encontrada entre as espécies, fatores bióticos e abióticos podem alterar a diversidade de espécies de parasitos presentes em um hospedeiro e consequentemente sua dominância. As variações da riqueza de espécies de parasito entre os hospedeiros proporcionam não apenas um bom modelo para estudos da diversificação de comunidade, mas também é de grande interesse no contexto de previsão de risco de doença e de alvos na conservação.

Padrões típicos, como distribuição agregada de parasitos, foram encontrados. A relação entre tamanho do hospedeiro e quantidade de parasitos foi encontrado de forma negativa em uma espécie de Acanthocephala, mostrando que se devem evitar generalizações. Na mesma espécie foi encontrada correlação entre o sexo dos hospedeiros e parasitismo, sendo os machos mais parasitados.

Espera-se que essa pesquisa possa contribuir com informações sobre a ecologia do hospedeiro e seus parasitos, já que a quantidade de trabalhos realizados nesse aspecto é incipiente.

No presente estudo, Anisakidae gen. sp., *Pseudoterranova* sp., *Brevimulticaecum* sp., *Cucullanus* sp., *Spinitectus* sp. e *Paracamallanus amazonensis* estão sendo registradas pela primeira vez nesse hospedeiro.

Portanto, isso mostra que é necessário estudos futuros, com períodos mais longos de observação caracterizando melhor as características ambientais abióticas e bióticas das populações do hospedeiro e da comunidade parasitária, contribuindo para melhor identificação dos fatores reguladores da organização e estrutura destas comunidades parasitárias.

Referências

- Almeida, V.L.L., Hahn, N.S & de M. Vazzoler, A.E.A.** (1997) Feeding patterns in five predatory fishes of the high Paraná River floodplain (PR, Brazil). *Ecology of Freshwater Fish* **6**, 123-133.
- Anderson, R.M. & Gordon, D.M.** (1982) Processes influencing the distribution of parasite numbers within host populations with special emphasis on parasite-induced host mortalities. *Parasitology* **85**, 373.
- Barger, M.A.& Esch, G.W.** (2001) Downstream changes in the composition of the parasite community of fishes in an Appalachian stream. *Journal of Parasitology*, **87**, 250-255.
- Barthem, R.B.** (1985) Ocorrência, distribuição e biologia dos peixes da Baía de Marajó, Estuário Amazônico. *Boletim do Museu Pararanaense Emílio Goeldi: Zoologia* **2**, 49-69.
- Bauer, O.N.** (1970) Parasitic diseases of cultured fishes and methods of their prevention and treatment. pp. 265–298 in Dogiel, V.A., Petrushevski, G.K. & Polyanski, Yu.I. (Eds) *Parasitology of Fishes*. Hong Kong, T.F.H. Publications.
- Bell, G. & Burt, A.** (1991) The comparative biology of parasite species diversity internal helminths of freshwater fish. *Journal of Animal Ecology* **60**, 1047-1064.
- Boeger, W.A. & Kritsky, D.C.** (2009) Neotropical Monogenoidea. 54. Proposal of *Aetheolabes* n. g. (Dactylogyrinea: Diplectanidae), with the description of *A. goeldiensis* n. sp. from the gills of pescada *Plagioscion* sp. (Teleostei: Sciaenidae) in Brazil. *Systematic Parasitology* **74**, 137-142.
- Bush, A.O., Aho, J.M. & Kennedy, C.R.** (1990) Ecological versus phylogenetics determinants of helminth parasite community richness. *Evolutionary Ecology* **4**, 1-20.
- Bush, A.O., Lafferty, K.D., Lotz, J.M. & Shostak, A.W.** (1997) Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* Revisited. *Journal of Parasitology* **83**, 575-583.
- Cremonte, F. & Sardella, N.H.** (1997) The parasite fauna of *Scomber japonicus* Houttuyn, 1782 (Pisces: Scombridae) in two zones of the Argentine Sea. *Fisheries Research* **31**, 1-9.
- Dogiel, V.A.** (1970) Ecology of the parasites of freshwater fishes. pp. 1-47 in Dogiel, V. A.; Petrushevski, G.K.& Polyansky, Y.I. (Eds.). *Parasitology of Fishes*. Hong Kong, T.F.H. Publications.
- Duneau, D. & Ebert, D.** (2012) Host Sexual Dimorphism and Parasite Adaptation. *PLOS Biology* **10**, 1-9.
- Eiras, J.C., Takemoto, R.M. & Pavanelli, G.C.** (2006) *Métodos de Estudo e Técnicas Laboratoriais em Parasitologia de Peixes*. 2ª ed. 199 pp. Maringá, EDUEM.
- Eiras, J.C., Takemoto, R.M. & Pavanelli, G.C.** (2010) *Diversidade dos Parasitos de Peixes de Água Doce do Brasil*. 333 pp. Maringá, Clichetec.
- Esch, G.W., Shostak, A.W., Marcogliese, D.J. & Goater, T.M.** (1990) Patterns and processes in helminth parasite communities: an overview. pp.304 in Esch, G.W.; Bush,

