

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**Supracomunidade de helmintos associados a
anfíbios: uso do hábitat, modo reprodutivo
dos hospedeiros e distribuição espacial dos
parasitas**

Gislayne de Melo Toledo

Botucatu
2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**Supracomunidade de helmintos associados a anfíbios:
uso do hábitat, modo reprodutivo dos hospedeiros e
distribuição espacial dos parasitas**

Gislayne de Melo Toledo

Orientador: Prof. Dr. Luciano Alves dos Anjos

Coorientador: Prof. Dr. Reinaldo José da Silva

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biotecnologia da Universidade Estadual
Paulista - UNESP, campus de Botucatu,
como parte dos requisitos para obtenção do
Título de Mestre em Ciências Biológicas,
Área de Concentração: Zoologia.

Botucatu

2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO DE AQUIS. E TRAT. DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: *ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE*

Toledo, Gislayne de Melo.

Supracomunidade de helmintos associados a anfíbios: uso do hábitat, modo reprodutivo dos hospedeiros e distribuição espacial dos parasitas / Gislayne de Melo Toledo - Botucatu, 2013

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Luciano Alves dos Anjos

Coorientador: Reinaldo José da Silva

Capes: 21302022

1. Anuro. 2. Anfíbio - Parasito. 3. Helminto. 4. Mata Atlântica.
5. Relação hospedeiro-parasito.

Palavras-chave: Anuro; Comunidade componente; Guilda; Parasitas; Mata Atlântica.

Dedico

Aos meus pais Sônia e Damas,

Ao meu marido Heleno,

Por todo amor e carinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por todas as maravilhas que tem feito em minha vida, por iluminar e abençoar meus caminhos e meu trabalho.

“Tudo posso em Jesus Cristo que me fortalece” Filipenses 4:13.

Aos meus pais, Sônia Marta e Benedito Damas pelo amor incondicional, por acreditarem nos meus sonhos e por me darem todo apoio para realizar cada um deles. Aos meus irmãos, Fernando e Leandro, pela amizade, pela força e pelo exemplo que são para mim. Amo vocês!!

Ao meu marido, companheiro e amigo, Heleno Brandão, obrigada por toda compreensão, carinho e apoio. Sua fé em mim me fez superar limites que eu nem sabia que seria capaz. Te amo muito meu Brands!!!

Aos meus queridos familiares pela força, pela união e pela alegria contagiante de sempre. Vocês são muito importantes na minha vida!

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Luciano Alves dos Anjos e Prof. Dr. Reinaldo José da Silva, muito obrigada pela confiança, por todo conhecimento transmitido, paciência e dedicação ao longo destes anos de trabalho.

As amigas Bárbara Gutzlaff e Érika Romão pela linda e sincera amizade, sempre me apoiando e incentivando na busca pela concretização dos meus objetivos de vida. Muito obrigada por tudo!

Aos colegas do Laboratório de Parasitologia de Animais Silvestres: Aline Aguiar, Aline Angelina, Aline Zago, Alison, Carla Madelaire, Drausio, Érica, Fábio, Hélen Akemi, Hélen Brunhari, Helena, Karla Campião, Lidiane Firmino, Lidiane Franscenchini, Roberta Velota, Rodney, Vanessa, muito obrigada pelo companheirismo, pela amizade e trocas de experiências.

Aos funcionários do Departamento de Parasitologia pelos inúmeros favores prestados e aos funcionários da seção de Pós-Graduação pela compreensão, paciência, profissionalismo e dedicação aos alunos.

À Universidade Estadual Paulista, ao Programa de Pós Graduação em Zoologia e ao Departamento de Zoologia e pela oportunidade de realizar o mestrado.

Aos proprietários das terras onde foram realizados os trabalhos de campo, que permitiram a pesquisa.

À CNPq pela bolsa de estudo concedida para a realização deste trabalho.

A todos os amigos e amigas que contribuíram de forma direta e indireta nas horas de dificuldades e conquistas para que eu conseguisse chegar até o final deste trabalho.

"A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original."

(Albert Einstein)

Sumário

Resumo.....	01
Abstract.....	03
Introdução Geral.....	06
Referências Bibliográficas.....	09
Artigo 1 - Helmintofauna de 14 espécies de anuros vivendo em um ambiente perturbado em São Luis do Paraitinga, São Paulo, Brasil	
Resumo.....	14
Abstract.....	15
1. Introdução.....	16
2. Material e métodos.....	17
2.1. Área de estudo.....	17
2.2. Anfíbios hospedeiros.....	18
2.3. Coleta, preparo e identificação dos helmintos.....	19
2.4. Análise de dados.....	20
3. Resultados.....	20
4. Discussão.....	37
5. Referências Bibliográficas.....	39
Artigo 2 - Composição e estrutura da comunidade de helmintos de 14 espécies de anuros vivendo em um ambiente alterado em São Luis do Paraitinga, SP, Brasil.	
Resumo.....	47
Abstract.....	48
1. Introdução.....	49
2. Material e métodos.....	51
2.1. Área de estudo.....	51
2.2. Anfíbios hospedeiros.....	51
2.3. Coleta, preparo e identificação dos helmintos.....	52
2.4. Análise de dados.....	53
3. Resultados.....	57
4. Discussão.....	64
5. Referências Bibliográficas.....	67
Artigo 3 - Parasitas da espécie introduzida <i>Lithobates catesbeianus</i> e de uma comunidade de anfíbios nativos de Mata Atlântica	
Resumo.....	74
Abstract.....	75
1. Introdução.....	76
2. Material e métodos.....	78
2.1. Área de estudo.....	78
2.2. Anfíbios hospedeiros.....	79
2.3. Coleta, preparo e identificação dos helmintos.....	79
2.4. Análise de dados.....	80
3. Resultados.....	80
4. Discussão.....	85
5. Referências Bibliográficas.....	88
Considerações Finais.....	93

Resumo

O Brasil é o país que concentra a maior riqueza de espécies de anfíbios, e diversas características ecológicas do hospedeiro e a sua distribuição geográfica são fatores que influenciam na composição e estrutura das comunidades de parasitas. No entanto, poucos estudos sobre comunidades de parasitas associadas à guildas de hospedeiros têm sido realizados. Os objetivos deste estudo foram: avaliar a composição e estrutura da comunidade de helmintos de anfíbios de acordo com suas características reprodutivas e uso do hábitat pelo hospedeiro; determinar a riqueza e diversidade comunidade parasitária; e avaliar a distribuição espacial dos helmintos parasitas. Foram necropsiados 184 espécimes de anuros pertencentes às seguintes espécies: *Dendropsophus anceps*, *Hypsiboas albopunctatus*, *H. faber*, *H. lundii*, *H. polytaenius*, *Ischnocnema guentheri*, *Leptodactylus fuscus*, *L. labyrinthicus*, *L. latrans*, *Lithobates catesbeianus*, *Physalaemus cuvieri*, *Proceratophrys boiei*, *Rhinella icterica* e *R. ornata*. As espécies de anfíbios amostradas foram agrupadas em seis guildas de acordo com as características reprodutivas e uso do hábitat pelo anfíbio. Foram registrados 13 taxa de helmintos: nematóides não identificados da família Cosmocercidae, *Falcaustra mascula*, *Ochoterenella* sp., *Ochoterenella vellardi*, *Oswaldocruzia subauricularis*, *Physaloptera* sp., *Raillietnema simplex*, *Rhabdias* sp., *Schrankiana* sp., *Gorgoderina parvicava*, *Haematoloechus fuelleborni*, *Polystoma cuvieri* e larva de Cestoda. Os parasitas mais comuns foram os cosmocercídeos não identificados seguido por *O. subauricularis* e *Rhabdias* sp. *Leptodactylus latrans*, *H. faber* e *R. icterica* foram as espécies de hospedeiros que apresentaram as maiores valores de intensidades médias de infecção e riqueza parasitária. Foi observado que *L. catesbeianus*, espécie introduzida na área de estudo, teve menor prevalência e riqueza de parasitas do que as espécies nativas. Nenhuma espécie de parasita da região nativa de *L. catesbeianus* foi encontrada neste estudo. As espécies de helmintos na supracomunidade apresentaram um

padrão de agregação próximo ao máximo, mas nas guildas esse mesmo padrão não foi observado. As guildas formadas por espécies de anuros com maior associação a ambientes aquáticos foram as que apresentaram maiores valores de abundância, riqueza e diversidade parasitária. As espécies de hospedeiros que apresentam um contato maior com ambiente aquático apresentaram uma fauna parasitária mais diversificada do que aquelas espécies que não apresentam este comportamento.

Palavras-chave: anfíbios, comunidade componente, guilda, introdução biológica, parasitas, Mata Atlântica

Abstract

Brazil is the country that has the largest number of species of amphibians, and various ecological characteristics and geographical distribution of the host are factors that influence the composition and community structure of parasites. However, few studies on communities of parasites associated with host guilds have been realized. The aims of this study were: to evaluate the composition and structure helminth community of amphibians according to their reproductive characteristics and habitat use by the host; to determine the parasite community richness and diversity, and to evaluate the spatial distribution of helminth parasite. Were necropsied 184 specimens of frogs belonging to the following species: *Dendropsophus anceps*, *Hypsiboas albopunctatus*, *H. faber*, *H. lundii*, *H. polytaenius*, *Ischnocnema guentheri*, *Leptodactylus fuscus*, *L. labyrinthicus*, *L. latrans*, *Lithobates catesbeianus*, *Physalaemus cuvieri*, *Proceratophrys boiei*, *Rhinella icterica* and *R. ornata*. The amphibian species sampled were grouped into six guilds according to the reproductive characteristics and habitat use by amphibian. Were registered 13 taxa of helminths: nematodes unidentified family Cosmocercidae, *Falcaustra mascula*, *Ochoterenella* sp., *Ochoterenella vellardi*, *Oswaldocruzia subauricularis*, *Physaloptera* sp., *Raillietnema simplex*, *Rhabdias* sp., *Schrankiana* sp., *Gorgoderina parvicava*, *Haematoloechus fuelleborni*, *Polystoma cuvieri* and larvae of Cestoda. The most common parasites were the cosmocercídeos the unidentified followed by *O. subauricularis* and *Rhabdias* sp. *Leptodactylus latrans*, *H. faber* and *R. icterica* were host species with the highest values of mean intensities of infection and parasite richness. It was observed that *L. catesbeianus*, introduced species in the study area, had lower prevalence and richness of parasites than native species. No species of parasite native region of *L. catesbeianus* was found in this study. The helminth species in supracomunidade showed a pattern of aggregation near maximum, but in guilds this same pattern was not observed. The guilds

formed by frog species most associated to aquatic environments showed the highest values of abundance, richness and diversity of parasites. Host species that have more contact with aquatic environment showed a parasite fauna more diverse than those species that do not exhibit this behavior.

Keywords: amphibians, component community, guild, introducing biological, parasites, Atlantic Rainforest

Introdução Geral

Introdução Geral

O Brasil possui a maior diversidade em espécies de anfíbios, 946 espécies descritas, sendo 913 da ordem Anura, segundo a última revisão divulgada pela Sociedade Brasileira de Herpetologia (SEGALLA *et al.*, 2012). No entanto, a questão da degradação de habitats coloca em risco toda essa megadiversidade (YOUNG *et al.*, 2001; LIPS *et al.*, 2005; BECKER *et al.*, 2007). A degradação ambiental é um reflexo do histórico de ocupação e da exploração desordenada dos recursos naturais, pelos seres humanos, e colocou a Mata Atlântica entre os 34 *hotspots* mais ameaçados do mundo (MYERS *et al.*, 2000; MITTERMEIER *et al.*, 2004).

A Mata Atlântica contém uma alta diversidade de espécies e é caracterizada por altos níveis de endemismo (MORELLATO & HADDAD, 2000). No caso dos anfíbios, aproximadamente 49% das espécies (405) ocorrem na Mata Atlântica e cerca de 40% das espécies (327) são endêmicas deste bioma (HADDAD & PRADO, 2005).

O uso desordenado da terra pelas populações humanas resultou na fragmentação de ecossistemas naturais (WILCOX & MURPHY, 1985; ALFORD & RICHARDS, 1999) no qual, a maior parte se encontra na forma de fragmentos florestais isolados e perturbados, inseridos em um mosaico fortemente modificado e explorado pela atividade antrópica (VIANA, 1995; VIANA *et al.*, 1997). Este modelo de fragmentação expôs a fauna de anfíbios a um processo de declínio populacional e extinções, pois o mosaico por diversas vezes, atua como uma barreira ao fluxo gênico (WILCOVE *et al.*, 1986), ou impedem os anfíbios de cruzarem estas barreiras até encontrar os sítios de reprodução que frequentemente estão fora dos habitats naturais (BECKER *et al.*, 2007).

Embora seja de grande relevância, o conhecimento dos processos ecológicos dos parasitas e patógenos sobre as espécies de hospedeiro em declínio (MCCALLUM & DOBSON, 1995, 2002) os efeitos da fragmentação de habitat sobre a dinâmica dos

parasitas tem recebido pouca atenção (MCCALLUM & DOBSON, 2002; HAMANN *et al.*, 2006; MCKENZIE, 2007). Os estudos enfocando a influência de fatores bióticos (*e.g.*, composição das comunidades de hospedeiros) e fatores abióticos (*e.g.*, estrutura e fragmentação do hábitat) sobre a fauna de parasitas também são escassos (TAKEMOTO & PAVANELLI, 2000).

A estrutura da comunidade de parasitas depende de muitos fatores, incluindo história de vida do hospedeiro e do parasita (co-evolução) (JANOVY *et al.*, 1992; BROOKS *et al.*, 2006), característica da dieta, do hábitat e da distribuição geográfica dos hospedeiros (MCALPINE & BURT, 1998; POULIN, 1998; BOLEK & COGGINS, 2003; ZELMER *et al.*, 2004). Contudo, a relação entre os aspectos da ecologia reprodutiva dos hospedeiros e a composição da helmintofauna tem sido negligenciada em estudos que envolvem ecologia do parasitismo (HAMANN *et al.*, 2009).

Ecólogos estão estudando cada vez mais sobre a diversidade funcional, ou seja, a distribuição de indivíduos de diferentes espécies ao longo de várias dimensões de nicho, como forma de compreender as propriedades da comunidade (TILMAN, 2001; MASON *et al.*, 2005; PETCHEY & GASTON, 2006) com vistas em sua preservação. Segundo BUSH *et al.* (1997), a supracomunidade é composta por todos os parasitas de todas as espécies associados a todas as espécies hospedeiras em um ecossistema. Dentre os vários níveis hierárquicos em que podemos estudar a interação parasita-hospedeiro, o estudo da supracomunidade de parasitas pode ser realizado focando na identidade do(s) hospedeiro(s). Sob esta perspectiva, ZANDER (1998) e ZANDER *et al.* (2000) estudaram a comunidade de parasitas encontradas em guildas de hospedeiros, e denominou “guild communities” (ZANDER, 1998). Poucos estudos têm sido conduzidos com este “enfoque” e estes estudos poderiam permitir um conjunto adicional de novas questões e abordagens ecológicas (AHO, 1990).

Os parasitas representam uma “diversidade invisível” dentro da biodiversidade que estamos acostumados a ver todos os dias e representam outro nível de diversidade, a qual contribui para moldar a diversidade que nós podemos “enxergar” (POULIN & MORAND, 2004). Compreender o que regula esta “diversidade invisível” é também um passo fundamental para a compreensão do nosso mundo vivo (POULIN & MORAND, 2004), que por sua vez poderá auxiliar o ser humano a desenvolver suas atividades de modo sustentável. Nenhuma espécie de parasita está em todo lugar, nem em todos os organismos de vida-livre. Existem restrições e fatores ecológicos que determinam se um parasita utiliza uma única espécie ou várias espécies de hospedeiro (especificidade); quando uma determinada espécie de parasita é rara enquanto outra é mais comum (abundância). Para um parasita o resultado destas restrições é expressa por quatro parâmetros: abundância, distribuição, especificidade e riqueza.

Se um parasita é comum ou raro, a segunda questão que surge é a sua relação com o espaço ocupado no ambiente como um todo (COMBES, 2005). Associada a estas questões teóricas, o efeito da degradação antrópica de ecossistemas e o conseqüente declínio populacional e extinção de anfíbios (BECKER *et al.*, 2007; ANJOS, 2008) pode ser estudado através de medidas indiretas e bioindicadores como, por exemplo, a interação parasito-hospedeiro (MARCOGLIESE, 2005; VIDAL-MARTINEZ, 2009).

No decorrer desta dissertação serão apresentadas informações ecológicas sobre a helmintofauna de 14 espécies de anfíbios hospedeiros. A abordagem principal deste estudo foi analisar em que extensão o modo reprodutivo e o uso do hábitat pelo hospedeiro podem influenciar a composição e a estrutura da fauna de helmintos e avaliar como os parasitas estão distribuídos espacialmente no ambiente. Desta forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar a fauna de helmintos parasitas (supracomunidade) associados a uma comunidade de anfíbios da Mata Atlântica.

Referências Bibliográficas¹

- AHO, J.M. Helminthes communities of amphibians and reptiles: comparative approaches to understanding patterns and process. In: ESCH, G.W.; BUSH, A.O.; AHO, J.M. (Eds.) *Parasite Communities: patterns and process*. New York: Chapman and Hall, 1990, p.157-195.
- ALFORD, R.A.; RICHARDS, S.J. Global amphibian declines: A problem in applied ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v.30, p.133-165, 1999.
- ANJOS, L.A. *Efeito do uso da paisagem sobre as comunidades de anfíbios: uma comparação entre dois mosaicos rurais com diferentes históricos de ocupação*. 2008. 136f. Tese (Doutorado) – Instituto de Biologia Alberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2008.
- BECKER, C.G.; FONSECA, C.R.; HADDAD, C.F.B.; BATISTA, R.F.; PRADO, P.I. Habitat Split and the Global Decline of Amphibians. *Science*, v.318, p.1775-1777, 2007.
- BOLEK M.G.; COGGINS J.R. Helminth community structure of sympatric eastern American toad, *Bufo americanus americanus*, northern leopard frog, *Rana pipiens*, and blue-spotted salamander, *Ambystoma laterale*, from southeastern Wisconsin. *Journal of Parasitology*, v.89, n.4, p.673-680, 2003.
- BROOKS D.R.; LEÓN-RPGAGNON V.; MCLENNAN D.A.; ZELMER D. Ecological fitting as a determinant of the community structure of platyhelminth parasites of anurans. *Ecology*, v.87, p.S76-S85, 2006.
- BUSH, A.O.; LAFFERTY, K.D.; LOTZ, J.M.; SHOSTAK, A.W. Parasitology meets ecology on its terms: Margolis *et al.* revisited. *Journal of Parasitology*, v.83, n.4, p.575-583, 1997.
- COMBES, C. *The art of being a parasite*. Chicago: Chicago University Press, 2005. 291p.
- HADDAD, C.F.B.; PRADO, C.P.A. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic forest of Brazil. *BioScience*, v.55, n.3, p.207-217, 2005.
- HAMANN, M.I.; KEHR, A.I.; GONZA, C.E. Species affinity and infracommunity ordination of helminths of *Leptodactylus chaquensis* (Anura: Leptodactylidae) in two contrasting environments from Northeastern Argentina. *Journal of Parasitology*, v.92, n.6, p.1171-1179, 2006.