- A.O. & Aho, J. (Eds). *Parasite communities: patterns and process*. New York, Chapman & Hall.
- Garnick, E. & Margolis, L.** (1990) Influence of four species of helminth parasites on orientation of seaward migrating sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) smolts. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **47**, 2380-2389.
- Gibbs, H.C.** (1985) Effects of parasites on animal and meat production. pp. 7–27 in Gaafar, S.M., Howard, W.E. & Marsh, R.E. (Eds) *World Animal Science: Parasites, Pests and Predators*. Holanda, Elsevier.
- Gordon, D.M. & Rau, M.E.** (1982) Possible evidence for mortality induced by the parasite *Apatemongracilis* in a population of brook sticklebacks (*Culaea inconstans*). *Parasitology* **84**, 41–47.
- Goulding, M.** (1980) *The fishes and the forest: explorations in amazonian natural history*. 280pp. Los Angeles, University of California Press.
- Goulding, M. & Ferreira, E.J.G.** (1984) Shrimp-eating fishes and a case of prey-switching in Amazon rivers. *Revista Brasileira de Zoologia*, **2**, 85-97.
- Hahn, N.S., Agostinho, A.A. & Goitein, R.** (1997) Feeding ecology of curvina *Plagioscion squamosissimus* (Hechel, 1840) (Osteichthyes, Perciformes) in the Itaipu reservoir and Porto Rico Floodplain. *Acta Limnologica Brasiliensia* **9**, 11-22.
- Junk, W.J.** (1989) Flood tolerance and tree distribution in central Amazonian floodplains. pp. 47-64 in: Holm-Nielsen, L.B.; Nielsen, I.C. & Balslev, H. (Eds) *Tropical forest botanical dynamics - speciation and diversity*. London, Academic Press.
- Kennedy, C.R.** (2009) The ecology of parasites of freshwater fishes: the search for patterns. *Parasitology* **136**, 1653-1662.
- Kohn, A., Fernandes, M.B. & Baptista-Farias, M.F.D.** (1995). Metacercariae of *Diplostomum (Austrodiplostomum) compactum* (Trematoda, Diplostomidae) in the eyes of *Plagioscion squamosissimus* (Teleostei, Scianidae) from the reservoir of the hydroelectric power station of Itaipu, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* **90**, 341–344.
- Kohn, A., Fernandes, B.M.M. & Cohen, S.C.** (2007). *South American trematodes parasites of fishes*. 318 pp. Rio de Janeiro, Imprinta Express.
- Knoff, M., São Clemente, S.C., Karling, L.C., Gazarini, J. & Gomes, D.C.** (2013) Helminths with zoonotic potential. pp. 17-35 in: *Parasitologia de peixes de água doce do Brasil*. Maringá, Eduem.
- Kritsky, D.C. & Thatcher, V.E.** (1984) Neotropical Monogenea. 6 Five new species of *Diplectanum* sp. (Diplectanidae) from freshwater teleosts, *Plagioscion* spp. (Scianidae), in Brazil. *Proceedings of the Biological Society of Washington* **97**, 434-443.
- Lacerda, A.C.F., Takemoto, R.M., Tavares-Dias, M., Poulin, R. & Pavanelli, G.C.** (2012) Comparative Parasitism of the Fish *Plagioscion squamosissimus* In Native and Invaded River Basins. *The Journal of Parasitology* **98**, 713-717.

- LeCren, E.D.** (1951) The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition of perch *Perca fluviatilis*. *Journal of Animal Ecology* **20**, 201-219.
- Leenher, J.A.** (1980) Origin and nature of humic substances in the waters of the Amazon river basin. *Acta Amazônica* **10**, 513-526.
- Leenher, J.A. & Santos, U.M.** (1980) Considerações sobre os processos de sedimentação na água preta ácida do rio Negro (Amazônia Central). *Acta Amazonica* **10**, 343-355.
- Lizama, M.L.A.P., Takemoto, R.M. & Pavanelli, G.C.** (2005) Influence of host sex and age on infracommunities of metazoan parasites of *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (Prochilodontidae) of the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Parasite* **12**, 299-304.
- Lowe-McConnell, R.H.** (1999) *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. 534pp. São Paulo, EDUSP.
- Ludwig, J.A. & Reynolds, J.F.** (1988) *Statistical ecology: a primer on methods and computing*. 337 pp. New York, Wiley-Interscience Publications.
- Luque, J.L., Amato, J.F.R. & Takemoto, R.M.** (1996) Comparative analysis of the communities of metazoan parasites of *Orthopristis ruber* and *Haemulon steindachneri* (Osteichthyes: Haemulidae) from the southeastern Brazilian littoral: I. structure and influence of the size and sex of hosts. *Revista Brasileira de Biologia* **56**, 279-292.
- Luque, J.L. & Chaves, N.D.** (1999) Ecologia da comunidade de metazoários parasitos da anchova *Pomatomus saltator* (Linnaeus) (Osteichthyes, Pomatomidae) do litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* **16**, 711-723.
- Machado, M.H., Pavanelli, G.C. & Takemoto, R.M.** (1996) Structure and diversity of endoparasitic infracommunities and the trophic level of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of the high Paraná River. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* **91**, 441-448.
- Machado, P.M., Almeida, S.C., Pavanelli, G.C. & Takemoto, R.M.** (2000) Ecological aspects of endohelminths parasitizing *Cichla monoculus* Spix, 1831 (Perciformes: Cichlidae) in the Paraná river near Porto Rico, State of Paraná, Brazil. *Comparative Parasitology* **67**, 210-217.
- Machado, P.M., Takemoto, R.M. & Pavanelli, G.C.** (2005) *Diplostomum* (*Austrodiplostomum*) *compactum* (Lutz, 1928) (Platyhelminthes, Digenea) metacercariae in fish from the floodplain of the upper Paraná River, Brazil. *Parasitology Research* **97**, 436-444.
- Madsen, T.V. & Sand-Jensen, K.** (1994) The interactive effects of light and inorganic carbon on aquatic plant growth. *Plant, Cell & Environment* **17**, 955-962.
- Magurran, A.E.** (2004) *Measuring biological diversity*. 256 pp. Oxford, Blackwell Publishing.
- Malm, O., Pfeiffer, W.C., Souza, C.M.M. & Reuther, R.** (1990) Mercury pollution due to gold mining in the Madeira River basin, Brazil. *Ambio* **19**, 11-15.