¹ Referências apresentadas segundo normatização da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

- HAMANN, M.I.; KEHR, A.I.; GONZÁLEZ, C.E.; DURÉ, M.I.; SCHAEFER, E.F. Parasite and reproductive features of *Scinax nasicus* (Anura: Hylidae) from a south American Subtropical area. *Interciencia*, v.34, n.3, p.214-218, 2009.
- JANOVY J.; CLOPTON R.E.; PERCIVAL T.J. The roles of ecological and evolutionary influence in providing structure to parasite species assemblages. *Journal of Parasitology*, v.78, n.4, p.630-640, 1992.
- LIPS, K.R.; BURROWES, P.A.; MENDELSON III, J.R.; PARRA-OLEA, G. Amphibian Declines in Latin America: Widespread Population Declines, Extinctions, and Impacts. *Biotropica*, v.37, n.2, p.163-165, 2005.
- MARCOGLIESE, D.J. Parasites of the superorganism: are they indicators of ecosystem health? *International Journal for Parasitology*, v.35, n.7, p.705-16, 2005.
- MASON, N.W.H.; MOUILLOT, D.; LEE, W.G.; WILSON, J.B. Functional richness, functional evenness and functional divergence: The primary components of functional diversity. *Oikos*, v.111, n.1, p.112-118, 2005.
- MCALPINE, D.F.; BURT, M.D.B. Helminths of bullfrogs, *Rana catesbeiana*, green frogs, *R. clamitans*, and leopard frogs, *R. pipiens* in New Brunswick. *Canadian Field-Naturalist*, v.112, p.50-68, 1998.
- MCCALLUM, H.; DOBSON, A. Detecting disease and parasite threats to endangered species and ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution*, v.10, n.5, p.190-194, 1995.
- MCCALLUM, H.; DOBSON, A. Disease, habitat fragmentation and conservation. *Proceeding of the Royal Society of London - Series B: Biological Sciences*, v.269, p.2041-2049, 2002.
- MCKENZIE, V. Human land use and patterns of parasitism in tropical amphibian hosts. *Biological Conservation*, v.137, n.1, p.102-116, 2007.
- MITTERMEIER, R.A.; GIL, P.R.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, J.; MIITERMEIER, C.G.; LAMOURUX, J.; FONSECA, G.A.B. *Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. Washington: Cemex, 2004. 390p.
- MORELLATO, L.P.; HADDAD, C.F.B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica*, v.32, n.4b, p.786-792, 2000.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v.403, p.853-858, 2000.

- PETCHEY, O.L.; GASTON, K.J. Functional diversity: Back to basics and looking forward. *Ecology Letters*, v.9, n.6, p.741-758, 2006.
- POULIN, R. *Evolutionary ecology of parasites*. London: Chapman and Hall, 1998. 212p.
- POULIN, R.; MORAND, S. *Parasite biodiversity*. Washington: Smithsonian Books, 2004. 216 p.
- SEGALLA, M.V.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C.A.G.; GARCIA, P.C.A.; GRANT, T.; HADDAD, C.F.B.; LANGONE, J. Brazilian amphibians – List of species. Sociedade Brasileira de Herpetologia. 2012. Disponível em: <http://www.sberpetologia.org.br>. Acesso em: 15 jan 2013.
- TAKEMOTO, R.M.; PAVANELLI, G.C. Aspects of the ecology of Proteocephalid cestóides parasites of *Sorubim lima* (Pimelodidae) of the upper Paraná River, Brazil: I. Structure and influence of host's size and sex. *Structure*, v.60, n.4, p.577-584, 2000.
- TILMAN, D. Functional diversity. In: LEVIN, S.A. (Ed.). *Encyclopedia of biodiversity*. New York: Academic Press, 2001. p.109-120.
- VIANA, V.M. Conservação da biodiversidade de fragmentos de florestas tropicais em paisagens intensamente cultivadas. In: *Abordagens interdisciplinares para a conservação da biodiversidade e dinâmica do uso da terra no novo mundo*. Gainesville: Conservation International do Brasil/Universidade Federal de Minas Gerais/University of Florida, 1995. p.135-154.
- VIANA, V.M.; TABANEZ, A.A.J.; BATISTA, J.L. Restoration and management of fragmented landscapes. In: LAURANCE, W.F.; BIERREGAARD, R.O. (Eds.). *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. Chicago: University of Chicago Press, 1997. p.347-365.
- VIDAL-MARTINEZ, V.M.; PECH, D.; SURES, B.; PURUCKER, S.T.; POULIN, R. Can parasites really reveal environmental impact? *Trends in Parasitology*, v.26, n.1, p.44-51, 2009.
- WILCOVE, D.S.; MCLELLAN, C.H.; DOBSON, A.P. Habitat fragmentation in the temperate zone. In: SOULÉ, M.E. (Ed.). *Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity*. 1ª ed. Sunderland: Sinauer Associates, 1986. p.237-256.
- WILCOX, B.A.; MURPHY, D.D. Conservation strategy: the effects of fragmentation on extinction. *The American Naturalist*, v.125, n.6, p.879-887, 1985.
- YOUNG, B.E.; LIPS, K.R.; REASER, J.K.; IBÁÑEZ, R.; SALAS, A.W.; CEDEÑO, J.R.; COLOMA, LA.; RON, S.; LA MARCA, E.; MEYER, J.R.; MUÑOZ, A.;

- BOLAÑOS, F.; CHAVES, G.; ROMO, D. Population Declines and Priorities for Amphibian Conservation in Latin America. *Conservation Biology*, v.15, n.5, p.1213-1223, 2001.
- ZANDER, C.D. Ecology of Host Parasite Relationships in the Baltic Sea. *Naturwissenschaften*, v.85, n.9, p.426-436, 1998.
- ZANDER, C.D.; REIMER, L.W.; BARZ, K.; DIETEL, G.; STROHBACH, U. Parasite communities of the Salzhaff (Northwest Mecklenburg, Baltic Sea) II. Guild communities, with special regard to snails, benthic crustaceans, and small-sized fish. *Parasitology Research*, v.86, n.5, p.359-72, 2000.
- ZELMER, D.A.; ARAI, H.P. Development of nestedness: Host biology as a community process in parasite infracommunities of yellow perch (*Perca flavescens* (Mitchill)) from Garner Lake, Alberta. *Journal of Parasitology*, v.90, n.2, p.435-436, 2004.

Artigo 1: Helmintofauna de 14 espécies de anuros vivendo em um ambiente perturbado em São Luis do Paraitinga, São Paulo, Brasil

Comparative Parasitology

Resumo

No presente estudo foi avaliada a fauna de helmintos da comunidade de anuros proveniente de um fragmento de floresta secundária do município de São Luiz do Paraitinga, São Paulo. Foram necropsiados 184 espécimes de anuros pertencentes às seguintes espécies: *Dendropsophus anceps*, *Hypsiboas albopunctatus*, *H. faber*, *H. lundii*, *H. polytaenius*, *Ischnocnema guentheri*, *Leptodactylus fuscus*, *L. labyrinthicus*, *L. latrans*, *Lithobates catesbeianus*, *Physalaemus cuvieri*, *Proceratophrys boiei*, *Rhinella icterica* e *R. ornata*. Foram checados os órgãos do trato gastrointestinal, pulmões, rins, fígado, bexiga e a cavidade abdominal. Para avaliar a infecção parasitária foram utilizados os seguintes parâmetros: Prevalência (P), Riqueza Média (RM), Abundância Média (AM) e Intensidade Média da Infecção (IMI). Foram registrados 13 taxa de helmintos: nematóides não identificados da família Cosmocercidae, *Falcaustra mascula*, *Ochoterenella* sp., *Ochoterenella vellardi*, *Oswaldocruzia subauricularis*, *Physaloptera* sp., *Raillietnema simplex*, *Rhabdias* sp., *Schrankiana* sp., *Gorgoderina parvicava*, *Haematoloechus fuelleborni*, *Polystoma cuvieri* e larva de Cestoda. A prevalência total nos hospedeiros foi de 57,6%. *Rhinella icterica* apresentou a maior IMI ($39,7 \pm 7,8$), seguido por *H. faber* ($19,9 \pm 6,3$). Em média, cada espécie de hospedeiro apresentou riqueza de $3,1 \pm 0,7$ espécies de helmintos, sendo as maiores riquezas bruta encontradas em *L. latrans* ($S = 8$), *H. faber* e *R. icterica* ($S = 7$). Os parasitas mais comuns foram os Cosmocercidae não identificados seguido por *O. subauricularis* e *Rhabdias* sp. Os nematóides *R. simplex* e *Schrankiana* sp. ocorreram apenas em *H. faber*; o monogenético *Polystoma cuvieri* foi encontrado somente em *Ph. cuvieri*. Novos registros de hospedeiros são relatados para *O. subauricularis*, larva de *Physaloptera* sp., *G. parvicava* e *H. fuelleborni*.

Palavras-chave: helmintos, anfíbios, comunidade componente, Mata Atlântica

Abstract

In the present study we evaluated the helminth fauna of the community anurans from a secondary forest fragment in São Luiz do Paraitinga, São Paulo State. Were necropsied 184 specimens of frogs belonging to the following species: *Dendropsophus anceps*, *Hypsiboas albopunctatus*, *H. faber*, *H. lundii*, *H. polytaenius*, *Ischnocnema guentheri*, *Leptodactylus fuscus*, *L. labyrinthicus*, *L. latrans*, *Lithobates catesbeianus*, *Physalaemus cuvieri*, *Proceratophrys boiei*, *Rhinella icterica* and *R. ornata*. We checked the organs of the gastrointestinal tract, lungs, kidneys, liver, urinary bladder and the coelomic cavity. To evaluate the parasitic infection were used the following parameters: Prevalence (P), Mean Richness (MR) e Mean Intensity Infection (MII). Were registered 13 *taxa* of helminths: nematodes unidentified family Cosmocercidae, *Falcaustra mascula*, *Ochoterenella* sp., *Ochoterenella vellardi*, *Oswaldocruzia subauricularis*, *Physaloptera* sp., *Raillietnema simplex*, *Rhabdias* sp., *Schrankiana* sp., *Gorgoderina parvicava*, *Haematoloechus fuelleborni*, *Polystoma cuvieri* and larvae of Cestoda. The overall prevalence among hosts was 57.6%. *Rhinella icterica* showed the highest MII (39.7 ± 7.8), followed by *H. faber* (19.9 ± 6.3). On average, each host species showed richness 3.1 ± 0.7 helminths, and the greatest overall richness found in *L. latrans* ($S = 8$), *H. faber* and *R. icterica* ($S = 7$). The most common parasites were Cosmocercidae unidentified followed by *O. subauricularis* and *Rhabdias* sp. The nematodes *R. simplex* and *Schrankiana* sp. occurred only in *H. faber*; *Polystoma cuvieri* was found only in *Ph. cuvieri*. New host records are reported for *O. subauricularis*, larvae *Physaloptera* sp., *G. parvicava* and *H. fuelleborni*.

Keywords: helminth, amphibians, infracommunity, Atlantic Rainforest

1. Introdução

A fauna de anuros nas regiões neotropicais é considerada a mais rica do mundo (Duellman e Trueb, 1994; Frost, 2013). Atualmente, já foram descritas mais de seis mil espécies de anfíbios em todo o mundo (Frost, 2013), e destas, 913 espécies ocorrem no Brasil, sendo considerada a mais rica fauna de anfíbios do planeta (Segall et al., 2012), provavelmente devido à variedade de ambientes ainda disponíveis (Duellman e Trueb, 1994). No entanto, ainda não há informações suficientes sobre a helmintofauna para a maioria destas espécies (Anjos, 2011).

Os primeiros trabalhos sobre nematóides de anfíbios brasileiros datam a primeira metade do século XIX, desenvolvidos a partir de amostras coletadas e estudadas por naturalistas europeus, principalmente por Natterer (Vicente et al., 1990). Lauro Travassos foi o pesquisador brasileiro pioneiro nesta área, divulgando dados referentes a estes parasitas no Brasil em 1917. Desde então, outros pesquisadores do país têm publicado trabalhos sobre este tema (Silva, 1954; Stumpf, 1982; Smales, 2007; Santos et al., 2008). Importantes revisões sobre nematóides e trematódeos foram feitas por Vicente et al. (1990) e Travassos et al. (1969), respectivamente, colaboraram significativamente para o conhecimento da helmintofauna dos anfíbios brasileiros, e, até hoje, são referências para identificação dos helmintos deste grupo de vertebrados.

A Mata Atlântica, dentre os biomas brasileiros, é o ecossistema que apresenta a maior riqueza de espécies de anuros (Haddad, 1998; Haddad e Prado, 2005; Cruz e Feio, 2007). Apesar dessa grande diversidade de anuros existente, trabalhos sobre fauna parasitária em anuros nessa região ainda são escassos (Boquimpani-Freitas et al., 2001; Martins e Fabio, 2005; Van Sluys et al., 2006; Pinhão et al., 2009; Klaion et al., 2011; Madelaire et al., 2012), por isso temos poucas informações sobre a composição das comunidades parasitárias nos anfíbios deste bioma.

O objetivo do presente estudo foi registrar a fauna de helmintos de anfíbios procedentes de área de Mata Atlântica, no município de São Luiz do Paraitinga, Estado de São Paulo, Brasil, e calcular os descritores ecológicos de parasitismo das infrapopulações registradas.

2. Material e métodos

2.1. Área de estudo

Os anfíbios foram coletados em um fragmento florestal inserido em uma propriedade particular no bairro do Bom Retiro (área rural), município de São Luiz do Paraitinga (23° 13'S; 45° 18'W) localizado na Serra do Mar, na região situada entre o Vale do Paraíba e o Litoral Norte do Estado de São Paulo (Figura 1).



Figura 1. Imagem da área de amostragem do fragmento selecionado no Bairro Bom Retiro, em São Luiz do Paraitinga, SP. (Fonte: Imagem de satélite do GoogleEarth – DigitalGlobe).

2.2. Anfíbios hospedeiros

Foram realizadas quatro expedições para coleta dos anfíbios, duas no ano de 2009 nos meses de fevereiro e novembro e duas nos meses de janeiro e fevereiro de 2010. Todas as coletas foram realizadas durante o período reprodutivo da maioria das espécies de anfíbios desta região (Giasson, 2008). Os anfíbios foram capturados através de busca ativa durante o período de atividade e em armadilhas de interceptação e queda (AIQ), que foram instaladas no interior do fragmento e na borda do riacho que passa próximo ao fragmento. Posteriormente, os animais foram transportados vivos para o laboratório onde foram necropsiados.

Os animais foram eutanaziados com solução de Tiopental sódico (Thiopentax[®]) e registrados o tamanho corpóreo (comprimento rostro-cloacal, CRC) com o auxílio de um paquímetro digital (precisão 0,01mm) e a massa corpórea com o auxílio de um dinamômetro (Pesola[®]). Para exame parasitológico foram examinados os órgãos do trato gastrointestinal, pulmões, rins, fígado, bexiga, cavidade abdominal.

No total foram coletados 184 anfíbios pertencentes a 14 espécies: *Dendropsophus anceps* (n = 1), *Hypsiboas albopunctatus* (n = 36), *H. faber* (n = 11), *H. lundii* (n = 2), *H. polytaenius* (n = 27) (Hylidae), *Ischnocnema guentheri* (n = 4) (Brachycephalidae), *Leptodactylus fuscus* (n = 2), *L. labyrinthicus* (n = 1), *L. latrans* (n = 36) (Leptodactylidae), *Lithobates catesbeianus* (n = 16) (Ranidae), *Physalaemus cuvieri* (n = 17) (Leiuperidae), *Proceratophrys boiei* (n = 11) (Cycloramphidae), *Rhinella icterica* (n = 18) e *R. ornata* (n = 2) (Bufonidae). A nomenclatura dos anuros e classificação das espécies em famílias segue a classificação proposta por Frost (2013) e Segall et al. (2012). Os anfíbios foram coletados de acordo com a Autorização para atividades com finalidade científica – IBAMA/SISBIO N° 18240-1.

2.3. Coleta, preparo e identificação dos helmintos

Os helmintos foram coletados e processados seguindo-se metodologias utilizadas por Amato et al. (1991) e após, conservados em solução de álcool 70% até o momento do preparo das lâminas temporárias para determinação da espécie.

Os nematóides foram clarificados com lactofenol de Aman (Andrade, 2000), montados em lâminas temporárias e identificados com o auxílio de microscópio. Para a determinação das espécies foram utilizadas as chaves de Yamaguti (1961), Vicente et al. (1990), Anderson et al. (2009) e Gibbons (2010).

Para a análise de trematódeos, cestóides e acantocéfalos, espécimes foram corados pela técnica do carmin clorídrico (Andrade, 2000; Rey, 2001). Para a determinação das espécies de trematódeos foram utilizados os trabalhos de Travassos et al. (1969), Yamaguti (1971) e Gibson et al. (2002). Para a determinação dos cestóides foram utilizados os trabalhos de Yamaguti (1959) e Schmidt (1986). Para a determinação das espécies de acantocéfalos foram utilizados os trabalhos de Yamaguti (1963) e Smales (2007).

Os dados morfométricos e fotomicrografias dos helmintos foram obtidos em sistema computadorizado para análise de imagens QWin Lite 3.1 e LAS V3 (Leica Application Suite), adaptado aos microscópios DMLB (Leica) e DM 5000B com contraste interferencial de fase. Todas as análises morfológicas e morfométricas foram realizadas no Laboratório de Parasitologia de Animais Silvestres, do Departamento de Parasitologia do Instituto de Biociências, Unesp-Botucatu.

Amostras de todos os helmintos coletados foram depositadas na Coleção Helminológica do Instituto de Biociências de Botucatu (CHIBB), Departamento de Parasitologia da Unesp, campus de Botucatu.

2.4. Análise de dados

Foram calculados descritores quantitativos do parasitismo como prevalência, abundância média, intensidade média, riqueza parasitária e a amplitude como padrões de infecção para todas as infrapopulações de parasitas encontrados, conforme Bush et al. (1997). Todos os valores correspondentes à média das variáveis são acompanhados do respectivo erro padrão. O termo infracomunidade se refere à comunidade de helmintos de um indivíduo da espécie hospedeira. Prevalência é o número de hospedeiros infectados com ao menos um parasita dividido pelo número total de hospedeiros examinados. Abundância média é o número total de uma espécie de parasita em particular encontrado em uma amostra, dividida pelo número total de hospedeiros examinados, tanto os infectados como os não-infectados. Intensidade média de infecção é o número total de uma dada espécie de parasita dividida pelo número de hospedeiros infectados com este parasita. A riqueza é descrita como o número total de espécies de parasitas. A riqueza média de espécies de helmintos é calculada como o número de espécies de parasitas dividido pelo número de hospedeiros infectados.

3. Resultados

Dos 184 anfíbios analisados 106 estavam infectados por pelo menos uma espécie de helminto (prevalência total = 57,6%). O número de hospedeiros parasitados variou desde poucos espécimes como em *H. polytaenius* (n = 2) e *L. catesbeianus* (n = 1) até todos os espécimes amostrados parasitados como em *D. anceps* (n = 1), *I. guentheri* (n = 4), *L. fuscus* (n = 2), *L. labyrinthicus* (n = 1) e *R. icterica* (n = 18) (Tabela 1). *Rhinella icterica* apresentou maior intensidade média de infecção ($39,7 \pm 7,8$) quando comparada aos outros hospedeiros (Tabela 1).

Tabela 1. Comunidade de anfíbios hospedeiros coletados em São Luiz do Paraitinga, São Paulo. Hospedeiros Parasitados (P), Hospedeiros Não Parasitados (NP), Prevalência (P%), Intensidade Média de Infecção (IMI \pm erro padrão) e Riqueza (S).