- Martins, M.L., Fujimoto, R.Y, Nascimento, A. A. & Moraes, F. R.** (1999). Ocorrência de *Diplostomum* sp Nordmann, 1832 (Digenea Diplostomatidae) em *Plagioscion squamosissimus* Heckel, 1840, proveniente do Reservatório de Volta Grande, MG, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences* **21**, 263–266.
- Martins, M. L., Fujimoto, R. Y., Moraes, F. R., Andrade, P. M., Nascimento, A. A. & Malheiros, E. B.** (2000) Description and prevalence of *Thynnascaris* sp. larvae Dollfus, 1933 (Nematoda: Anisakidae) in *Plagioscion squamosissimus* Heckel, 1840 from Volta Grande Reservoir, State of Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* **60**, 519-526.
- Martins, M.L., Mello, A., Paiva, C. & Fujimoto, R.Y.** (2001) Prevalência, sazonalidade e intensidade de infecção por *Diplostomum (Austrodiplostomum) compactum* Lutz, 1928 (Digenea, Diplostomidae), em peixes do reservatório de Volta Grande, Estado de Minas Gerais, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences* **24**, 469–474.
- McClelland. G.** (2002) The trouble with sealworms (*Pseudoterranova decipiens* species complex, Nematoda): a review. *Parasitology*, 124, 183-203.
- Melo, A.S.** (2008) O que ganhamos ‘confundindo’ riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? *Biota Neotropica* **8**, 21-27.
- Melo, F.T.V., Costa, P.A.F.B., Giese, E.G., Gardner, S.L. & Santos, J.N.** (2013) A description of *Neoechinorhynchus (Neoechinorhynchus) veropesoi* n. sp. (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae) from the intestine of the silver croaker fish *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes: Sciaenidae) off the east coast of Brazil. *Journal of Helminthology* **89**, 34-41.
- Moravec, F., Kohn, A. & Fernandes, B.M.M.** (1993) Nematode parasites of fishes of the Paraná River, Brazil. Part 2. Seuratoidea, Ascaridoidea, Habronematoidea and Acuarioidea. *Folia Parasitologica* **40**, 115–134.
- Moravec, F.** (1998) *Nematodes of freshwater fishes of the neotropical region*. 464 pp. Prague, Academia.
- Moreira, S.T., Ito, K.F., Takemoto, R.M. & Pavanelli, C.G.** (2005) Ecological aspects of the parasites of *Iheringichthys labrosus* (Lüken, 1874) (Siluriformes: Pimelodidae) in reservoirs of Paraná basin and upper Paraná floodplain, Brazil. *Acta Scientiarum Biological Sciences* **27**, 317-322.
- Moreira, L.H.A., Takemoto, R.M., Yamada, F.H., Ceschini, T.L. & Pavanelli, G.C.** (2009) Ecological aspects of metazoan endoparasites of *Metynnus lippincottianus* (Cope, 1870) (Characidae) from Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Helminthologia* **46**, 214 - 219.
- Nikolsky, G.U.** (1963) *The ecology of fishes*. 352 pp. London & New York, Academic Press.
- Pavanelli, G.C., Machado, M.H. & Takemoto, R.M.** (1997) Fauna helmíntica de peixes do rio Paraná, região de Porto Rico, Paraná. pp. 307-329 in Vazzoler, A.E.A.M.; Agostinho, A.A. & Hahn, N.S. (Eds) *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá, Eduem.

- Pavanelli, G.C., Takemoto, R.M., Guidelli, G.M., Lizama, M de L.A.P., Machado, P.M., Tanaka, L.K., Isaac, A., França, J.G., Carvalho, S., Moreira, S.T. & Ito, K.F.** (2004) Parasite fauna of fishes from the Upper Paraná River, Brazil. pp. 193–197 in Agostinho, A.A., Rodrigues, L., Gomes, L.C., Thomaz, S.M. & Miranda, L.E. (Eds) *Structure and functioning of the Paraná River and its floodplain*. Maringá, Eduem.
- Pavanelli, G.C., Eiras, J.C. & Takemoto, R.M.** (2008) *Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento*. 3ª ed. 311 pp. Maringá, EDUEM.
- Pelegri, L.S.** (2011) Fauna de metazoários parasitas do aruanã *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829) (Osteoglossiformes: Osteoglossidae) dos rios Negro e Solimões, Amazônia Central, Brasil. Manaus. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Programa de pós-graduação em biologia de água doce e pesca interior – BADPI.
- Poulin, R.** (1998) *Evolutionary ecology of parasites: from individuals to communities*. 211pp. Londres, Chapman & Hall.
- Poulin, R.** (2007) The structure of parasite communities in fish hosts: ecology meets geography and climate. *Parasitologia* **49**, 169-172.
- Poulin, R. & Justine, J.L.** (2008) Linking species abundance distributions and body size in monogenean communities. *Parasitology Research* **103**, 187–193.
- Poulin, R. & Leung, T.L.F.** (2011) Body size, trophic level, and the use of fish as transmission routes by parasites. *Oecologia* **166**, 731-738.
- Reis, R.E., Kullander, S.O. & Ferraris, Jr. C.** (2003) *Check list of the freshwater fishes of south and Central America*. 742pp. Porto Alegre, Edipucrs.
- Shotton, R.A.** (1973) Changes in the parasite fauna of whiting *Odontogadus merlangus* L. with age and sex of host, season and from different areas in the vicinity of the Isle of Man. *Journal of Fish Biology* **5**, 559-573.
- Simková, A., Morand, S., Matejusová, I., Jurajda, P. & Gelnar, M.** (2001) Local and regional influences on patterns of parasite species richness of central European fishes. *Biodiversity and Conservation* **10**, 511–525.
- Sioli, H.** (1964) General features of the limnology of Amazonia. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, **5**, 1053-1058.
- Sioli, H.** (1968) Hydrochemistry and geology in the Brazilian Amazon region. *Amazoniana* **3**, 267–277.
- Souza, A.T.S.** (1998) Estudo do parasitismo de *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Perciformes, Scianidae) por *Diplostomum (Austrodiplostomum) compactum* (Lutz, 1928) (Trematoda, Digenea) no rio Tibagi, PR. Ph.D. Dissertation. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, Brazil, 125 p.
- Stefani, P.M. & Rocha, O.** (2009) Diet composition of *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), a fish introduced into the Tietê River system. *Brazilian Journal of Biology* **69**, 805-812.