Hospedeiro	P	NP	P%	IMI \pm EP	S
Brachycephalidae					
<i>Ischnocnema guentheri</i>	4	0	-	2,8 \pm 0,5	1
Bufonidae					
<i>Rhinella icterica</i>	18	0	100	39,7 \pm 7,8	7
<i>Rhinella ornata</i>	1	1	-	2	1
Cycloramphidae					
<i>Proceratophrys boiei</i>	10	1	90,9	13,7 \pm 2,6	3
Hylidae					
<i>Dendropsophus anceps</i>	1	0	-	12	2
<i>Hypsiboas albopunctatus</i>	17	19	47,2	2,4 \pm 0,8	2
<i>Hypsiboas faber</i>	9	1	90,9	18,5 \pm 6,3	7
<i>Hypsiboas lundii</i>	1	1	-	4	1
<i>Hypsiboas polytaenius</i>	2	25	7,4	1	1
Leiuperidae					
<i>Physalaemus cuvieri</i>	15	2	88,2	5,9 \pm 1,2	5
Leptodactylidae					
<i>Leptodactylus fuscus</i>	2	0	-	5,5 \pm 3,5	1
<i>Leptodactylus labyrinthicus</i>	1	0	-	8	3
<i>Leptodactylus latrans</i>	23	13	63,9	9 \pm 2,9	8
Ranidae					
<i>Lithobates catesbeianus</i>	1	15	6,3	5	1

Em média, cada espécie de hospedeiro apresentou riqueza de $3,1 \pm 0,7$ helmintos. Na maioria das espécies de hospedeiros foram encontrados somente uma ou poucas espécies de helmintos, mas em *Physalaemus cuvieri* foi encontrado cinco espécies de parasitas, em *Hypsiboas faber* e *Rhinella icterica* foram encontrados sete espécies de parasitas e em *Leptodactylus latrans* foram encontradas oito espécies de parasitas (Figura 2).

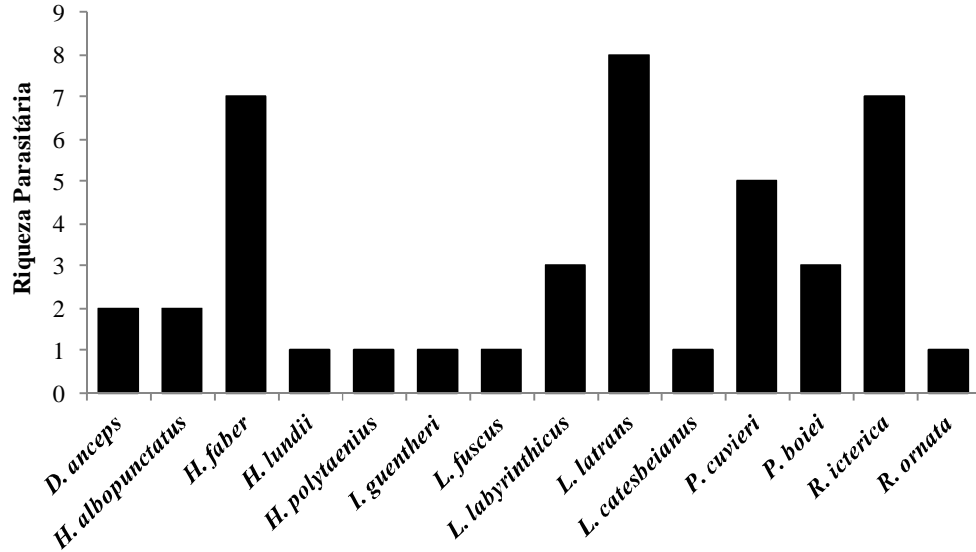


Figura 2. Riqueza parasitária encontrada nas espécies de hospedeiros amostrados em São Luiz do Paraitinga, SP, Brasil, durante o período de estudo.

Foram coletados 1427 helmintos pertencentes a 13 *taxa*: nematóides não identificados da família Cosmocercidae, *Falcaustra mascula*, *Ochoterenella* sp., *Ochoterenella vellardi*, *Oswaldocruzia subauricularis*, *Physaloptera* sp., *Raillietnema simplex*, *Rhabdias* sp., *Schrankiana* sp. (Nematoda), *Gorgoderina parvicava*, *Haematoloechus fuelleborni* (Trematoda), *Polystoma cuvieri* (Monogenea) e larva de Cestoda (Figuras 3 – 11).

Os nematóides representaram 69,2% do número total de espécies (n = 13), os trematódeos representaram 15,4%, os monogenóides 7,7% e os cestóides representaram 7,7%.

Nematoda Rudolphi, 1808

Cosmocercidae Travassos, 1925

Hospedeiro: *Dendropsophus anceps*, *Hypsiboas albopunctatus*, *H. faber*, *Ischnocnema guentheri*, *Leptodactylus fuscus*, *L. latrans*, *Lithobates catesbeianus*, *Physalaemus cuvieri*, *Proceratophrys boiei*, *Rhinella icterica* e *R. ornata*.

Prevalência e intensidade média de infecção: 1 de 1 (100%, 2) *D. anceps*; 16 de 36 (44,4%, 2,5 ± 0,9) *H. albopunctatus*; 6 de 11 (54,5%, 2,5 ± 0,9) *H. faber*; 4 de 4 (100%, 2,8 ± 0,5) *I. guentheri*; 2 de 2 (100%, 5,5 ± 3,5) *L. fuscus*; 15 de 36 (41,7%, 3,5 ± 0,7) *L. latrans*; 1 de 16 (6,3%, 5) *L. catesbeianus*; 14 de 17 (82,4%, 4,6 ± 1,2) *P. cuvieri*; 8 de 11 (72,7%, 8,0 ± 2,5) *P. boiei*; 11 de 18 (61,1%, 7,6 ± 2,6) *R. icterica*; e 1 de 2 (50%, 2) *R. ornata*.

Sítio de infecção: Intestino delgado e grosso.

Material depositado: CHIBB 4595, 4598-4605, 4607-11, 4615-16, 4619-21, 4637-40, 4642-43, 6259-77, 6284, 6290, 6293, 6315, 6319, 6321, 6323, 6331-36, 6340-44, 6358, 6360, 6366, 6369, 6371-73, 6375, 6377-79, 6381, 6526, 6529-30, 6533, 6535, 6537, 6540-41, 6546-47, 6549-50, 6555-56, 6558-60, 6562, 6564-65, 6990, 6996, 7007, 7009, 7012, 7018, 7024-25, 7037, 7040, 7044-45, 7049.

Comentários: Nematóides da família Cosmocercidae são parasitas intestinais de anfíbios e raramente répteis (Vicente et al., 1990). Devido a grande semelhança das fêmeas cogenéricas e a ausência de machos em diversas amostras a identificação do gênero não foi possível, sendo por esta razão a identificação feita apenas ao nível de família.

Raillietnema simples (Travassos, 1925), Travassos, 1927

Hospedeiro: *Hypsiboas faber*.

Prevalência e intensidade média de infecção: 1 de 11 (9,1%, 28) *H. faber*.

Sítio de infecção: Intestino grosso.

Outros hospedeiros registrados para o Brasil: *Hypsiboas faber* (Travassos, 1931).

Outros registros na América do Sul: *Hypsiboas faber* (Paraguai – McAllister et al., 2010).

Material depositado: CHIBB 6329.

Kathlaniidae Travassos, 1918

***Falcaustra mascula* (Rudolphi, 1819) Freitas e Lent, 1941**

Prevalência e intensidade média de infecção: 1 de 11 (9,1%, 37) *H. faber*; 5 de 36 (13,9%, $3,2 \pm 1,3$) *L. latrans*; e 6 de 18 (33,3%, $3,0 \pm 0,9$) *R. icterica*.

Sítio de infecção: Intestino delgado e grosso.

Outros hospedeiros registrados para o Brasil: *Crossodactylus gaudichaudii* (Gomes e Vicente, 1966), *Hypsiboas albopunctatus* (Holmes et al., 2008), *Hypsiboas faber* (Freitas e Lent, 1941), *Hylodes nasus* (Freitas e Lent, 1941), *Ischnocnema guentheri* (Martins e Fabio, 2005) *Ischnocnema parva* (Martins e Fabio, 2005), *Leptodactylus latrans* (Freitas e Lent, 1941; Vicente e Santos, 1976; Fabio, 1982; Rodrigues et al., 1982; Stumpf, 1982), *Leptodactylus labyrinthicus* (Freitas, 1955; Guimaraes et al., 1976; Rodrigues et al., 1982), *Leptodactylus rhodomystax* (Goldberg et al., 2007), *Rhinella icterica* (Rodrigues et al., 1982; Luque et al., 2005).

Outros registros na América do Sul: *Rhinella schneideri* (Argentina – González e Hamann, 2008), *Rhinella granulosa* (Paraguai – McAllister et al., 2010), *Rhinella schneideri* (Paraguai – Lent et al., 1946), *Leptodactylus latrans* (Paraguai – Lent et al., 1946)

Material depositado: CHIBB 6314, 6316, 6519, 6521, 6551, 6554, 6557, 6993, 7001, 7003, 7013, 7017, 7019, 7026, 7046.

Comentários: A forma de transmissão utilizada pelos parasitas da família Kathalanidae é pouco conhecida, tendo somente uma sugestão de Anderson (2000) de que as larvas se desenvolvam até o terceiro estágio fora do hospedeiro e então invadem vários invertebrados, que atuariam como hospedeiros paratênicos.

Molineidae Durette-Desset e Chabaud, 1977

***Oswaldocruzia subauricularis* (Rudolphi, 1819) Travassos, 1917**

Hospedeiro: *Hypsiboas faber*, *Leptodactylus latrans*, *Physalaemus cuvieri*, *Proceratophrys boiei* e *Rhinella icterica*.

Prevalência e intensidade média de infecção: 7 de 11 (63,6%, 6,1 ± 2,9) *H. faber*; 8 de 36 (22,2%, 2,4 ± 0,6) *L. latrans*; 1 de 17 (5,9%, 3) *P. cuvieri*; 7 de 11 (63,6%, 7,3 ± 3,4) *P. boiei*; e 14 de 18 (77,8%, 19,4 ± 6,4) *R. icterica*.

Sítio de infecção: Estômago, intestino delgado e intestino grosso.

Outros hospedeiros registrados para o Brasil: *Hypsiboas faber* (Vicente et al., 1990), *Trachycephalus mesophaeus* (Vicente et al., 1990), *Leptodactylus labyrinthicus* (Fahel, 1952), *L. latrans* (Vicente e Santos, 1976), *Ceratophrys cornuta* (Baker, 1987), *Phrynosomas mesophaea* (Baker, 1987), *Phyllomedusa burmeisteri* (Baker, 1987), *Rhinella crucifer* (Vicente et al., 1990), *Rhinella icterica* (Rodrigues et al., 1982; Luque et al., 2005; Pinhão et al., 2009), *Rhinella marina* (Vicente et al., 1990), *Rhinella schneideri* (Vicente et al., 1990).

Material depositado: CHIBB 4618, 6285-86, 6292, 6294, 6296, 6317, 6320, 6325, 6328, 6359, 6362, 6365, 6367-68, 6376, 6380, 6518, 6527, 6536, 6538, 6543, 6548, 6552, 6563, 6995, 6998-7000, 7002, 7008, 7014, 7016, 7020, 7022, 7027, 7036, 7041-43, 7048.

Comentários: Este é o primeiro registro *Physalaemus cuvieri* e *Proceratophrys boiei* como hospedeiro para *O. subauricularis*.

Onchocercidae Lieper 1911

Ochoterenella vellardi (Travassos, 1929) Esslinger, 1986

Hospedeiro: *Rhinella icterica*.

Prevalência e intensidade média de infecção: 1 de 18 (5,6%, 12) *R. icterica*.

Sítio de infecção: Cavidade celomática.

Outros hospedeiros registrados para o Brasil: *Rhinella icterica* (Rodrigues et al., 1982),

Outros registros na América do Sul: *Rhinella marina* (Venezuela – Scorza et al., 1955), *Rhinella margaritifera*, *Hypsiboas fasciatus*, *Trachycephalus coriaceus* (Peru – Burse et al., 2001).

Material depositado: CHIBB 7031, 7033.

Ochoterenella sp. Caballero, 1944

Hospedeiro: *Hypsiboas faber*.

Prevalência e intensidade média de infecção: 2 de 11 (18,2%, 1 ± 0) *H. faber*.

Sítio de infecção: Cavidade celomática.

Material depositado: CHIBB 6291, 6313.

Physalopteridae Leiper, 1908

Physaloptera sp. Rudolphi, 1819

Hospedeiro: *Leptodactylus labyrinthicus*, *L. latrans*, *Physalaemus cuvieri* e *Rhinella icterica*.

Prevalência e intensidade média de infecção: 1 de 1 (100%, 6) *L. labyrinthicus*; 1 de 36 (2,8%, 1) *L. latrans*; 3 de 17 (17,6%, 4,7 ± 3,2) *P. cuvieri*; e 3 de 18 (16,7%, 40,3 ± 34,9) *R. icterica*.

Sítio de infecção: Estômago.

Outros hospedeiros registrados para o Brasil: *Hypsiboas faber* (Travassos, 1925), *Leptodactylus latrans* (Fabio, 1982; Travassos, 1925; Goldberg et al., 2009), *Leptodactylus leptodactyloides* (Goldberg et al., 2009), *Leptodactylus marmoratus* (Travassos, 1925; Fabio, 1982), *Leptodactylus mystaceus* (Fabio, 1982; Travassos, 1925), *Leptodactylus petersii* (Goldberg et al., 2009), *Physalaemus signiferus* (Fabio, 1982), *Physalaemus soaresi* (Fabio, 1982; Travassos, 1925), *Proceratophrys appendiculata* (Boquimpani-Freitas et al., 2001), *Proceratophrys boiei* (Klaion et al., 2011), *Rhinella icterica* (Pinhão et al., 2009), *Rhinella marina* (Travassos, 1925; Gonçalves et al., 2002).

Outros registros na América do Sul: *Allobates marchesianus* (Peru – Bursey et al., 2001), *Ctenophryne geayi* (Peru – Bursey et al., 2001), *Dendropsophus leali* (Peru – Bursey et al., 2001), *Dendropsophus leucophyllatus* (Peru – Bursey et al., 2001), *Dendropsophus marmoratus* (Peru – Bursey et al., 2001), *Edalorhina perezii* (Peru – Bursey et al., 2001), *Hamptophryne boliviana* (Peru – Bursey et al., 2001), *Hypsiboas boans* (Peru – Bursey et al., 2001), *Hypsiboas cinerascens* (Peru – Bursey et al., 2001), *Hypsiboas fasciatus* (Peru – Bursey et al., 2001), *Leptodactylus bolivianus* (Peru – Bursey et al., 2001), *Leptodactylus bufonius* (Argentina – González e Hamann, 2006b), *Leptodactylus leptodactyloides* (Peru – Bursey et al., 2001), *Leptodactylus lineatus* (Peru – Bursey et al., 2001), *Leptodactylus mystaceus* (Peru – Bursey et al., 2001), *Leptodactylus pentadactylus* (Peru – Bursey et al., 2001), *Leptodactylus rhodonotus* (Peru – Bursey et al., 2001), *Oreobates cruralis* (Peru – Bursey et al., 2001), *Osteocephalus taurinus* (Peru – Bursey et al., 2001), *Physalaemus albonotatus* (Argentina – González e Hamann, 2012), *Physalaemus santafecinus* (Argentina – González e Hamann, 2010), *Phyllomedusa tomopterna* (Peru – Bursey et al., 2001), *Pristimantis fenestratus* (Peru – Bursey et al., 2001), *Pseudis paradoxa* (Peru – Bursey et al., 2001), *Rhinella fernandezae* (Argentina – González e Hamann, 2007a), *Rhinella granulosa* (Argentina – González e Hamann,

2006a), *Rhinella margaritifera* (Peru – Bursey et al., 2001), *Rhinella marina* (Peru – Bursey et al., 2001), *Rhinella schneideri* (Argentina – González e Hamann, 2008), *Scinax acuminatus* (Argentina – González e Hamann, 2008), *Scinax icterica* (Peru – Bursey et al., 2001), *Scinax nasicus* (Argentina – Hamann et al., 2010), *Scinax ruba* (Peru – Bursey et al., 2001), *Trachycephalus coriacea* (Peru – Bursey et al., 2001), *Trachycephalus thyfonius* (Peru – Bursey et al., 2001).

Material depositado: CHIBB 4594, 4596, 4606, 6337, 6539, 7010, 7030, 7038.

Comentários: Nematóides do gênero *Physaloptera* parasitam todas as classes de vertebrados terrestres, entretanto somente larvas são encontradas em anfíbios, indicando que esses nematóides não conseguem completar seu ciclo de vida em anfíbios (Boquimpani-Freitas et al., 2001). Indivíduos deste gênero atingem a maturidade em répteis, aves e mamíferos e necessitam de um inseto como hospedeiro intermediário e a sua infecção pode ser pela ingestão de insetos contendo a larva infectante, ocorrendo na mucosa gástrica ou encapsulada (Anderson, 2000). Este é o primeiro registro de *Leptodactylus labyrinthicus* e *Physalaemus cuvieri* como hospedeiro para larva de *Physaloptera* sp..

Rhabdiasidae Railliet, 1915

***Rhabdias* sp. Stiles e Hassall, 1905**

Hospedeiro: *Dendropsophus anceps*, *Hypsiboas faber*, *H. lundii*, *H. polytaenius*, *Leptodactylus labyrinthicus*, *L. latrans*, *Physalaemus cuvieri*, *Proceratophrys boiei* e *Rhinella icterica*.

Prevalência e intensidade média de infecção: 1 de 1 (100%, 10) *D. anceps*; 5 de 11 (45,5%, 3,8 ± 1,9) *H. faber*; 1 de 2 (50%, 4) *H. lundii*; 2 de 27 (7,4%, 1 ± 0) *H. polytaenius*; 1 de 1 (100%, 1) *L. labyrinthicus*; 5 de 36 (13,9%, 2,0 ± 0,4) *L. latrans*; 1 de

17 (5,9%, 2) *P. cuvieri*; 4 de 11 (36,4%, 5,5 ± 3,0) *P. boiei*; e 15 de 18 (83,3%, 11,0 ± 3,6) *R. icterica*.

Sítio de infecção: Pulmão.

Outros hospedeiros registrados para o Brasil: *Hypsiboas albopunctatus* (Holmes et al., 2008), *Leptodactylus latrans* (Vicente e Santos, 1976; Rodrigues et al., 1990), *Leptodactylus podicipinus* (Campião et al., 2009), *Pseudis platensis* (Campião et al., 2010), *Rhinella marina* (Rodrigues et al., 1990).

Outros registros na América do Sul: *Leptodactylus chaquensis* (Argentina – Hamann et al., 2006), *Rhinella bergi* (Argentina – González e Hamann, 2007b).

Material depositado: CHIBB 4644, 6278-79, 6295, 6318, 6322, 6326, 6338, 6361, 6364, 6374, 6382, 6517, 6542, 6544-45, 6553, 6989, 6992, 6994, 6997, 7006, 7011, 7015, 7021, 7023, 7028, 7032, 7034-35, 7039, 7047, 7050.

Comentários: *Rhabdias* spp. são parasitas comuns de pulmões de répteis e anfíbios de numerosas espécies de Bufonidae e Leptodactylidae (Vicente et al., 1990). Espécies deste gênero tem ampla distribuição geográfica e apresentam duas fases em seu ciclo de vida, uma monóica e outra dióica de vida livre. Existe grande dificuldade na identificação taxonômica da espécie sem o estudo das formas de vida livre, visto que as formas parasitárias apresentam morfologia bastante semelhante (Fabio, 1982). Assim, foi feita apenas a determinação genérica desses nematóides.