- Takemoto, R.M., Lizama, M.A.P., Guidelli, G.M. & Pavanelli, G.C.** (2004) Parasitos de peixes de águas continentais. 426 pp. in Ranzani-Paiva, M.J.T., Takemoto, R.M., Lizama, M.L.A. (Eds) *Sanidade de Organismos Aquáticos*. Editora Varela, São Paulo, Brasil.
- Tavares, L.E.R., Luque, J.L. & Bicudo, A.J.A.** (2005) Community ecology of metazoan parasites of the anchovy *Anchoa tricolor* (Osteichthyes: Engraulidae) from the coastal zone of the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* **65**, 533-540.
- Tavares, L.E.R. & Luque, J.L.** (2006) Sistemática, biologia e importância em saúde coletiva de larvas de Anisakidae (Nematoda: Ascaridoidea) parasitas de peixes ósseos marinhos do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. pp. 297-328 in Silva-Souza, A.T. (Eds) *Sanidade de Organismos Aquáticos no Brasil*. Maringá, Abrapoa.
- Tavares, L.E.R., Saad, C.D.R., Cepeda, P.B. & Luque, J.L.** (2007) Larvae of *Terranova* sp. (Nematoda: Anisakidae) parasitic in *Plagioscion squamosissimus* (Perciformes: Scianidae) from Araguaia River, State of Tocantins, Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology* **115**, 110–115.
- Thatcher, V.E.** (1979) *Brasicystis bennetti* n. gen., n. sp. (Trematoda: Didymozoidae) parasita da pescada (Sciaenidae) da Amazônia, Brasil. *Acta Amazônica* **9**, 747-749.
- Thatcher, V.E.** (1980) *Rhadinorhynchus plagioscionis* n. sp. (Acanthocephala: Rhadinorhynchidae) da pescada (*Plagioscion squamosissimus*) da Amazônia, Brasil. *Acta Amazonica* **10**, 835–839.
- Thatcher, V.E.** (1986) The parasitic crustaceans of fishes from the Brazilian Amazon, 16. *Amazonico peuselungatus* gen. et sp. nov. (Copepoda: Poecilostomatoida) with the proposal of Amazonicopeidae fam. nov. and remarks on its pathogenicity. *Amazoniana* **10**, 49-56.
- Thatcher, V.E.** *Amazon Fish Parasites*. (2006) 2^a ed. 508 pp. Bulgaria: Pensoft Publishers.
- Timi, J.T.** (2003) Parasites of Argentine anchovy in the Southwest Atlantic: latitudinal patterns and their use for discrimination of host populations. *Journal of Fish Biology* **63**, 90-107.
- Timi, J.T. & Poulin, R.** (2003) Parasite community structure within and across host populations of a marine pelagic fish: how repeatable is it? *International Journal for Parasitology* **33**, 1353-1362.
- Timi, J.T., Lanfranchi, A.L. & Luque, J.L.** (2010) Similarity in parasite communities of the teleost fish *Pinguipes brasiliensis* in the southwestern Atlantic: Infracommunities as a tool to detect geographical patterns. *International Journal for Parasitology* **40**, 243–254
- Valtonen, E.T., Rost, M. & Rahkonen, R.** (1990) Seasonality of two gill monogeneans from two freshwater fish from an oligotrophic lake in northeast Finland. *International Journal of Parasitology* **20**, 101-107.
- Valtonen, E.T., Pulkinen, K., Poulin, R. & Julkunen, M.** (2001) The structure of parasite component communities in brackish water fishes of the northeastern Baltic Sea. *Parasitology* **122**, 471-481.