Schrankianidae Freitas, 1959

***Schrankiana* sp. Strand, 1942**

Hospedeiro: *Hypsiboas faber*.

Prevalência e intensidade média de infecção: 1 de 11 (9,1%, 2) *H. faber*.

Sítio de infecção: Intestino delgado.

Material depositado: CHIBB 6327.

Comentários: Espécies de *Schrankiana*, assim como outros cosmocercídeos, apresentam ciclo de vida direto. A baixa abundância média encontrada no presente estudo não corrobora com o encontrado por outra espécie cogenérica, *S. schranki*, no intestino grosso de *Leptodactylus pentadactylus* no Equador (Dyer e Altig, 1977).

Trematoda Rudolphi, 1808

Gorgoderidae Looss, 1901

***Gorgoderina parvicava* Travassos, 1922**

Hospedeiro: *Leptodactylus latrans* e *Rhinella icterica*.

Prevalência e intensidade média de infecção: 5 de 36 (13,9%, $17,0 \pm 8,2$) *L. latrans*; e 3 de 18 (16,7%, $14,0 \pm 8,3$) *R. icterica*.

Sítio de infecção: Bexiga, rim, mesentério e intestino grosso.

Outros hospedeiros registrados para o Brasil: *Leptodactylus labirynticus*, *Lithobates palmipes*, *Pseudis paradoxa*, *Rhinella crucifer*, *Rhinella marina*, *Rhinella schneideri* (Travassos et al., 1969), *Rhinella icterica* (Luque et al., 2005).

Outros registros na América do Sul: *Atelopus bomolochus* (Peru – Iannacone, 2003a), *Leptodactylus chaquensis* (Argentina – Hamann et al., 2006; Schaefer et al., 2006), *Leptodactylus latrans* (Argentina – Suriano, 1965; 1970; Lunaschi e Drago, 2010), *Telmatobius jelskii* (Peru – Iannacone, 2003b).

Material depositado: CHIBB 6520, 6525, 6531-32, 6561, 6991, 7004, 7005, 7029.

Comentários: A presença do acetábulo menor que a ventosa oral é a principal característica que a separa das outras espécies (Perez, 1964), apresenta ainda esôfago em forma de Y. Este é o primeiro registro de *Leptodactylus latrans* como hospedeiro para *G. parvicava* no Brasil.

Haematoloechidae Freitas e Lent, 1939

Haematoloechus fuelleborni (Travassos e Darriba, 1930) Ingles, 1933

Hospedeiro: *Hypsiboas albopunctatus* e *Leptodactylus latrans*.

Prevalência e intensidade média de infecção: 1 de 36 (2,8%, 1) *H. albopunctatus*; e 3 de 36 (8,3%, 3,3 ± 2,3) *L. latrans*.

Sítio de infecção: Pulmão.

Outros hospedeiros registrados para o Brasil: *Rhinella icterica* (Lux Hoppe et al., 2008), *Rhinella marina* (Dobbin Jr, 1957)

Material depositado: CHIBB 6258, 6522-23, 6528, 6569.

Comentários: Este é o primeiro registro de *Hypsiboas albopunctatus* e *Leptodactylus latrans* como hospedeiros para *H. fuelleborni*.

Monogenea Carus, 1863

Polystomatidae Gamble, 1896

Polystoma cuvieri Vaucher, 1990

Hospedeiro: *Physalaemus cuvieri*.

Prevalência e intensidade média de infecção: 3 de 17 (17,6%, 1,3 ± 0,3) *P. cuvieri*.

Sítio de infecção: Bexiga e vesícula.

Outros hospedeiros registrados para o Brasil: *Physalaemus cuvieri* (Santos e Amato, 2012).

Material depositado: CHIBB 4597, 4617, 4641.

Comentários: Vaucher (1990) descreveu o monogenético *Polystoma cuvieri* em vesícula biliar de *Physalaemus cuvieri* proveniente do Paraguai. Este é o segundo registro deste parasita em *P. cuvieri* no Brasil.

Cestoda Rudolphi, 1808

Larva de Cestoda

Hospedeiro: *Leptodactylus labyrinthicus* e *L. latrans*.

Prevalência e intensidade média de infecção: 1 de 1 (100%, 1) *L. labyrinthicus*; e 2 de 36 (5,6%, $7,0 \pm 6,0$) *L. latrans*.

Sítio de infecção: Mesentério e estômago.

Material depositado: CHIBB 6339, 6524, 6534.

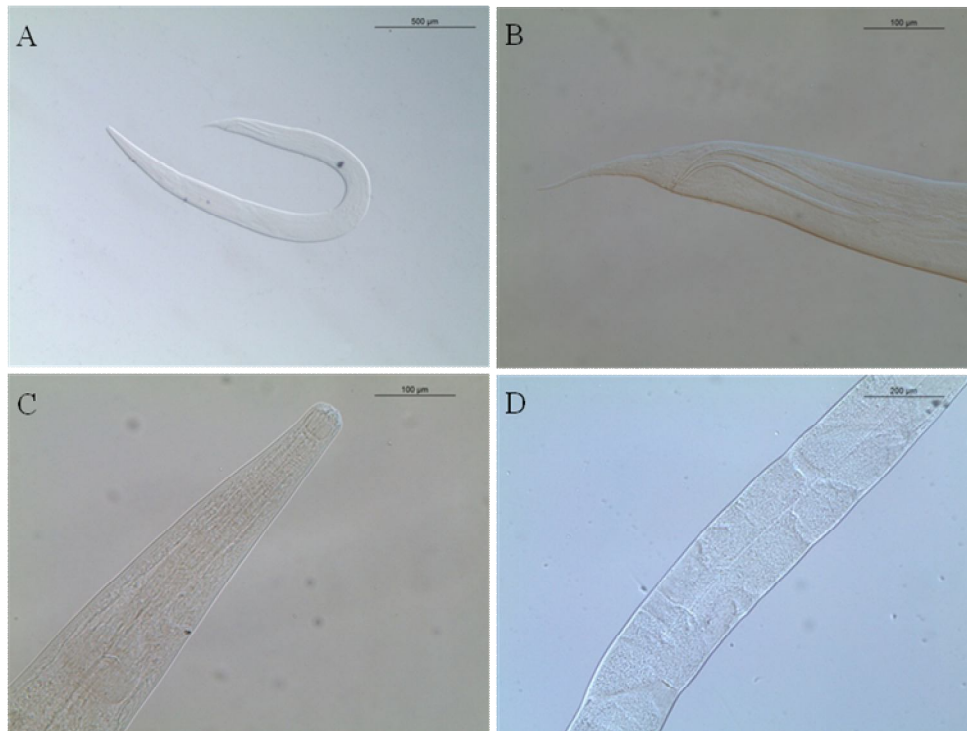


Figura 3. *Raillietnema simples* coletado de intestino grosso de *Hypsiboas faber* procedente de São Luiz do Paraitinga, SP. A) visão total; B) região posterior do macho; C) região anterior; D) Fêmea com ovos.

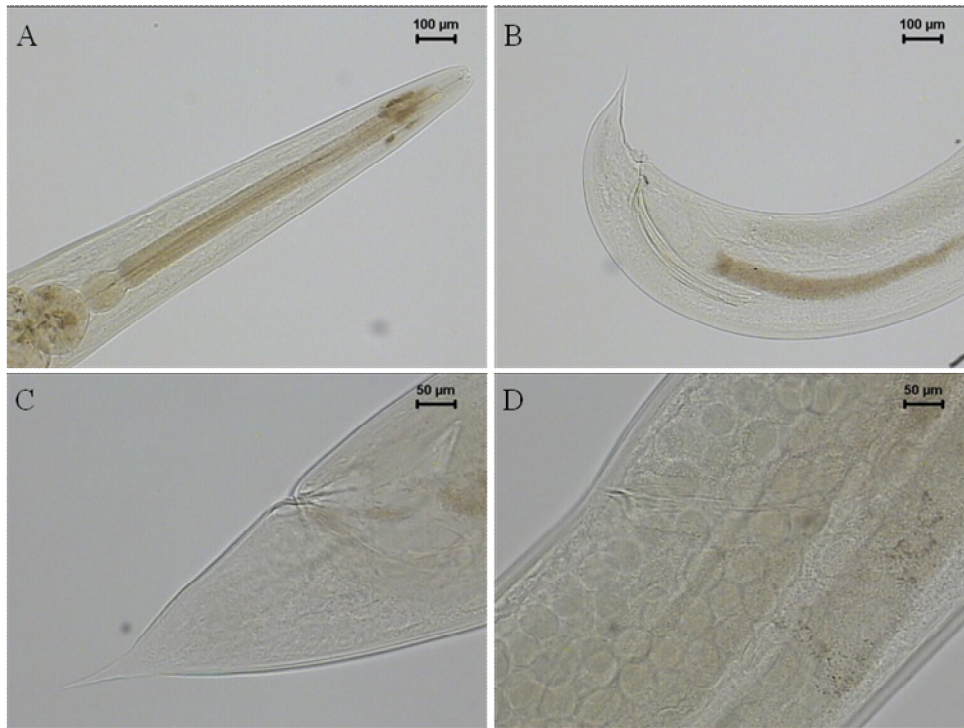


Figura 4. *Falcaustra mascula* coletado de intestinos de *Hypsiboas faber*, *Leptodactylus latrans* e *Rhinella icterica* procedentes de São Luiz do Paraitinga, SP. A) região anterior; B) região posterior do macho; C) região posterior da fêmea; D) região de abertura da vulva e destaque de ovos.

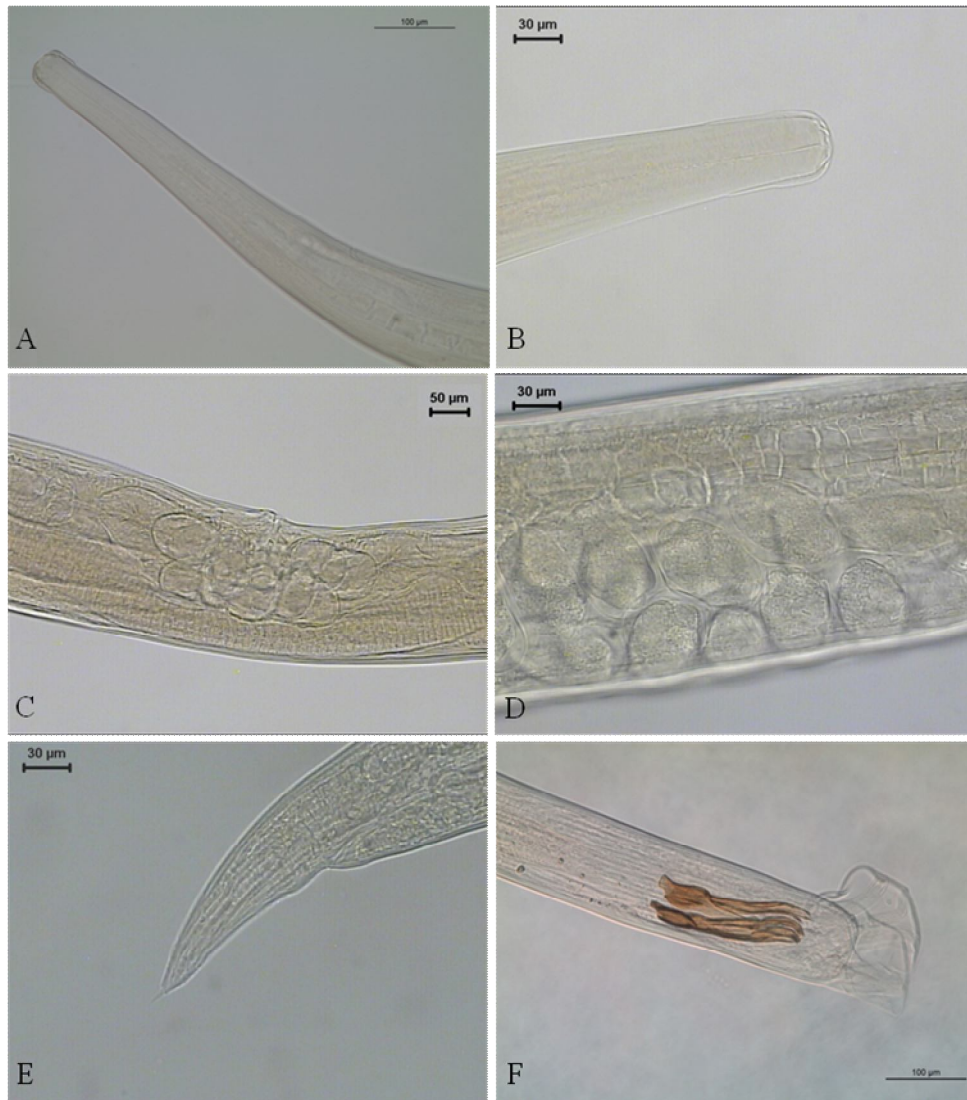


Figura 5. *Oswaldocruzia subauricularis* coletado de estômago e intestinos de *Hypsiboas faber*, *Leptodactylus latrans*, *Physalaemus cuvieri*, *Proceratophrys boiei* e *Rhinella icterica* procedentes de São Luiz do Paraitinga, SP. A) região anterior; B) região anterior com destaque para a cápsula cefálica; C) região vulvar da fêmea; D) fêmea com ovos; E) região posterior da fêmea; F) região posterior do macho.

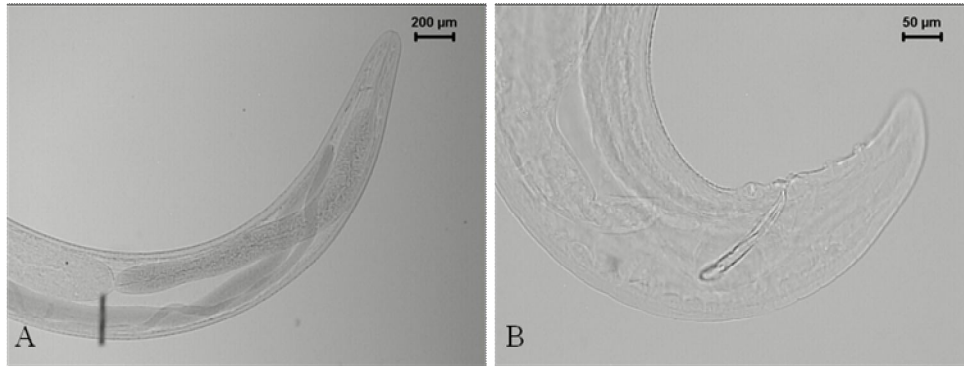


Figura 6. *Ochoterenella vellardi* coletado de cavidade celomática de *Rhinella icterica* procedentes de São Luiz do Paraitinga, SP. A) região anterior; B) região posterior do macho.

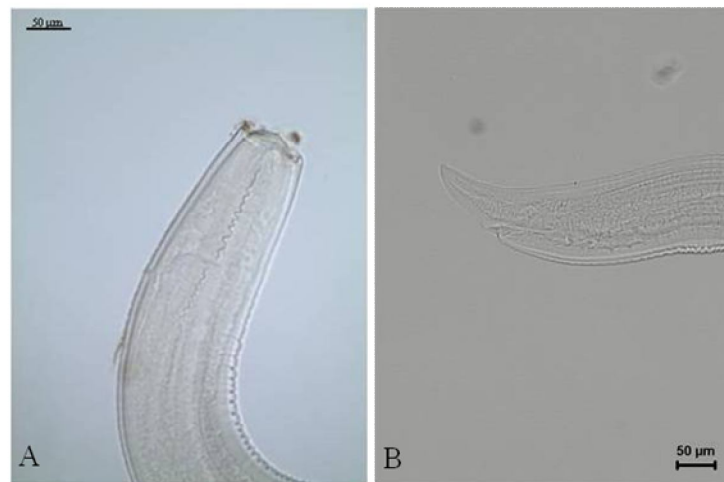


Figura 7. *Physaloptera* sp. coletado de estômago de *Leptodactylus labyrinthicus*, *L. latrans*, *Physalaemus cuvieri* e *Rhinella icterica* procedentes de São Luiz do Paraitinga, SP. A) região anterior; B) região posterior do macho.

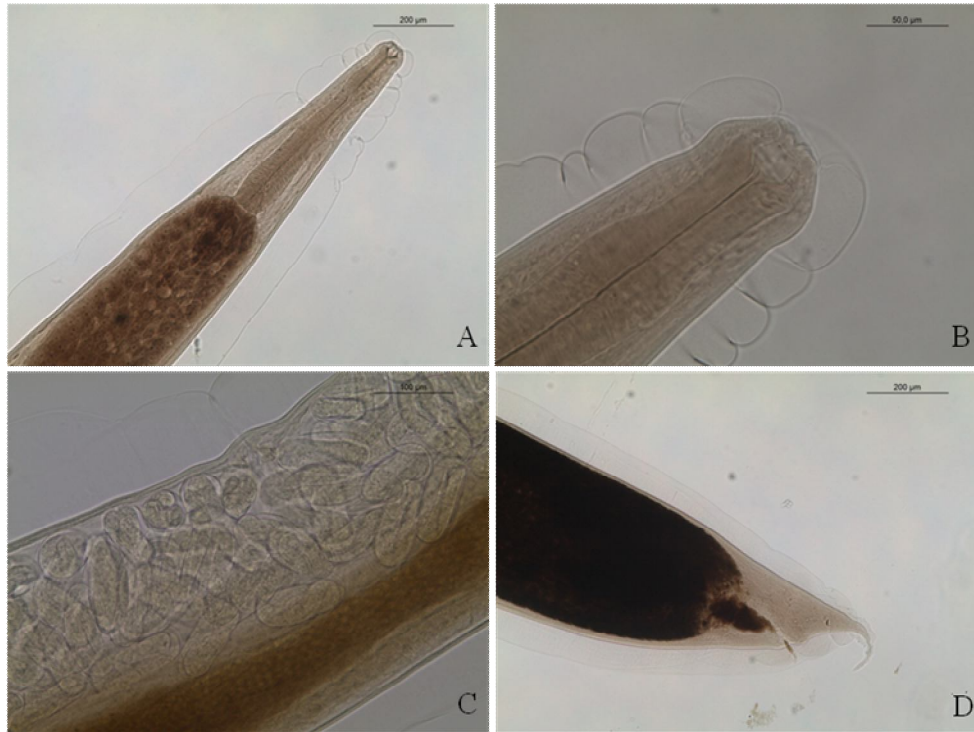


Figura 8. *Rhabdias* sp. coletado de pulmão de *Dendropsophus anceps*, *Hypsiboas faber*, *H. lundii*, *H. polytaenius*, *Leptodactylus labyrinthicus*, *L. latrans*, *Physalaemus cuvieri*, *Proceratophrys boiei* e *Rhinella icterica* procedentes de São Luiz do Paraitinga, SP. A) região anterior; B) região anterior com detalhe para a dilatação da cutícula; C) região de abertura da vulva e destaque de ovos larvados; D) região posterior da fêmea.

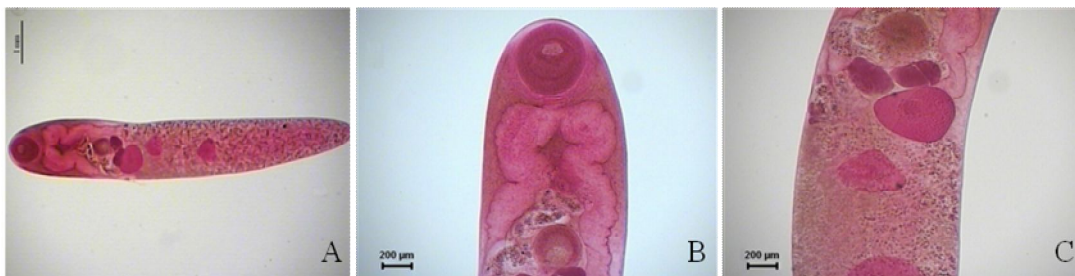


Figura 9. *Gorgoderina parvicava* coletado de bexiga, rim, mesentério e intestino grosso de *Leptodactylus latrans* e *Rhinella icterica* procedentes de São Luiz do Paraitinga, SP. A) visão total; B) região anterior; C) órgãos reprodutores.

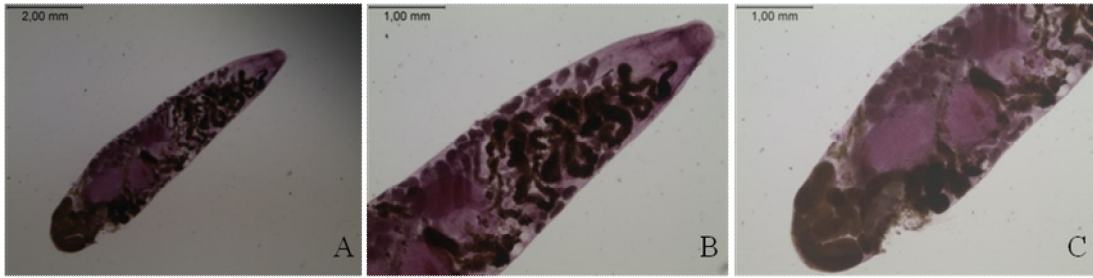


Figura 10. *Haematoloechus fuelleborni* coletado de pulmão de *Hypsiboas albopunctatus* e *Leptodactylus latrans* procedentes de São Luiz do Paraitinga, SP. A) visão total; B) região anterior; C) região posterior.

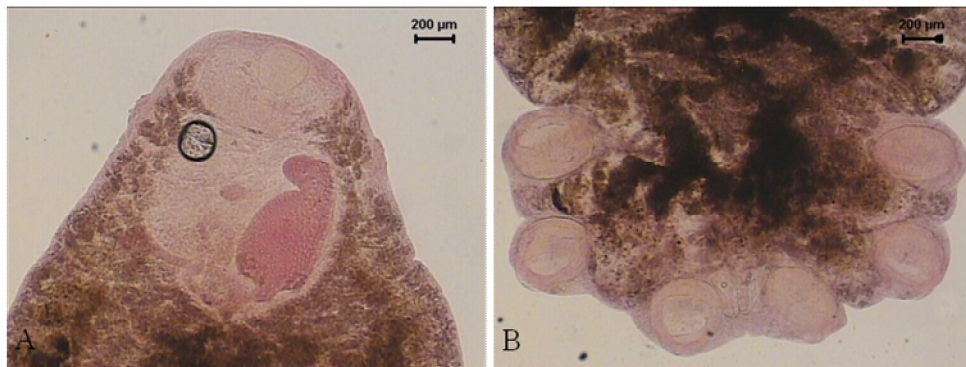


Figura 11. *Polystoma cuvieri* coletado de bexiga e vesícula de *Physalaemus cuvieri* procedentes de São Luiz do Paraitinga, SP. A) região anterior; B) região posterior.

4. Discussão

A fauna parasitária da região de Mata Atlântica estudada foi composta por espécies generalistas, uma vez que todas as espécies de helmintos registradas são encontradas infectando diversas espécies de anfíbios hospedeiros pertencentes até mesmo a famílias diferentes, e esse recurso pode aumentar a riqueza da fauna de helmintos. Por exemplo, Cosmocercidae, *O. subauricularis* e *Rhabdias* sp. encontrados neste estudo também já foram relatados parasitando *Rhinella icterica* (Pinhão et al., 2009), *Leptodactylus*

podicipinus (Camião et al., 2009) e *Rhinella fernandezae* (Santos e Amato, 2010) de outras localidades na região neotropical.

Hospedeiros simpátricos, mesmo aqueles de diferentes espécies e gêneros, podem compartilhar alguns *taxa* de helmintos, uma vez que são expostos a condições ecológicas semelhantes (Aho, 1990). Cosmocercidae não identificado, *O. subauricularis* e *Rhabdias* sp. foram as espécies de helmintos que infectaram a maior diversidade de espécies de hospedeiros. Isto pode ser explicado devido a estas espécies de parasitas apresentarem um modo de transmissão simples (ingestão oral ou por penetração ativa de larvas infectantes através da pele) (Anderson, 2000)

Este trabalho contribui com o relato de novos registros de hospedeiros para *O. subauricularis*, larva de *Physaloptera* sp., *G. parvicava* e *H. fuelleborni* e para o conhecimento da helmintofauna de anuros de área de Mata Atlântica, sudeste do Brasil. Além disso, sugere novos levantamentos em localidades adicionais de área de Mata Atlântica com o intuito de documentar a fauna de parasitas desta área que ainda é pouco conhecida e explorada.

5. Referências Bibliográficas²

- Aho, J. M.** 1990. Helminthes communities of amphibians and reptiles: comparative approaches to understanding patterns and process. Pages 157–195 in G.W. Esch, A.O. Bush and J.M. Aho, eds. *Parasite Communities: patterns and process*. Chapman and Hall, New York.
- Amato, J. F. R., Boeger, W., and Amato, S. B.** 1991. *Protocolos para laboratório: coleta e processamento de parasitos de pescado*. Imprensa Universitária, UFRRJ, Rio de Janeiro, 81pp.
- Anderson, R. C.** 2000. *Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission*, 2nd ed. CABI Publishing, Wallingford, UK, 650pp.
- Anderson, R. C., Chabaud, A. G., and Willmott, S.** 2009. *Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates: Archival Volume*. CAB International, London, 463 pp.
- Andrade, C. M.** 2000. *Meios e soluções comumente empregados em laboratórios*. Editora Universidade Rural, Rio de Janeiro, 353pp.
- Anjos, L. A.** 2011. Herpetoparasitology in Brazil: what we know about endoparasites, how much we still do not know. *Neotropical Helminthology* 5: 107–111.
- Baker, M. R.** 1987. *Synopsis of the nematoda parasitic in amphibians and reptiles*. Occasional Papers in Biology. Nº 11. Guelph, Canada: Memorial University of Newfoundland.
- Boquimpani-Freitas, L., Vrcibradic, D., Vicente, J. J., Bursey, C. R., Rocha, C. F. D. V., and Sluys, M.** 2001. Helminths of the horned leaf frog, *Proceratophrys appendiculata*, from southeastern Brazil. *Journal of Helminthology* 75: 233–236.
- Bursey, C. R., Goldberg, S. R., and Pamarlee, J. R.** 2001. Gastrointestinal helminths of 51 species of anurans from Reserva Cuzco Amazónico, Peru. *Comparative Parasitology* 68: 21–35.
- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M., and Shostak, A. W.** 1997. Parasitology meets ecology on its terms: Margolis *et al.* revisited. *Journal of Parasitology* 83(4): 575–583.
- Campião, K. M., Silva, R. J., and Ferreira, V. L.** 2009. Helminth parasites of *Leptodactylus podicipinus* (Anura: Leptodactylidae) from south-eastern Pantanal, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Journal of Helminthology* 83: 345–349.

² Referências apresentadas segundo normatização da revista científica *Comparative Parasitology*.

- Campião, K. M., Ferreira, V. L., and Silva, R. J.** 2010. Helminth component community of the paradoxal frog *Pseudis platensis* Gallardo, 1961 (Anura: Hylidae) from south-eastern Pantanal, Brazil. *Parasitology Research* 106: 747–751.
- Cruz, C. A. G., and Feio, R. N.** 2007. Endemismos em anfíbios em áreas de altitude na Mata Atlântica no sudeste do Brasil. In *Herpetologia no Brasil II* (L.B. Nascimento & M.E. Oliveira, eds). Sociedade Brasileira de Herpetologia, Belo Horizonte: 117–126.
- Dobbin Jr., J. E.** 1957. Notas sôbre as espécies de *Haematoloechus* Looss, 1899 que ocorrem na América do Sul. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 55: 167–175.
- Duellman, W. E., and Trueb, L.** 1994. *Biology of Amphibians*. Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 670pp.
- Dyer, W.G., and Altig, R.** 1977. Helminths of some Ecuadorian anurans. *Herpetologica* 33: 293–296.
- Fabio, S. P.** 1982. Helmintos de populações simpátricas de algumas espécies de anfíbios anuros de família *Leptodactylidae*. *Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro* 5: 69–83.
- Fahel, J.** 1952. Fauna helmintológica das “gigas” de Salvador (*Leptodactylus pendadactylus* (Laur.)). *Annals of the Brazilian Academy of Sciences* 24: 389–436.
- Freitas, J. F. T., and Lent, H.** 1941. Contribuição ao conhecimento da sub-família Kathlaniinae Lane, 1914 (Nematoda: Subuluroidea). *Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo* 3: 13–41.
- Freitas, J. F. T.** 1955. Nota sobre a fauna helmintológica de répteis Brasileiros. *Revista Brasileira de Biologia* 15: 279–284.
- Frost, D. R.** 2013. *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. Version 5.6. <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA. Accessed 2013 January 15.
- Giasson, L. O. M.** 2008. Efeito do uso da paisagem sobre as comunidades de anfíbios: uma comparação entre dois mosaicos rurais com diferentes históricos de ocupação. Dissertação (doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade do Estado Paulista, Rio Claro. 149pp.
- Gibbons, L.** 2010. *Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates. Supplementary Volume*. CABI International, Wallingford, 416pp.
- Gibson, D., Jones, A., and Bray, R.** 2002. *Keys to the Trematoda*. Vol. 1. CAB International, London, 521 pp.

- Goldberg, S. R., Bursey, C. R., Caldwell, J. P., Vitt, L. J., and Costa, G. C.** 2007. Gastrointestinal helminths from six species of frogs and three species of lizards, 85 sympatric in Pará State, Brazil. *Comparative Parasitology* 74: 327–342.
- Goldberg, S. R., Bursey, C. R., Caldwell, J. P. e Shepard, D. B.** 2009. Gastrointestinal helminths of six sympatric species of *Leptodactylus* from Tocantins State, Brazil. *Comparative Parasitology* 76: 258–266.
- Gomes, D. C., and Vicente, J. J.** 1966. Ocorrência de "*Falcaustra mascula*" (Rudolphi, 1819) em "*Crossodactylus gaudichaudii*" Dum. & Bibr. (Nematoda, Kathlaniidae). *Atas Soc. Biol. Rio de Janeiro* 10(5): 113–116.
- Gonçalves, A. Q., Vicente, J. J., and Pinto, R. M.** 2002. Nematodes of amazonian vertebrates, deposited in the helminthological collection of the Oswaldo Cruz Institute with new records. *Revista Brasileira de Zoologia* 19(2): 453–465.
- González, C. E., and Hamann, M. I.** 2006a. Nematodes parásitos de *Chaunus granulatus major* (Müller & Hellmich, 1936) (Anura: Bufonidae) en Corrientes, Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 20(1): 43–49.
- González, C. E., and Hamann, M. I.** 2006b. Helminths parásitos de *Leptodactylus bufonius* Boulenger, 1894 (Anura: Leptodactylidae) de Corrientes, Argentina. *Revista Española de Herpetología* 20: 39–46.
- González, C. E., and Hamann, M. I.** 2007a. Nematode parasites of two species of *Chaunus* (Anura: Bufonidae) from Corrientes, Argentina. *Zootaxa* 1393: 27–34.
- González, C. E., and Hamann, M. I.** 2007b. *Chaunus bergi* (NCN) endoparasites. *Herpetological Review* 38(2): 181.
- González, C. E., and Hamann, M. I.** 2008. Nematode parasites of two anuran species *Rhinella schneideri* (Bufonidae) and *Scinax acuminatus* (Hylidae) from Corrientes, Argentina. *Revista de Biología Tropical* 56: 2147–2161.
- González, C. E., and Hamann, M. I.** 2010. First report of nematode parasites of *Physalaemus santafecinus* (Anura: Leiuperidae) from Corrientes, Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: 677–687.
- González, C. E., and Hamann, M. I.** 2012. First report of nematode of *Physalaemus albonotatus* (Steindachner, 1864) (Anura: Leiuperidae) from Corrientes, Argentina. *Neotropical Helminthology* 6(1): 9–23.
- Guimaraes, J. F., Cristofaro, R., and Oliveira Rodrigues, H.** 1976. Alguns nematódeos de anfíbios de Salvador, Bahia. *Atas Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro* 18: 71–74.

- Haddad, C. F. B.** 1998. Biodiversidade dos anfíbios no Estado de São Paulo. Pages 15–26 in C. A. Joly and C. E. M. Bicudo, org. Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX, 6: Vertebrados . Editora FAPESP, São Paulo.
- Haddad, C. F. B., and Prado, C. P. A.** 2005. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic forest of Brazil. *BioScience* 55(3): 207–217.
- Hamann, M. I., Kehr, A. I., and González, C. E.** 2006. Species affinity and infracommunity ordination of helminths of *Leptodactylus chaquensis* (Anura: Leptodactylidae) in two contrasting environments from Northeastern Argentina. *Journal of Parasitology* 92(6): 1171–1179.
- Hamann, M. I., Kehr, A. I., and González, C. E.** 2010. Helminth community structure of *Scinax nasicus* (Anura: Hylidae) from South American subtropical area. *Diases of Aquatic Organisms* 93: 71–82.
- Holmes, R. M., Bocchiglieri, A., Araújo, F. R. R. C., and Silva, R. J.** 2008. New records of endoparasites infecting *Hypsiboas albopunctatus* (Anura: Hylidae) in a savanna area in Brasília, Brazil. *Parasitology Research* 102: 621–623.
- Iannacone, J.** 2003a. Hemintos parásitos de *Telmatobius jeiskii* (Peters) (Anura, Leptodactylidae) de Lima, Perú. *Revista Brasileira de Zoologia* 20(1): 131–134.
- Iannacone, J.** 2003b. Helminthos parasitos de *Atelopus bomolochus* Peters 1973 (Anura: Bufonidae) de Piura, Peru. *Gayana* 67(1): 9–15.
- Klain, T., Gomes, M. A., Tavares, L. E. R., Rocha, C. F. D., and Van Sluys, M.** 2011. Diet and nematode infection in *Proceratophrys boiei* (Anura: Cycloramphidae) from two Atlantic rainforest remnants in Southeastern Brazil. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences* 83(4): 1303–1312.
- Lent, H., Freitas, J. F. T., and Proença, M. C.** 1946. Alguns helmintos de batráquio colecionados no Paraguai. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 44: 195–214.
- Lunaschi, L. I., and Drago, F. B.** 2010. Platyhelminthes, Trematoda, Digenea Carus, 1863: distribution extension in Argentina and new Anura and Ophidia hosts. *Check List* 6(3): 447–450.
- Luque, J. L., Martins, A. N., and Tavares, L. E. R.** 2005 Community structure of metazoan parasites of the yellow Cururu toad, *Bufo ictericus* (Anura, Bufonidae) from Rio de Janeiro, Brazil. *Acta Parasitology* 50: 215–220.
- Lux Hoppe, E. G., Pedrassani, D., Hoffmann-Inocente, A. C., Tebaldi, J. H., Storti, L. F., Zanuzzo, F. S., Avancini, N., and Nascimento, A. A.** 2008. Estudos ecológicos

- em taxocenoses helmínticas de *Chaunus ictericus* (Spix, 1824) e *C. schneideri* (Werner, 1894) (Anura: Bufonidae) simpátricos, capturados no distrito de São Cristóvão, município de Três Barras, Santa Catarina. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária* 17: 166–169.
- Madelaire, C. B., Gomes, F. R., and Silva, R. J.** 2012. Helminth parasites of *Hypsiboas prasinus* (Anura: Hylidae) from two Atlantic Forest Fragments, Sao Paulo State, Brazil. *Journal of Parasitology* 98(3): 560–564.
- Martins, A. N., and Fabio, S. P.** 2005. Parasitismos por nematóides em populações simpátricas de *Eleutherodactylus parvus* (Girard, 1853) e *Eleutherodactylus guenteri* (Steindachner, 1864) – (Anura: Leptodactylidae). *Acta Biologica Leopoldensia* 27 (1): 47–50.
- McAllister, C. T., Bursey, C. R., and Freed, P. S.** 2010b. Helminth parasites (Cestoidea: Nematoda) of select herpetofauna from Paraguay. *Journal of Parasitology* 96(1): 222–224.
- Perez, M. D.** 1964. Trematódeos digenéticos parasitos de Anura (Amphibia) da América do Sul. 152p. Tese Livre-docência. Faculdade de Farmácia e Bioquímica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Pinhão, R., Wunderlich, A. C., Anjos, L. A., and Silva, R. J.** 2009. Helminths of toad *Rhinella icterica* (Bufonidae), from the municipality of Botucatu, São Paulo State, Brazil. *Neotropical Helminthology* 3: 35–40.
- Rey, L.** 2001. Parasitologia: parasitos e doenças parasitárias do homem nas Américas e na África. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 856 pp.
- Rodrigues, H. O., Rodrigues, S. S., and Cristófar, R.** 1982. Contribuição ao conhecimento da fauna helmintológica de anfíbios de Barra do Piraí, Estado do Rio de Janeiro. *Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro* 23: 5–8.
- Rodrigues, H. O., Rodrigues, S. S., and Faria, Z.** 1990. Contribution to the knowledge of the helminthological fauna of Maricá, Rio de Janeiro State, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 85(1): 115–116.
- Santos, V. G. T., and Amato, S. B.** 2010. Helminth fauna of *Rhinella fernandezae* (Anura: Bufonidae) from the Rio Grande do Sul Coastland, Brazil: analysis of the parasite community. *International Journal of Parasitology* 23(7): 937–944.
- Santos, V. G. T., and Amato, S. B.** 2012. *Polystoma cuvieri* (Monogenea, Polystomatidae) in *Physalaemus cuvieri* (Anura, Leiuperidae) in Southern Brazil. *Neotropical Helminthology* 6(1): 1–7.