- Vidal-Martinez, V.M., Aguirre-Macedo, M.L., Scholz, T., Gonzalez-Solis, D. & Mendoza-Franco, E.F.** (2001) *Atlas of the Helminth parasites of cichlid fish of Mexico*. 165 pp. Praha, Academia.
- Violante-González, J., Mendoza-Franco, E.F., Rojas-Herrera, A. & Guerrero, S.G.** (2010) Factors determining parasite community richness and species composition in black snook *Centropomus nigrescens* (Centropomidae) from coastal lagoons in Guerrero, Mexico. *Parasitology Research* **107**, 59- 66.
- Yamada, F.H., Takemoto, R.M. & Pavanelli, G.C.** (2008) Relação entre fator de condição relativo (Kn) e abundância de ectoparasitos de brânquias, em duas espécies de ciclídeos da bacia do rio Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* **30**, 213-217.
- Zar, J.H.** (2010) *Biostatistical analysis*. 5^a ed. 944 pp. New Jersey, Prentice Hall.
- Zuben, C.J.V.** (1997) Implicações da agregação espacial de parasitas para a dinâmica populacional na interação hospedeiro-parasita. *Revista de Saúde Pública* **31**, 523-530.

Anexo 2

Journal of Helminthology

Editor

John Lewis, Royal Holloway, University of London, UK

ISSN: 0022-149X EISSN: 1475-2697

Frequency: 4 Issue(s) per year

Journal of Helminthology publishes original papers, review articles and short communications on all aspects of pure and applied helminthology, particularly those helminth parasites of environmental health, medical or veterinary importance. Research papers on helminths in wildlife hosts, including plant and insect parasites, are also published along with taxonomic papers contributing to the systematics of a group. The journal will be of interest to academics and researchers involved in the fields of human and veterinary parasitology, public health, microbiology, ecology, epidemiology and biochemistry.

Online submission

All manuscripts should be submitted online at:

<http://www.editorialmanager.com/joh>

After submitting your manuscript, you will receive an email acknowledging receipt of the manuscript and providing the manuscript reference number. You should quote the reference number of your manuscript in all correspondence relating to your manuscript. Please ensure that your manuscript is uploaded in the correct file formats and using the correct journal styles. You should particularly note the following instructions: - The uploaded manuscript must be saved as a DOC file (not DOCX) or an RTF file. - The manuscript file should include title, authors, email address of corresponding author, abstract (250 words), main text, references and captions for tables and figures. - All figures should be uploaded in TIF format as separate files, and saved at final size and at appropriate resolution. Colour figures must be saved as CMYK (not RGB). Large files can be uploaded as ZIP files. - Tables must be inserted at the end of the main document, not supplied as separate files. - A cover letter must be supplied at initial submission. This can be uploaded as a separate file.

The cover letter must contain a statement that the manuscript is an original contribution that has not been published elsewhere in substantially the same form, that it is not currently under consideration elsewhere, and that permission has been obtained for any copyrighted material used. You will be given the opportunity during submission to suggest preferred referees, although your suggested referees will not necessarily be used. If you have any queries about the submission process, please contact the editorial office at: jhelm@cambridge.org.

Categories of paper

The Editor welcomes original, creative, high-quality contributions suitable for the journal's international readership. There are no page charges for papers published in Journal of Helminthology.

The journal accepts the following contributions:

Research Articles This category is intended for full-scale studies of an appropriate length.

Reviews Journal of Helminthology will publish scholarly, comprehensive reviews that summarise and critically evaluate research in the field, addressing and identifying future implications. Reviews may be invited by the Editor but may also be submitted. Authors wishing to submit papers in this category are advised to contact the Editor before doing so.