- Santos, J. N., Giese, E. G., Maldonado Jr, A., and Lanfredi, R. M.** 2008. A new species of *Oswaldocruzia* (Molineidae: Nematoda) in *Chaunus marinus* (Amphibian: Bufonidae) (Linneaus, 1758) from Brazil. *Journal of Parasitology* 94: 264–268.
- Schaefer, E. F., Hamann, M. I., Kehr, A. I., González, C. E., and Duré, M. I.** 2006. Trophic, reproductive and parasitological aspects of the ecology of *Leptodactylus chaquensis* (Anura: Leptodactylidae) in Argentina. *Herpetological Journal* 16: 387–394.
- Schmidt, G. D.** 1986. CRC Handbook of tapeworm identification. CRC Press, Florida, 675pp.
- Scorza, J. V., Dagert, B. C., and Iturriza, A. L.** 1955. Observations on the discovery of *Foleyella vellardi* Travassos 1. 929 in *Bufo marinus* L. of Venezuela. *Gac Med Caracas* 62(3-4): 145–53.
- Segalla, M. V., Caramaschi, U., Cruz, C. A. G., Garcia, P. C. A., Grant, T., Haddad, C. F. B., and Langone, J.** 2012. Brazilian amphibians – List of species. <http://www.sbherpetologia.org.br>. Sociedade Brasileira de Herpetologia. Accessed 2013 January 15.
- Silva, J. A. A.** 1954. Nova espécie do gênero *Cosmocerca* Diesing, 1861 (Nematoda, Cosmocercidae). *Revista Brasileira de Biologia* 14(2): 163–165.
- Smales, L. R.** 2007. Acanthocephala in amphibians (Anura) and reptiles (Squamata) from Brazil and Paraguay with description of a new species. *Journal of Parasitology* 93: 392–398.
- Stumpf, I. V. K.** 1982. Helmitos em *Leptodactylus ocellatus* (L. 1758) em Curitiba, Brasil. *Acta Biologica Paranaense* 10/11: 215–218.
- Suriano, D. M.** 1965. Redescrición de *Gorgoderina parvicava* Travassos. Trematode de la vejiga urinaria de *Leptodactylus ocellatus* (L.) de la Rca. Argentina. *Neotropica* 11(34): 19–22.
- Suriano, D. M.** 1970. Estudio sobre la fauna parasitaria de *Leptodactylus ocellatus* (L.) (Anfibia-Leptodactylidae) de la República Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, Zoología* 10(15): 215–239.
- Travassos, L.** 1925. *Aplectana railletii* n. sp. *Comptes Rendues Seances de la Societé Biologie (Paris)* 93: 973–974.
- Travassos, L.** 1931. Pesquisas helmintológicas realizadas em Hamburgo. IX Ensaio monográfico da família Cosmocercidae Trav., 1925 (Nematoda). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 25(3): 237–298.

- Travassos, L., Freitas, J. F. T., and Kohn, A.** 1969. Trematodeos do Brasil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 67: 886 p.
- Van Sluys, M., Schittini, G. M., Marra, R. V., Azevedo, A. R. M., Vicente, J. J., and Vrcibradic, D.** 2006. Body size, diet and endoparasites of the microhylid frog *Chiasmocleis capixaba* in an Atlantic Forest area of southern Bahia state, Brazil. Brazilian Journal of Biology 66(1A): 167–173.
- Vaucher, C.** 1990. *Polystoma cuvieri* n. sp. (Monogenea: Polystomatidae), a parasite of the urinary bladder of the leptodactylid frog *Physalaemus cuvieri* in Paraguay. Journal Parasitology 76: 501–504.
- Vicente, J. J., and Santos, E.** 1976. Fauna helmintológica de *Leptodactylus ocellatus* (L.) de Volta Redonda, Estado do Rio de Janeiro. Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro 18: 27–42.
- Vicente, J. J., Rodrigues, H. O., Gomes, D. C., and Pinto, R. M.** 1990. Nematóides do Brasil. Parte II: Nematóides de anfíbios. Revista Brasileira de Zoologia 7: 549–626.
- Yamaguti, S.** 1959. Systema Helminthum – Cestodes. Vol. II. Interscience Publishers, London, 860pp.
- Yamaguti, S.** 1961. Systema Helminthum – Nematodes. Vol. III. - Part I e II. Interscience Publishers, London, 1261pp.
- Yamaguti, S.** 1963. Systema Helminthum – Acanthocephalans. Vol. IV. Interscience Publishers, London, 1074 pp.
- Yamaguti, S.** 1971 Systema Helminthum – Trematodes. Vol. I. Interscience Publishers, London, 1074 pp.

Artigo 2: Composição e estrutura da comunidade de helmintos de 14 espécies de anuros vivendo em um ambiente alterado em São Luis do Paraitinga, SP, Brasil.

Journal of Parasitology

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a composição e estrutura da comunidade de helmintos de anfíbios de acordo com suas características reprodutivas e uso do hábitat pelo hospedeiro; determinar a riqueza e diversidade comunidade parasitária; e avaliar a distribuição espacial dos helmintos parasitas. As espécies de anfíbios coletadas foram agrupadas em seis guildas de acordo com as características reprodutivas e uso do habitat pelo anfíbio. Em todas as guildas os anfíbios estavam parasitados por pelo menos uma espécie de helminto, abrangendo desde um único hospedeiro parasitado na guilda VI até a maioria nas guildas II, III, IV e V. As guildas II, III e IV apresentaram as maiores valores de riqueza e diversidade parasitária enquanto as guildas V e VI os menores. A helmintofauna foi composta por 13 *taxa*, sendo os nematóides não identificados da família Cosmocercidae o *taxon* mais prevalente, seguido por *Rhabdias* sp.. As espécies de helmintos na supracomunidade apresentaram um padrão de agregação próximo ao máximo, mas nas guildas esse mesmo padrão não foi observado. Somente duas espécies foram classificadas como colonizadoras sem sucesso, larva de *Physaloptera* sp. e larva de Cestoda, que estavam presentes no estômago e no mesentério de hospedeiros da guilda III e IV. Todas as outras guildas apresentaram somente espécies dominantes e codominantes. A composição da fauna de helmintos foi diferente entre as guildas e a análise de ordenação reuniu os hospedeiros de acordo com as guildas criadas neste estudo. Os resultados deste estudo apontam que existe uma importância relevante das características morfológicas e comportamentais dos hospedeiros na estruturação das comunidades de helmintos parasitas em espécies simpátricas de anfíbios.

Palavras-chave: guilda, parasitas, anfíbios, comunidade componente.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the composition and structure of helminth community of amphibians according to their reproductive characteristics and habitat use by the host; to determine the parasite community richness and diversity; and to evaluate the spatial distribution of helminth parasites. The amphibian species collected were grouped into six guilds according to the reproductive characteristics and habitat use by the host. In all guilds the amphibians were parasitized by at least one species of helminth, ranging from a single parasitized host in the guild VI even the majority in the guilds II, III, IV and V. The guilds II, III and IV showed the highest values of richness and diversity parasite while the guilds V and VI the lowest values. The helminth fauna consisted of 13 *taxa*, and nematodes unidentified of the family Cosmocercidae was the *taxon* most prevalent, followed by *Rhabdias* sp.. The helminth species in supracommunity have an aggregation pattern near maximum, but in guilds this same pattern was not observed. Only two species were classified as colonizing unsuccessfully, larvae of *Physaloptera* sp. and larvae of Cestoda, which were present in the host stomach and mesentery of guilds III and IV. All other guilds had only dominant and codominant species. The composition of the helminth fauna was different between guilds and the ordination analysis grouped the hosts in accordance with the guilds created in this study. The results of this study indicate that there is a great importance of morphological and behavioral characteristics of the host in structuring of communities of helminth parasites in sympatric species of amphibians.

Keywords: guild, parasites, amphibians, community component.

1. Introdução

A composição e a estrutura das comunidades de helmintos parasitas dependem de diversos fatores incluindo história de vida do hospedeiro e do parasita (Brooks et al., 2006), características da dieta, tamanho corpóreo, sexo, sítio de infecção, distribuição geográfica, comportamento e espécie de hospedeiro (Muzzall et al., 2001; Bolek e Coggins, 2003; Poulin e Morand, 2004; Zelmer et al., 2004; Hamann et al., 2006a). No entanto, a relação entre os aspectos da ecologia reprodutiva dos hospedeiros e a composição da helmintofauna tem sido negligenciada em estudos que envolvem a ecologia do parasitismo (Hamann et al., 2009).

A relação parasito-hospedeiro é bem representada em modelos de estudos com anfíbios, visto que estes apresentam diversas estratégias reprodutivas, ocupam uma grande diversidade de habitats, e ocupam posições variadas dentro das teias alimentares (Aho, 1990).

Os anuros são os anfíbios mais conhecidos no mundo, com um total de 5966 espécies descritas (Frost, 2013), sendo na região Neotropical encontrada a maior riqueza (Duellman e Trueb, 1994).

Apesar da importância que estes vertebrados apresentam no contexto da biodiversidade, pouco se conhece sobre os helmintos parasitas dessa classe quando comparado a outros grupos de vertebrados (Perez-Ponce de León et al., 2002; Anjos, 2011).

No entanto, os estudos com comunidades de helmintos parasitas de anfíbios têm aumentado nas últimas duas décadas, desde que Aho (1990) ressaltou a importância deste tipo de informação, frente a uma escassez de tais estudos nesse grupo de vertebrados. A partir daí, diversos trabalhos com um enfoque ecológico foram desenvolvidos sobre comunidades de parasitas em anuros (McAlpine, 1997; Bolek e Coggins, 2000; 2001;

2003; Luque et al., 2005; Hamann et al., 2006a; 2006b; Schaefer et al., 2006). Entretanto, a maioria dos trabalhos ainda limita-se a levantamento de espécies (Guillén-Hernández et al., 2000; Goldberg et al., 2002; 2007; 2009; Goldberg e Bursey, 2003; Aisien et al., 2004; 2009; González e Hamann, 2006; 2007; Cabrera-Guzmán et al., 2007), e algumas descrições taxonômicas (Ben Slimane e Durette-Desset, 1996; Bursey e Goldberg, 2005; Ramallo et al., 2008).

As comunidades dos parasitas das populações de hospedeiros simpátricos representam comunidades acumuladas a partir de um *pool* de espécies disponíveis no local (Valtonen et al., 2001). Ainda, a permuta de espécies parasitas ao longo do tempo evolutivo é facilitada entre populações de hospedeiros que apresentem curtas distâncias filogenéticas e sobreposição geográfica (Poulin e Morand, 1999). Visto que as comunidades de parasitas de anuros apresentam caráter generalista (Aho, 1990), é esperado que populações de anuros congênicas da mesma localidade compartilhem *taxa* de helmintos, por estarem expostos a condições ecológicas e filogenéticas similares.

Avaliar a variação interespecífica do tamanho corpóreo, ocupação do hábitat e modos reprodutivos entre espécies simpátricas de anuros pode contribuir para a compreensão de como esses fatores influenciam na estrutura e composição da comunidade de seus helmintos parasitas e como estes parasitas estão distribuídos no ambiente, considerando a comunidade de hospedeiros local.

Desta forma, os objetivos do presente estudo foram os seguintes: avaliar a composição e estrutura da comunidade de helmintos de anfíbios de acordo com suas características reprodutivas e uso do hábitat pelo hospedeiro; determinar a riqueza e diversidade comunidade parasitária; e avaliar a distribuição espacial dos helmintos parasitas.

2. Material e métodos

2.1. Área de estudo

Os anfíbios foram coletados em um fragmento florestal inserido em uma propriedade particular no bairro do Bom Retiro, município de São Luiz do Paraitinga (23° 13'S; 45° 18'W) localizado na Serra do Mar, na região situada entre o Vale do Paraíba e o Litoral Norte do Estado de São Paulo (Figura 1).



Figura 1. Imagem da área de amostragem do fragmento selecionado no Bairro Bom Retiro, em São Luiz do Paraitinga, SP. (Fonte: Imagem de satélite do GoogleEarth – DigitalGlobe).

2.2. Anfíbios hospedeiros

Foram realizadas quatro expedições para coleta dos anfíbios, duas no ano de 2009, nos meses de fevereiro e novembro, e duas nos meses de janeiro e fevereiro de 2010. Todas as coletas foram realizadas durante o período reprodutivo das espécies de anfíbios desta região (Giasson, 2008). Os anfíbios foram capturados através de busca ativa durante o período de atividade e em armadilhas de interceptação e queda (AIQ), que foram instaladas no interior do fragmento e na borda do riacho que passa próximo ao fragmento.

Posteriormente, os animais foram transportados vivos para o laboratório onde foram necropsiados.

Os animais foram eutanaziados com solução de Tiopental sódico (Thiopentax[®]) e registrados o tamanho corpóreo dos anuros, comprimento rostro-cloacal (CRC) com paquímetro digital (precisão de 0,01 mm), e a massa corpórea, balanças Pesola[®] (precisão de 0,1 g). Para o exame parasitológico foram examinados os órgãos do trato gastrointestinal, pulmões, rins, fígado, bexiga, cavidade abdominal e musculatura dos membros inferiores e superiores.

No total foram coletados 184 anfíbios pertencentes a 14 espécies: *Dendropsophus anceps* (n = 1), *Hypsiboas albopunctatus* (n = 36), *H. faber* (n = 11), *H. lundii* (n = 2), *H. polytaenius* (n = 27), *Ischnocnema guentheri* (n = 4), *L. fuscus* (n = 2), *L. labyrinthicus* (n = 1), *L. latrans* (n = 36), *Lithobates catesbeianus* (n = 16), *Physalaemus cuvieri* (n = 17), *Proceratophrys boiei* (n = 11), *Rhinella icterica* (n = 18) e *R. ornata* (n = 2). A nomenclatura dos anuros e classificação das espécies em famílias segue a nova classificação proposta por Frost (2013) e Segall et al. (2012). Os anfíbios foram coletados de acordo com a Autorização para atividades com finalidade científica – IBAMA/SISBIO N° 18240-1.

2.3. Coleta, preparo e identificação dos helmintos

Os helmintos foram coletados e processados seguindo-se as metodologias propostas por Amato et al. (1991) e após, conservados em solução de álcool 70% até o momento do preparo das lâminas temporárias para determinação da espécie.

Os nematóides foram clarificados com lactofenol de Aman (Andrade, 2000), montados em lâminas temporárias e identificados com o auxílio de microscópio. Para a

determinação das espécies foram utilizadas as chaves de Yamaguti (1961), Vicente et al. (1990), Anderson et al. (2009) e Gibbons (2010).

Para a análise dos trematódeos, dos cestóides e dos acantocéfalos, os helmintos foram corados pela técnica do carmin clorídrico (Andrade, 2000; Rey, 2001). Para a determinação das espécies de trematódeos foram utilizados os trabalhos de Travassos et al. (1969), Yamaguti (1971) e Gibson et al. (2002). Para a determinação das espécies dos cestóides foram utilizados os trabalhos de Yamaguti (1959) e Schmidt (1986). Para a determinação das espécies de acantocéfalos foram utilizados os trabalhos de Yamaguti (1963) e Smales (2007).

Os dados morfométricos e fotomicrografias dos helmintos foram obtidos em sistema computadorizado para análise de imagens QWin Lite 3.1 e LAS V3 (Leica Application Suite), adaptado aos microscópios DMLB (Leica) e DM 5000B com contraste interferencial de fase. Todas as análises morfológicas e morfométricas foram realizadas no Laboratório de Parasitologia de Animais Silvestres, do Departamento de Parasitologia do Instituto de Biociências, Unesp-Botucatu.

Amostras de todos os helmintos coletados foram depositadas na Coleção Helmintológica do Departamento de Parasitologia do Instituto de Biociências (CHIBB), Unesp, campus de Botucatu.

2.4. Análise de dados

Os usos de termos como prevalência, intensidade de infecção, intensidade média da infecção, comunidade componente e supracomunidade utilizados neste trabalho estão de acordo com Bush et al. (1997).

As espécies de anfíbios coletadas foram agrupadas em guildas (Tabela 1) de acordo com as características reprodutivas e uso do habitat pelos anfíbios observadas no local e

também descritas por Haddad et al. (2008) e Maffei et al. (2011): Guilda tipo I = espécies associadas a área aberta, com hábito arborícola, modo reprodutivo associado a água com machos vocalizando empoleirados em arbustos e vegetação herbáceas; tipo II = espécies associadas a área florestada, com hábito arborícola, modo reprodutivo associado a água com machos vocalizando empoleirados em arbustos e vegetação herbáceas, mas em época reprodutiva desce ao solo encharcado; tipo III = espécies associadas a área aberta, com hábito terrícola, modo reprodutivo associado a água com machos vocalizando na margem de açudes e áreas encharcada; tipo IV = espécies associadas a área aberta ou florestada, com hábito terrícola, modo reprodutivo associado a água; tipo V = espécies associada a área florestada, com hábito arborícola, modo reprodutivo totalmente terrestre com vocalização de machos em chão de mata; e tipo VI = espécies associadas a área aberta, com hábito aquático, modo reprodutivo associado a água e macho vocalizando na margem de açudes e áreas encharcada.

Para avaliar os parâmetros de infecção, riqueza e diversidade das supracomunidades de helmintos em cada guilda de hospedeiro foram calculadas a prevalência geral e a intensidade média de infecção para cada guilda de anfíbio hospedeiro. A riqueza (S) é descrita como sendo o número total de espécies de parasitas, e foi descrita ao nível de população de hospedeiros e guilda de hospedeiros. A riqueza média de espécie de helminto foi calculada como sendo o número de espécies de parasitas dividido pelo total de hospedeiros infectados. A riqueza média foi estimada para cada espécie de hospedeiro e para cada guilda de hospedeiros.

Tabela 1. Anfíbios anuros coletados em fragmentos florestais no município de São Luiz do Paraitinga, SP.

Espécie	N	Guilda
Brachycephalidae		
<i>Ischnocnema guentheri</i> (Steindachner, 1864)	4	V
Bufonidae		
<i>Rhinella icterica</i> (Spix, 1824)	18	IV
<i>Rhinella ornata</i> (Spix, 1824)	2	IV
Cycloramphidae		
<i>Proceratophrys boiei</i> (Wied-Neuwied, 1825)	11	III
Hylidae		
<i>Dendropsophus anceps</i> (Lutz, 1929)	1	I
<i>Hypsiboas albopunctatus</i> (Spix, 1824)	36	I
<i>Hypsiboas faber</i> (Wied-Neuwied, 1821)	11	II
<i>Hypsiboas lundii</i> (Burmeister, 1856)	2	II
<i>Hypsiboas polytaenius</i> (Cope, 1870)	27	I
Leiuperidae		
<i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826	17	III
Leptodactylidae		
<i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1799)	2	III
<i>Leptodactylus labyrinthicus</i> (Spix, 1824)	1	III
<i>Leptodactylus latrans</i> (Steffen, 1815)	36	III
Ranidae		
<i>Lithobates catesbeianus</i> (Shaw, 1802)	16	VI
TOTAL	184	

A diversidade total das infracomunidades foi calculada utilizando-se o índice de Shannon, H' (Krebs, 1989), e para a diversidade das infracomunidades e diversidade média foi utilizado o índice de Brillouin, H_B (Krebs, 1989). O valor médio da diversidade, H_B médio, (média aritmética \pm um erro padrão) foi calculado para cada guilda de hospedeiros. A análise foi realizada no programa MultiVariate Statistical Package (MVSP) versão 3.13 (<http://www.kovcomp.com/mvsp>).

A diversidade das supracomunidades de helmintos foi comparada entre as guildas através do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, após checar pressupostos de normalidade (Teste de Lilliefors), utilizando-se os valores médios da diversidade (H_B médio)

obtidos para cada guilda. A análise foi realizada no programa BioEstat 5.0 (Ayres et al., 2007).

A estrutura da comunidade de helmintos foi classificada de acordo com Thul et al. (1985): $I_j = (M_j) A_j B_j / \sum A_i B_i \times 100$; onde A_j é igual ao número de parasitas da espécie j , B_j é o número de hospedeiros infectados com a espécie j , M_j é um fator de maturidade, cujo valor é igual a 1 se ao menos um espécime maduro da espécie j for encontrado e 0 se apenas formas imaturas forem encontradas. A_i refere-se ao total de parasitas e B_i é número total de hospedeiros infectados na amostra. Cada espécie de helminto foi classificada em quatro categorias: dominantes, codominantes, subordinadas e colonizadoras sem sucesso (Thul et al., 1985).

O método de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS), uma técnica de ordenação, foi utilizado para buscar e exibir o padrão mais forte de estrutura da comunidade de helmintos com base na composição de espécies de parasitas e abundância. O índice de Bray-Curtis foi adotado como medida de distância e a matriz foi construída com os valores de abundância (logaritmizados) de cada *taxon* de parasita em cada espécie de hospedeiro. A configuração utilizada para este teste foi o piloto automático com velocidade e rigor do tipo lento e cuidadoso (McCune e Mefford, 1999). A interpretação do estresse final foi analisada segundo Kruskal (1964) e Clarke (1993). Para o cálculo da NMDS foi utilizado o programa PCOrd 4.0 (McCune e Mefford, 1999).

Para avaliar a similaridade da composição e abundância das espécies de parasitas nas guildas de anfíbios foi utilizado o teste não-paramétrico Procedimento de Permutação de Resposta Múltipla (MRPP - *Multi-Response Permutations Procedures*), executada pelo programa PC-Ord 4.0 (McCune e Mefford, 1999), utilizando a distância de Sorensen (Bray-Curtis) como medida de dissimilaridade para a abundância de espécies, avaliando se a composição dos grupos formados nas guildas de hospedeiros difere entre si. Permitindo

avaliar se estes são mais similares entre si do que seria esperado caso as amostras estivessem distribuídas ao acaso na área de estudo. Onde delta (A) varia de 0 a 1, tendo o valor máximo quando todos os grupos apresentam a mesma composição de espécies (McCune e Mefford, 1999). O propósito deste teste é determinar a concentração dentro de grupos (similar aos testes t e F), no entanto não depende das premissas de normalidade e homocedasticidade, dependendo somente da variabilidade interna dos dados (Zimmerman et al., 1985).

Para avaliar a distribuição espacial dos helmintos foi utilizado o índice de discrepância (D , Poulin, 1993). O índice tem um valor mínimo de zero ($D = 0$), quando todos os hospedeiros abrigarem o mesmo número de parasitas. Quando todos os parasitas são encontrados em um único hospedeiro, a agregação é máxima ($D = 1$). Este índice foi calculado com o software Quantitative Parasitology 3.0 (Rózsa et al., 2000).

3. Resultados

Das seis guildas analisadas todas apresentavam hospedeiros que estavam parasitados (prevalência total = 100%) por pelo menos uma espécie de helminto. O número de hospedeiros parasitados por guilda abrangeu desde um único hospedeiro parasitado na guilda VI até a maioria dos hospedeiros parasitados nas guildas II, III, IV e V (Tabela 2). A guilda IV apresentou a maior intensidade média de infecção ($37,7 \pm 7,6$), seguida pela guilda II ($17,2 \pm 5,8$) (Tabela 2), enquanto as guildas I e V apresentaram as menores intensidades médias de infecção ($2,8 \pm 0,8$ e $2,8 \pm 0,5$, respectivamente).

Tabela 2. Hospedeiros Parasitados (P), Hospedeiros Não Parasitados (NP), Prevalência (P%), Intensidade Média de Infecção (IMI \pm EP) Riqueza total (S) e Riqueza média (Sm) para diferentes guildas de anfíbios capturados em São Luiz do Paraitinga, São Paulo.

Guilda	P	NP	P%	IMI \pm EP	S	Sm \pm EP
I	20	44	31,3	2,8 \pm 0,8	3	1,1 \pm 0,1
II	11	2	84,6	17,2 \pm 5,8	7	2,2 \pm 0,4
III	51	16	76,1	8,8 \pm 1,5	9	1,8 \pm 0,1
IV	19	1	95	37,7 \pm 7,6	7	2,8 \pm 0,3
V	4	0	100	2,8 \pm 0,5	1	1
VI	1	15	6,3	5	1	1

Na maioria das guildas de hospedeiros foram encontrados somente uma ou poucas espécies de helmintos, mas na guilda II e IV foram encontradas sete espécies de helmintos e, na guilda III, nove espécies de helmintos (Tabela 2). Em média, as guildas de hospedeiros apresentaram riqueza de $4,67 \pm 1,4$ helmintos. A guilda IV foi a que apresentou o maior valor de riqueza média ($Sm = 2,8 \pm 0,3$) seguido pela guilda II ($Sm = 2,2 \pm 0,4$), que contém como representantes das guildas as espécies de hospedeiros que apresentaram os maiores valores de riqueza média, ou seja, *R. icterica* ($Sm = 2,9 \pm 0,3$) e *H. faber* ($Sm = 2,3 \pm 0,4$).

Dentre as guildas de hospedeiros analisadas as guildas III, II e IV foram as que apresentaram os maiores valores de diversidade e as guildas V e VI apresentaram valores de diversidade nulos (Tabela 3). Já para a diversidade média a guilda IV apresentou o maior valor enquanto a guilda V apresentou valor nulo.

Tabela 3. Caracterização quantitativa das comunidades componentes de helmintos parasitas das guildas de anfíbios hospedeiros capturados em São Luiz do Paraitinga, São Paulo.

Guilda	Diversidade Shannon (H')	Equitabilidade	Diversidade Média Brillouin (H_B médio)	Equitabilidade
I	0,265	0,556	0,08	0,0307
II	0,716	0,848	0,146	0,487
III	0,726	0,761	0,107	0,356
IV	0,69	0,816	0,224	0,544
V	0	0	0	0
VI	0	0	-	-

A análise de variância de Kruskal-Wallis indicou que houve diferenciação entre os valores de diversidades médias encontradas para as guildas (GL = 3; H = 23,24, p < 0,0001). Na comparação da diversidade média entre as guildas não houve diferença significativa entre a guilda II e III, e II e IV (Tabela 4).

Tabela 4. Valores resultantes do teste Kruskal-Wallis para comparação entre as diversidades médias encontradas para as guildas.

		Diferença entre as médias dos conjuntos de dados			
Guildas		I	II	III	IV
p - value	I		31,4205	21,1103	44,0855
	II	0,0043*		10,3102	12,6651
	III	0,0063*	0,2898		22,9752
	IV	< 0,0001*	0,2539	0,0035*	

* p-value significativo

A comunidade componente de helmintos nas guildas de hospedeiros incluiu 1427 helmintos pertencentes a 13 *taxa* (Tabela 5). Os *taxa* mais prevalentes foram os nematóides não identificados da família Cosmocercidae (prevalência = 100 %) e *Rhabdias* sp. (prevalência = 66,7 %). Algumas espécies de parasitas foram encontradas em uma única guilda: *Ochoterenella* sp., *Raillietnema simplex* e *Schrankiana* sp. na guilda II; *Polystoma cuvieri* e larva de Cestoda na guilda III; e *Ochoterenella vellardi* na guilda IV.

O índice de discrepância por espécie de parasita na comunidade de hospedeiro mostrou um padrão de agregação elevada (Tabela 5). Nas guildas isso não foi observado, com exceção da guilda I e VI. As guildas II, III e IV apresentaram um padrão de agregação mediano; e a guilda V não apresentou agregação (Tabela 5).

Tabela 5. Abundância, Prevalência (P), Intensidade Média de Infecção (IMI \pm erro padrão), amplitude, índice de Discrepância (D) e sítio de infecção (SI) das espécies de helmintos encontradas nas guildas de hospedeiros capturados em São Luiz do Paraitinga, São Paulo.
*Sítio de infecção: Bex = bexiga; Cav = cavidade corporal; E = estômago; ID = intestino delgado; IG = intestino grosso; Mês = mesentério; P = pulmão; R = rim; Ves = vesícula.

	<i>Guildd I</i>	<i>Guildd II</i>	<i>Guildd III</i>	<i>Guildd IV</i>	<i>Guildd V</i>	<i>Guildd VI</i>	P (%)	IMI \pm EP (Amplitude)	D	SI*
Nematoda										
Cosmocercídeo não identificado	42	54	192	86	11	5	100	65 \pm 28,1 (5 – 192)	0,782	ID, IG
<i>Falcaustra mascula</i>		37	16	18			50	23,7 \pm 6,7 16 – 37	0,969	ID, IG
<i>Ochoterenella</i> sp.		2					16,7	- (2)	0,984	Cav
<i>Ochoterenella vellardi</i>				12			16,7	- (12)	0,989	Cav
<i>Oswaldocruzia subauricularis</i>		43	73	272			50	129,3 \pm 71,9 (43 – 272)	0,924	E, ID, IG
<i>Physaloptera</i> sp.			21	121			33,3	71 \pm 50 (21 – 121)	0,983	E
<i>Raillietnema simples</i>		28					16,7	- (28)	0,989	IG
<i>Rhabdias</i> sp.	12	23	35	165			66,7	58,8 \pm 35,7 (12 – 23)	0,92	P
<i>Schrankiana</i> sp.		2					33,3	- (2)	0,989	ID
Trematoda										
<i>Gorgoderina parvicava</i>			85	42			33,3	63,5 \pm 21,5 (42 – 85)	0,972	Bex, Mes, R, IG
<i>Haematoloechus fuelleborni</i>	1		10				33,3	5,5 \pm 4,5 (1 – 10)	0,983	P
Cestoda										
Larva <i>Cestoda</i>			15				16,7	- (15)	0,987	E, Mes
Monogenea										
<i>Polystoma cuvieri</i>			4				16,7	- (4)	0,981	Bex, Mes
D										
	0,83	0,57	0,63	0,47	0,13	0,88				

As guildas III e IV apresentaram espécies de helmintos que foram classificadas como colonizadores sem sucesso, enquanto nas outras guildas apresentaram somente espécies dominantes ou codominantes (Tabela 6). As espécies classificadas como colonizadoras sem sucesso foram larvas de *Physaloptera* sp. e Cestoda que estavam presentes no estômago e mesentério (Tabela 5). Cosmocercídeo não identificado, a única espécie comum a todas as guildas, foi categorizada como dominante em todas. *Oswaldocruzia subauricularis*, *Raillietnema simples*, *Rhabdias* sp. e *G. parvicava* também foram categorizadas como dominantes nas guildas em que foram registradas. *Falcaustra mascula* foi a única espécie que apresentou classificação diferente nas guildas: codominante na guilda III e dominante na guilda II e IV. As outras cinco espécies de helmintos foram classificadas como codominantes.

Tabela 6. Valores de importância (I) e classificação das espécies de helmintos encontradas nas guildas de hospedeiros capturados em São Luiz do Paraitinga, São Paulo. D = Dominante; CD = Codominante; S = Subordinadas; SS = Colonizadoras sem sucesso.

Espécie Helminto	Guildas					
	I	II	III	IV	V	VI
Nematoda						
Cosmocercídeo não identificado	95,07 (D)	63,53 (D)	76,89 (D)	13,02 (D)	100 (D)	100 (D)
<i>Falcaustra mascula</i>	-	7,25 (D)	0,82 (CD)	1,36 (D)	-	-
<i>Ochoterenella</i> sp.	-	0,78 (CD)	-	-	-	-
<i>Ochoterenella vellardi</i>	-	-	-	0,15 (CD)	-	-
<i>Oswaldocruzia subauricularis</i>	-	59,02 (D)	11,99 (D)	48,06 (D)	-	-
<i>Physaloptera</i> sp. (larvae)	-	-	0 (SS)	0 (SS)	-	-
<i>Raillietnema simples</i>	-	5,49 (D)	-	-	-	-
<i>Rhabdias</i> sp.	4,79 (D)	27,06 (D)	3,95 (D)	31,23 (D)	-	-
<i>Schrankiana</i> sp.	-	0,39 (CD)	-	-	-	-
Trematoda						
<i>Gorgoderina parvicava</i>	-	-	4,36 (D)	1,59 (D)	-	-
<i>Haematoloechus fuelleborni</i>	0,13 (CD)	-	0,31 (CD)	-	-	-
Cestoda						
Cestoda (larvae)	-	-	0 (SS)	-	-	-
Monogenea						
<i>Polystoma cuvieri</i>	-	-	0,12 (CD)	-	-	-

A análise de permutação (MRPP) mostrou que a composição da fauna de helmintos foi diferente entre os grupos de hospedeiros formados de acordo com o modo reprodutivo e uso do hábitat ($A = 0,1273$; $p < 0,001$) (Tabela 7). As distâncias médias entre os grupos mostraram que as guildas tiveram, relativamente, uma alta dispersão, com exceção da guilda V que mostrou uma dispersão estreita (Tabela 8).

Tabela 7. Resumo estatístico para o teste não-paramétrico Procedimento de Permutação de Resposta Múltipla (MRPP). Δ = valor de Delta.

	Δ				<i>T</i>	<i>p</i>	<i>A</i>
	Observado	Esperado	Variância	Tendência			
Sorensen	0,4237	0,4855	0,340E-04	-0,7908	-10,593	< 0,001	0,1273

Tabela 8. Distância média entre grupos calculada para três diferentes matrizes de distância. A distância média entre grupos é usada como um teste estatístico.

Distância média entre grupos (Sorensen)	
Guilda I	0,3297
Guilda II	0,5057
Guilda III	0,4546
Guilda IV	0,4697
Guilda V	0,5723E-01
Média	0,3634

A análise de ordenação pelo Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) reuniu os hospedeiros de acordo com as guildas criadas neste estudo (Figura 2). Após 44 interações, o critério de estabilidade foi atingido com estresse final de 4,67 (teste de Monte Carlo: $p < 0,01$). A proporção de variância representada por cada eixo, baseado no r^2 entre a distância no espaço da ordenação e o espaço original foi de 0,284 para o eixo 1 e 0,50 para o eixo 2.

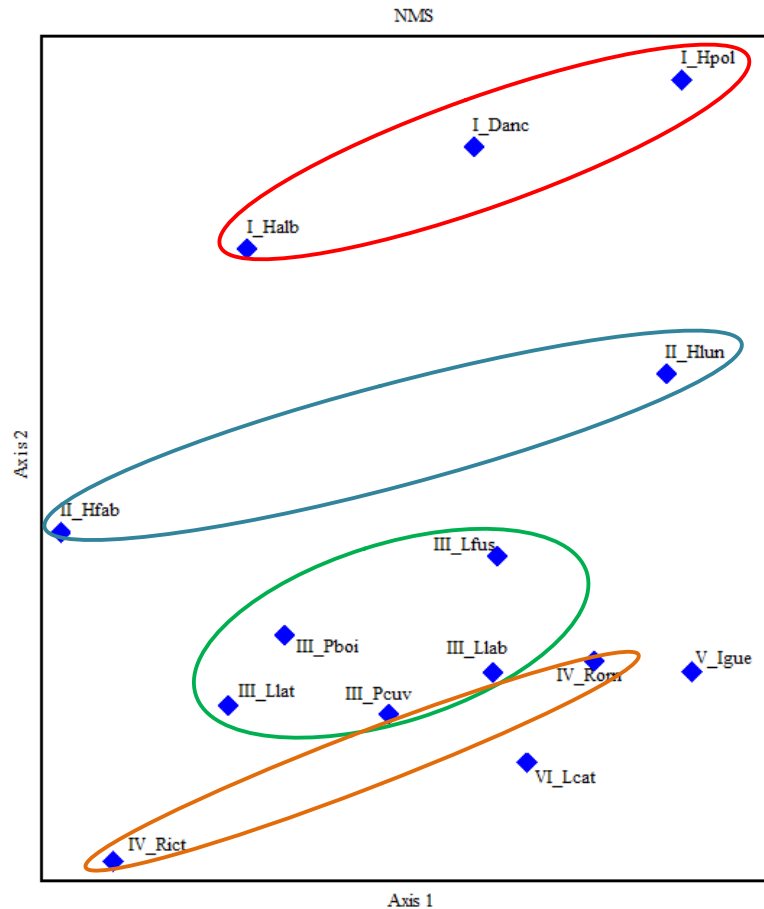


Figura 2. Eixos da Análise de Escalonamento Multidirecional Não-Métrico (NMS) para exibir o padrão de ordenação das guildas, mostrando a estrutura da comunidade de helmintos com base na composição de espécies de parasitas e abundância parasitária. Danc = *Dendropsophus anceps*, Halb = *Hypsiboas albopunctatus*, Hpol = *H. polytaenius* referente aos hospedeiros pertencentes à guilda I; Hfab = *H. faber*, Hlun = *H. lundii* referente aos hospedeiros pertencentes à guilda II; Lfus = *Leptodactylus fuscus*, Llab = *L. labyrinthicus*, Llat = *L. latrans*, Pcuv = *Physalaemus cuvieri*, Pboi = *Proceratophrys boiei* referente aos hospedeiros pertencentes à guilda III; Rict = *Rhinella icterica*, Rorn = *R. ornata* referente aos hospedeiros pertencentes à guilda IV; Igue = *Ischnocnema guentheri* referente aos hospedeiros pertencentes à guilda V; Lcat = *Lithobates catesbeianus* referente aos hospedeiros pertencentes à guilda VI.

4. Discussão

As seis guildas analisadas no presente estudo apresentavam hospedeiros infectados por helmintos parasitas, sendo as guildas IV e II com maiores intensidade média de infecção e riqueza média parasitária e as guildas VI, V e I as menores valores. Segundo Whiles et al. (2006), anuros atuam tanto como predadores quanto como presas, além de poderem conectar ambientes aquáticos e terrestres. Assim, esse resultado pode ser explicado pela biologia e ecologia dos hospedeiros constituintes das guildas II e IV que permite a infecção por espécies de helmintos generalistas e de ciclo de vida direto, como os nematóides não identificados da família Cosmocercidae, *O. subauricularis* e *Rhabdias* sp., e com uma intensidade parasitária elevada, que é o padrão descrito para a comunidade de helmintos de anfíbios (Aho, 1990; Barton, 1999; Bursley et al., 2001). Já as guildas I, V e IV, apesar de apresentarem infecção também por nematóides não identificados da família Cosmocercidae, a intensidade parasitária foi bem reduzida em comparação com as outras guildas. A guilda III foi a que apresentou a maior riqueza total e intensidade média de infecção e riqueza média com valores intermediários. O que pode ter influenciado esse resultado, além da ecologia e biologia dos hospedeiros, pode ter sido a variedade de famílias que constitui essa guilda. Assim, houve a infecção por espécies de helmintos generalistas e com ciclo de vida direto, mas também por espécies especialistas, como o *P. cuvieri*, e com ciclo de vida indireto, como *G. parvicava* e *H. fuelleborni*, e com uma intensidade relativamente alta.

As maiores diversidades, equitabilidade e riqueza parasitária nas guildas II, III e IV podem ser resultado de diversos fatores, como espécies de hospedeiros com maior tamanho corpóreo e maior associação ao ambiente aquático, quando comparado com a guilda I e V. O tamanho do corpo do hospedeiro pode oferecer maior espaço e diversidade de microhabitats, suportando uma riqueza maior de parasitas (Poulin e Morand, 2004), além

de hospedeiros maiores apresentarem maior área de contato, aumentando a oportunidade de penetração de larvas de parasitas (McAlpine, 1997; Poulin e Morand, 2004). Para Poulin e Morand (2004) a forma de exploração do habitat também poderiam explicar diferenças na riqueza e diversidade parasitária entre as espécies de hospedeiros. Hospedeiros que apresentam maior contato com a água devem abrigar maior abundância de indivíduos e mais espécies de parasitas (Aho, 1990; Bush et al., 1990), enfatizando a importância de determinantes ecológicos na composição das comunidades parasitárias. Com relação à guilda VI, que é formada somente por *Lithobates catesbeianus*, apesar de apresentar as mesmas características é uma espécie do tipo introduzida, o que pode ter alterado o padrão observado.

O padrão de distribuição registrado para as espécies de helmintos encontrados neste estudo foi considerado agregado, isto é, a desigualdade de exposição dos hospedeiros e a diferença na susceptibilidade individual à infecção podem influenciar esse padrão fazendo com que muitos hospedeiros abriguem nenhum ou poucos parasitas e poucos hospedeiros abriguem a maioria deles (Poulin, 1993), conforme esperado para populações de parasitas (Poulin, 2007).