Short Communications This category is for short, definitive reports of exciting developments with the potential for wider application and further exploration. Manuscripts should be formatted as for full length papers but should keep figures and tables preferably to one of each maximum. References should be restricted to the essential only and the article should take up no more than four pages of the journal.

Commentaries Papers in this section provide readers of Journal of Helminthology with focused, view-point coverage of topical issues which are of high current interest. Articles of this type will be invited but may also be

submitted. Authors wishing to submit articles for this section are asked to consult with the Editor. Acceptance or rejection of the commentary is at the discretion of the Editor, and commentaries will be peer reviewed. Also, the Editor may request or allow a response to the commentary.

Originality and copyright

To be published in *Journal of Helminthology*, a manuscript cannot have been published previously, nor can it be under review for publication elsewhere. Papers with multiple authors are reviewed in the assumption that all authors have contributed materially to the research report, have approved the submitted manuscript and concur with its submission to *Journal of Helminthology*. Authors of papers published in the journal assign copyright to Cambridge University Press, with certain rights reserved by the author. Before your manuscript can be accepted for publication in the journal, the corresponding author must mail the signed =to the following address: *Journal of Helminthology*, Journals Production, Cambridge University Press, Shaftesbury Road, Cambridge CB2 8RU. You can download the standard copyright form and the open access copyright form here. You can also email a signed copy of your transfer of copyright form to the Production Editor at: jhlproduction@cambridge.org. If you plan to include material that has been published elsewhere and/or is under copyright of a third party, it is the authors' responsibility to obtain permission to re-use or reproduce this material in the paper and to include necessary credits in the paper. When you submit your manuscript, please upload signed copies of any permission agreements. You can find suggestions about how to word your letters requesting permission to use material owned by a third party here.

Manuscript preparation and style

All contributions must be written in English. Papers should be as concise as clarity permits, and figures should be restricted to the minimum number required for a clear explanation. You should ensure that text, figures, tables, citations and references adhere to the journal styles described in this document. An EndNote style for the Journal can be downloaded here.

The Title page should contain the full title of the paper, the full names and affiliations of all authors, a short title for the running headline, and an email address for the corresponding author. The title should be an accurate representation of the content of the paper, it should identify the organism (where applicable), and it should not contain abbreviations, technical jargon or esoteric terms. Use an initial capital only in the title, except for proper nouns. In Short Communications, add the text 'Short Communication: ' at the start of the title of your paper.

The Abstract should be an unstructured abstract. It must not exceed 250 words, but it must provide the reader with a self-contained summary of the paper. It should include a brief introduction to the paper, the method, the key findings and the conclusions.

The Body of the manuscript should be broken into sections, such as the Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements, References. In Short Communications, the results and the discussion should be described and discussed under one heading 'Results and Discussion'.

Please ensure that all headings conform to journal style: - Main headings typed in bold with an initial capital only: 'Summary', 'Materials and methods' - Subheadings: typed in italic (except for those words and symbols which would be italicized in the text), e.g. 'Sample collection'.

You should identify within the text where figures and tables should be inserted. Use standard abbreviations (e.g. fig. and figs.), use metric units, use British rather than American spellings, and use 'z' not 's' spellings in words with 'ize'. Use italics for taxonomic nomenclature. You should cite all figures, tables and Supplementary files within the text. Figures/tables should be numbered sequentially as they appear in the text. Refer to 'online Supplementary Material at <http://journals.cambridge.org/jhl>'.

For research citations, use '&' for two authors and 'et al.' for three or more authors. Use a, b etc. as defined by the alphabetical order in the Reference list if citing more than one paper by the same author. Arrange chronologically by year of publication in the citation. For example, '(Blackman et al., 1994; Roberts & Kumar, 1995)'. Use the styles 'Polaszek (1996)', 'Zhang & Hewitt (1997)' and 'Harry et al. (1998)' at the start of or within a sentence. Otherwise use '(Polaszek, 1996)', '(Taylor & Davies, 1989)' or '(Hu et al., 1996)'.

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.

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 XXXXXXXX)”. 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.”

Statement of interest Please provide details of all known financial, professional and personal relationships with the potential to bias the work. Where no known conflicts of interest exist, please include the following statement: “None.”

Ethical standards Where research involves human and/or animal experimentation, the following statements should be included (as applicable): “The authors assert that all procedures contributing to this work comply with the ethical standards of the relevant national and institutional committees on human experimentation and with the Helsinki Declaration of 1975, as revised in 2008.” and “The authors assert that all procedures contributing to this work comply with the ethical standards of the relevant national and institutional guides on the care and use of laboratory animals.”

In the References, use the main heading ‘References’. Arrange the references alphabetically, with no space between author initials, and use ‘&’ for last author. All words in the journal title should be spelled out in full and should start with an initial capital. The article name should have an initial capital for the first word, and use lower case for all other words that are not proper nouns. For example:

Journal

Molloy, S., Holland, C. & O'Regan, M. (1995) Population biology of *Pomphorhynchus laevis* in brown trout from two lakes in the west of Ireland. *Journal of Helminthology* **69**, 229–23

Book

Bailey, N.T.J. (1995) *Statistical methods in biology*. 3rd edn. 255 pp. Cambridge, Cambridge University Press.

Chapter in a book

Sanderson, C. J. (1993) Cytokines active in eosinophils. pp. 274–284 in Makino, S. & Fukuda, T. (Eds) *Eosinophils: biological and clinical aspects*. Boca Raton, CRC Press.

Online publications If a paper is published online, but has not yet been published in a printed issue, please list the article’s doi in the reference list. Once the paper has been published in print, the full reference should be given in the usual way. References to websites should state the date that the website was accessed, as well as the URL.

Figures

All figure files should be saved as TIFs, at final size and at appropriate resolution (600–1200 dpi for artwork and 300 dpi for photographs). Other file formats or figures ‘pasted’ into Word files are not accepted. Colour figures should be saved in CMYK (not RGB). Colour figures are published online free of charge, and they can be published in colour in print at a cost of £350 per page. Design your figures with the journal’s page format in mind (column width 80mm, with a text area of 170×225 mm), making best use of page space. Use a sans-serif font, such as 9pt Arial or Helvetica. Do not include the figure number (e.g. Fig. 1) within the figure. However, in figures that are made up of multiple parts, you should include labels in lower-case font for each part of the figure: (a), (b), (c) etc. Figure captions should be inserted at the end of the main text file, not typed within the figure. Labels on graph axes must have an initial capital and they should run along the graph axes, not perpendicular to the axes.

Tables

Tables should be placed in the main manuscript file at the end of the document, not within the main text. Each table should be placed on a separate page and its approximate position in the text must be indicated in the typescript. Tables must be supplied in a modifiable format, not as graphics. Large tables or additional tables could be submitted as online-only Supplementary Material. Your tables should be designed, whenever possible, to be printed in the normal orientation of the text. Place a single rule at the top and at the foot of the table and below the column headings. Within the body of the table, the data should be grouped so as to make the use of rules unnecessary (do not use horizontal and vertical lines within the body of the table). Do not use any background shading. Use an initial capital in column headings and row headings. Type the table number and a short title at the top of the table. Supplementary Material

The online platform gives authors the opportunity to include material that it would be impossible or impractical to include in the printed version, for example, extensive datasets, 3D structures/images or video files. You must upload Supplementary Material at the same time that you submit your manuscript. If accepted, this material will be placed online with the published article. Authors should ensure that they mention within their article that Supplementary Material is available on the journal's website. At the head of the first page of your Supplementary Material file, type 'Journal of Helminthology', the article title, the names of the authors, and then the relevant inclusions. Please note that (unlike figures included in the printed article) captions or legends should be included for all figures and tables in Supplementary Material. You should number figures or tables with the prefix 'S', e.g. Supplementary Figure S1, Supplementary Table S1. Although Supplementary Material is peer reviewed, it is not copyedited or typeset and it is loaded onto the journal's website exactly as supplied. You should check your files carefully. Corrections cannot be made to the Supplementary Material after acceptance of the manuscript. Please bear this in mind when deciding what content to include as Supplementary Material.

Cambridge Open Option

The Cambridge Open Option allows authors the option to make their articles freely available to everyone, immediately on publication. Further information can be found [here](#).

(Revised 5th July 2013)