A classificação da comunidade de helmintos foi utilizada para avaliar quantitativamente a importância relativa de espécies de helmintos dentro da infracomunidade de cada guilda. As guildas tiveram a grande maioria das espécies classificadas como dominantes e codominantes, com exceção de *Physaloptera* sp. e larva de Cestoda que foram espécies classificadas com colonizadoras sem sucesso. Proporcionalmente cada guilda teve um similar número de helmintos dominantes e codominantes. Das espécies de helmintos encontradas em duas ou mais guildas, todas foram categorizadas da mesma maneira, exceto para *F. mascula* que foi categorizada como

codominante na guilda III e dominante na guilda II e IV. Isto indica que não há diferenças nas guildas de importância para a maioria das espécies.

Pela análise de ordenação (NMDS) foi possível observar que existem diferenças significativas entre as amostras de guildas de hospedeiros, devido às diferenças de composição e abundância da fauna parasitária. Anuros com comportamento terrestre são predominantemente infectados por espécies de nematóides (Barton, 1999; Bolek e Coggins, 2000, 2003; Iannacone, 2003; Luque et al., 2005), enquanto anuros aquáticos abrigam maior quantidade de trematódeos (McAlpine, 1997; Bolek e Coggins, 2001, 2003; Muzzall et al., 2001; Paredes-Calderón et al., 2004; Hamann et al., 2006a, 2006b; Schaefer et al., 2006). Assim, apesar das guildas de anfíbios hospedeiros compartilharem muitas das espécies de parasitas registradas, suas respectivas infracomunidades formaram grupos distintos.

Os resultados deste estudo apontam que existe uma importância relevante das características morfológicas e comportamentais dos hospedeiros na estruturação das comunidades de helmintos parasitas em espécies simpátricas de anfíbios. Assim, este estudo contribui para a compreensão sobre as relações ecológicas dos anuros e seus parasitas, já que foi possível observar que as características reprodutivas e a variação da exploração dos microhabitats pelos anuros do presente estudo podem influenciar na estrutura e composição das comunidades parasitárias.

5. Referências Bibliográficas³

- Aho, J. M. 1990. Helminthes communities of amphibians and reptiles: comparative approaches to understanding patterns and process. *In* Parasite Communities: patterns and process, G. W. Esch, A. O. Bush, and J. M. Aho (eds.). Chapman and Hall, London, U.K., p. 157–195.
- Aisien, S. O., F. Ayeni, and I. Ilechie. 2004. Helminth fauna of anurans from the Guinea savanna at New Bussa, Nigeria. *African Zoology* **39**: 133–136.
- Aisien, S. O., S. O. Ogoannah, and A. A. Imasuen. 2009. Helminth parasites of amphibians from a rainforest reserve in southwestern Nigeria. *African Zoology* **44**: 1–7.
- Amato, J. F. R., W. Boeger, and S. B. Amato. 1991. Protocolos para laboratório: coleta e processamento de parasitos de pescado. Imprensa Universitária, UFRRJ, Rio de Janeiro.
- Anderson, R. C. 2000. Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission, 2th ed. CABI Publishing, New York, 650 p.
- _____, A. G. Chabaud, and S. Willmott. 2009. Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates: Archival Volume. CABI International, Wallingford, U.K., 463 p.
- Anjos, L. A. 2011. Herpetoparasitology in Brazil: what we know about endoparasites, how much we still do not know. *Neotropical Helminthology* **5**: 107–111.
- Ayres, M., M. Ayres-Júnior, D. L. Ayres, and A. A. S. Santos. 2007. Bioestat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. Sociedade Civil Mamirauá, Belém, CNPq. Disponível em: <http://www.mamiraua.org.br/download>.
- Barton, D. P. 1999. Ecology of helminth communities in tropical Australian amphibians. *International Journal of Parasitology* **29**: 921–926.
- Ben Slimane, B, and M. C. Durette-Desset. 1996. Four new species of *Oswaldocruzia* (Nematoda: Trichostrongylina, Molineioidea) parasiting amphibians and lizards from Ecuador. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* **91**(3): 317–328.
- Bolek, M. G., and J. R. Coggins. 2000. Seasonal occurrence and community structure of helminth parasites from the Eastern American toad *Bufo americanus americanus*, from Southeastern Wisconsin, U.S.A. *Comparative Parasitology* **67**: 202–209.
- _____, and _____. 2001. Seasonal occurrence and community structure of helminth parasites in green frogs, *Rana clamitans melanota*, from Southeastern Wisconsin, U.S.A. *Comparative Parasitology*, **68**, 164–172.

³ Referências apresentadas segundo normatização da revista científica *Journal of Parasitology*

- _____, and _____. 2003. Helminth community structure of sympatric Eastern American toad, *Bufo americanus*, Northern Leopard frog, *Rana pipiens*, and Blue-Spotted salamander, *Ambystoma laterale*, from Southeastern Wisconsin. *Journal of Parasitology* **89**: 673–680.
- Brooks, D. R., V. León-Rpgagnon, D. A. McLennan, and D. Zelmer. 2006. Ecological fitting as a determinant of the community structure of platyhelminth parasites of anurans. *Ecology* **87**: S76–S85.
- Bursey, C. R., and S. R. Goldberg. 2005. New species of *Oswaldocruzia* (Nematoda: Molineoidae), new species of *Rhabdias* (Nematoda: Rhabdiasidae), and other helminths in *Rana cf. forreri* (Anura: Ranidae) from Costa-Rica. *Journal of Parasitology* **91**: 600–605.
- _____, _____, and J. R. Pamarlee. 2001. Gastrointestinal helminths of 51 species of anurans from Reserva Cuzco Amazónico, Peru. *Comparative Parasitology* **68**: 21–35.
- Bush, A. O., J. M. Aho, and C. R. Kennedy. 1990. Ecological versus phylogenetic determinants of helminth parasite community richness. *Evolutionary Ecology* **4**: 1–20.
- _____, K. D. Lafferty, J. M. Lotz, and A. W. Shostak. 1997. Parasitology meets ecology on its terms: Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology* **83**(4): 575–583.
- Cabrera-Guzmán, E., V. León-Règagnon, and L. García-Prieto. 2007. Helminth parasites of the Leopard frog *Rana cf. forreri* (Amphibia: Ranidae) in Acapulco, Guerrero, Mexico. *Comparative Parasitology* **74**: 96–107.
- Clarke, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* **18**: 117–143.
- Duellman, W. E., and L. Trueb. 1994. *Biology of Amphibians*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, 670p.
- Frost, D. R. 2013. *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. Version 5.6. Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>. American Museum of Natural History, New York, USA. Accessed at 15 January 2013.
- Giasson, L. O. M. 2008. Efeito do uso da paisagem sobre as comunidades de anfíbios: uma comparação entre dois mosaicos rurais com diferentes históricos de ocupação. Dissertação (doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade do Estado Paulista, Rio Claro. 149p.
- Gibson, D., A. Jones, and R. Bray. 2002. *Keys to the Trematoda*. Vol. 1. CAB International, London, 521 p.
- Gibbons, L. 2010. *Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates*. Supplementary Volume. CABI International, Wallingford, U.K., 416p.

- Goldeberg, S. R., and C. R. Bursley. 2003. Helminth of two anuran species, *Atelopus spurrelli* (Bufonidae) and *Dendrobates histrionicus* (Dendrobatidae), from Colombia, South America. *Parasitology International* **52**: 251–253.
- _____, _____, J. D. Trujillo, and H. Kaiser. 2002. Intestinal helminths of seven frog species from Trinidad and Tobago. *Caribbean Journal of Science* **38**: 147–150.
- _____, _____, J. P. Caldwell, L. J. Vitt, and G. C. Costa. 2007. Gastrointestinal helminths from six species of frogs and three species of lizards, 85 sympatric in Pará State, Brazil. *Comparative Parasitology* **74**: 327–342.
- _____, _____, _____, and D. B. Shepard. 2009. Gastrointestinal helminths of six sympatric species of *Leptodactylus* from Tocantins State, Brazil. *Comparative Parasitology* **76**: 258–266.
- González, C. E., and M. I. Hamann. 2006. Nematodes parásitos de *Chaunus granulatus major* (Müller & Hellmich, 1936) (Anura: Bufonidae) en Corrientes, Argentina. *Cuadernos de Herpetología* **20**(1): 43–49.
- _____, and _____, 2007. Nematode parasites of two species of *Chaunus* (Anura: Bufonidae) from Corrientes, Argentina. *Zootaxa* **1393**: 27–34.
- Guillén-Hernández, S., G. Salgado-Maldonado, and R. Lamotheargumedo. 2000. Digeneans (Plathelminthes: Trematoda) of seven sympatric species of anurans from Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. *Studies the Neotropical Fauna and Environment* **35**: 10–13.
- Haddad, C. F. B., L. F. Toledo, and C. A. Prado. 2008. Anfíbios da Mata Atlântica: guia dos anfíbios anuros da Mata Atlântica. Editora neotropica, São Paulo.
- Hamann, M. I., A. I. Kehr, and C. E. González. 2006a. Species affinity and infracommunity ordination of helminths of *Leptodactylus chaquensis* (Anura: Leptodactylidae) in two contrasting environments from northeastern Argentina. *Journal of Parasitology* **92**: 1171–1179.
- _____, C. E. González, and A. I. Kehr. 2006b. Helminth community structure of the oven frog *Leptodactylus latinasus* (Anura, Leptodactylidae) from Corrientes, Argentina. *Acta Parasitologica* **51**: 294–299.
- _____, A. I. Kehr, C. E. González, M. I. Duré, and E. F. Schaefer. 2009. Parasite and reproductive features of *Scinax nasicus* (Anura: Hylidae) from a south American Subtropical area. *Interciencia* **34**(3): 214–218.
- Iannacone, J. 2003. Helmintos parásitos de *Atelopus bomolochus* Peters 1973 (Anura: Bufonidae) de Piura, Peru. *Gayana* **67**(1): 9–15.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper-Collins Publishers, New York.

- Kruskal, J. B. 1964. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. *Psychometrika* **29**: 1–27.
- Luque, J. L., A. N. Martins, and L. E. R. Tavares. 2005. Community structure of metazoan parasites of the yellow Cururu toad, *Bufo ictericus* (Anura, Bufonidae) from Rio de Janeiro, Brazil. *Acta Parasitology* **50**: 215–220.
- Maffei, F., F. K. Ubaid, and J. Jim. 2011. Anfíbios da Fazenda Rio Claro, Lençóis Paulista, SP. Canal 6, Bauru.
- McAlpine, D. F. 1997. Helminth communities in bullfrogs (*Rana catesbeiana*), green frogs (*Rana clamitans*), and leopard frogs (*Rana pipiens*) from New Brunswick, Canada. *Canadian Journal of Zoology* **75**: 1883–1890.
- McCune, B., and M. J. Mefford. 1999. PC-ORD: multivariate analysis of ecological data. Version 4.0. MjM Software Design, Gleneden Beach, 237p.
- Muzzall, P. M., M. G. Gilliland, C. S. Summer, and C. J. Mehne. 2001. Helminth communities of green frogs *Rana clamitans* Latreille, from southwestern Michigan. *Journal of Parasitology* **87**: 962–968.
- Paredes-Calderón, L., V. León-Regagnon, and L. García-Prieto. 2004. Helminth infracommunities of *Rana vaillanti* Brocchi (Anura: Ranidae) in Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. *Journal of Parasitology* **90**: 692–696.
- Perez-Ponce de León, G., L. García-Prieto, and U. Razo-Mendivil. 2002. Species richness of helminths parasites in Mexican amphibians and reptiles. *Diversity and Distributions* **8**: 211–218.
- Poulin, R. 1993. The disparity between observed and uniform distributions: a new look at parasite aggregation. *International Journal for Parasitology* **23**(7): 937–944.
- _____. 2007. Are there general laws in parasite ecology? *Parasitology* **134**: 763–776.
- _____, and S. Morand. 1999. Geographical distances and the similarity among parasite communities of conspecific host populations. *Parasitology* **119**: 369–374.
- _____, and _____. 2004. *Parasite Biodiversity*. Smithsonian Books, Washington, 216 p.
- Ramallo, G., C. R. Bursey, and S. R. Goldberg. 2008. New species of *Aplectana* (Ascaridida: Cosmocercidae) in the toads, *Rhinella granulose* and *Rhinella schneideri* (Anura: Bufonidae) from northern Argentina. *Journal of Parasitology* **94**(6): 1357–1369.
- Rey, L. 2001. *Parasitologia: parasitos e doenças parasitárias do homem nas Américas e na África*. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 856 p.

- Rózsa, L., J. Reiczigel, and G. Majoros. 2000. Quantifying parasites in samples of hosts. *Journal of Parasitology* **86**: 228–232.
- Schaefer, E. F., M. I. Hamann, A. I. Kehr, C. E. González, and M. I. Duré. 2006. Trophic, reproductive and parasitological aspects of the ecology of *Leptodactylus chaquensis* (Anura: Leptodactylidae) in Argentina. *Herpetological Journal* **16**: 387–394.
- Schmidt, G. D. 1986. CRC Handbook of tapeworm identification. CRC Press, Florida, 675p.
- Segalla, M. V., U. Caramaschi, C. A. G. Cruz, P. C. A. Garcia, T. Grant, C. F. B Haddad, and J. Langone. 2012. Brazilian amphibians – List of species. Electronic Database accessible at <http://www.sbherpetologia.org.br>. Sociedade Brasileira de Herpetologia. Accessed at 15 January 2013.
- Smales, L. R. 2007. Acanthocephala in amphibians (Anura) and reptiles (Squamata) from Brazil and Paraguay with description of a new species. *Journal of Parasitology* **93**: 392–398.
- Thul, J. E., D. J. Forrester, and C. L. Abercrombie. 1985. Ecology of parasitic helminths of wood ducks, *Aix sponsa*, in the Atlantic fairway. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* **52**(2): 297–310.
- Travassos, L., J. F. T. Freitas, and A. Kohn. 1969. Trematodeos do Brasil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* **67**: 886 p.
- Valtonen, E. T., K. Pulkkinen, R. Poulin, and M. Julkunen. 2001. The structure of parasite component communities in brackish water fishes of the northeastern Baltic Sea. *Parasitology* **122**: 471–481.
- Vicente, J. J., H. O. Rodrigues, D. C. Gomes, and R. M. Pinto, 1990. Nematóides do Brasil. Parte II: Nematóides de anfíbios. *Revista Brasileira de Zoologia* **7**: 549–626.
- Whiles, M. R., K. R. Lips, C. M. Pringle, S. S. Kilham, R. J. Bixby, R. Brenes, S. Conneely, J. C. Colon-Gaud, M. Hunte-Brown, A. D. Huryn, C. Montgomery, and S. Peterson. 2006. The effects of amphibian population declines on the structure of Neotropical stream ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment* **4**(1): 27–34.
- Yamaguti, S. 1959. *Systema Helminthum - Cestodes*. Vol. II. Interscience Publishers, London, 860p.
- _____. 1961. *Systema Helminthum - Nematodes*. Vol. III. - Part I e II. Interscience Publishers, London, 1261p.
- _____. 1963. *Systema Helminthum – Acanthocephalans*. Vol. IV. Interscience Publishers, London, 1074 p.

_____. 1971 Systema Helminthum - Trematodes. Vol. I. Interscience Publishers, London, 1074 p.

Zelmer, D. A., and H. P. Arai. 2004. Development of nestedness: Host biology as a community process in parasite infracommunities of yellow perch (*Perca flavescens* (Mitchill)) from Garner Lake, Alberta. *Journal of Parasitology* **90**(2): 435–436.

Zimmerman, B. L., and R. O. Bierregaard. 1985. Relevance of the equilibrium theory of island biogeography and species-area relations to conservation with a case from Amazonia. *Journal of Biogeography* **13**: 133–143.

Artigo 3: Parasitas da espécie introduzida Lithobates catesbeianus (Anura: Ranidae) e da comunidade de anfíbios nativos de Mata Atlântica.

Biological Invasions

Resumo

O objetivo deste estudo foi comparar a fauna parasitária de *Lithobates catesbeianus* e a comunidade de anfíbios nativos procedentes de uma área de Mata Atlântica. A helmintofauna foi composta por 13 *taxa*: nematóides não identificados da família Cosmocercidae, *Falcaustra mascula*, *Ochoterenella* sp., *Ochoterenella vellardi*, *Oswaldocruzia subauricularis*, *Physaloptera* sp., *Raillietnema simples*, *Rhabdias* sp., *Schrankiana* sp., *Gorgoderina parvicava*, *Haematoloechus fuelleborni*, *Polystoma cuvieri* e larva de Cestoda. Em *L. catesbeianus* foi encontrado somente nematóides não identificados da família Cosmocercidae. A prevalência total de *L. catesbeianus* foi a mais baixa entre as espécies de anfíbios analisados (6,2%), enquanto *Rhinella icterica* apresentou a maior prevalência (100%). *Lithobates catesbeianus* e *Hypsiboas albopunctatus* apresentaram os menores valores para intensidade média de infecção (5 e $2,4 \pm 3,3$, respectivamente). A menor riqueza média também foi encontrada em *L. catesbeianus* ($0,06 \pm 0,25$) e, novamente, *R. icterica* apresentou o maior valor ($2,9 \pm 1,2$). Foi observado que em *L. catesbeianus* a prevalência e a riqueza de parasitas foi menor do que nas espécies nativas. Nenhuma espécie de parasita da região de origem de *L. catesbeianus* foi encontrada neste estudo. Isto nos permite dizer que estes parasitas não conseguiram se estabelecer neste novo ambiente ou que os espécimes introduzidos estavam livres de parasitas. Este tipo de informação é de grande importância, já que mostra os princípios gerais envolvidos no risco de introdução de animais.

Palavras-chave: rã-touro americana, parasitas, introdução biológica, espécies exóticas.

Abstract

The aim of this study was to compare the parasite fauna of *Lithobates catesbeianus* with parasites from native amphibian community from an area of Atlantic Rainforest. The helminth fauna was composed by 13 *taxa*: nematodes unidentified of the family Cosmocercidae, *Falcaustra mascula*, *Ochoterenella* sp., *Ochoterenella vellardi*, *Oswaldocruzia subauricularis*, *Physaloptera* sp., *Raillietnema simplex*, *Rhabdias* sp., *Schrankiana* sp., *Gorgoderina parvicava*, *Haematoloechus fuelleborni*, *Polystoma cuvieri* and larvae of Cestoda. In *L. catesbeianus* was found only nematodes unidentified of the family Cosmocercidae. The overall prevalence of *L. catesbeianus* was the lowest among the analyzed species of amphibians (6.2%), while *Rhinella icterica* presented the higher prevalence (100%). *Lithobates catesbeianus* and *Hypsiboas albopunctatus* showed the lowest values for the mean intensity of infection (5 and 2.4 ± 3.3 , respectively). The lowest mean richness of helminths was also found in *L. catesbeianus* (0.06 ± 0.25) and again *R. icterica* showed the higher (2.9 ± 1.2). It was observed that in *L. catesbeianus* the prevalence and richness of parasites was lower than the native species. No parasite species of the origin region of *L. catesbeianus* was found in this study, it can be said that these parasites could not to establish this new environment or the specimens introduced were free of parasites. This kind of information is of great importance since it shows the general principles involved in the risk of introduction of animals.

Key words: American bullfrog, parasite, introduction biology, exotic species

1. Introdução

No Brasil, ocorrem aproximadamente 147 espécies exóticas ou invasoras (Instituto Hórus 2011). Nesta lista de espécies invasoras estão incluídos diferentes grupos como, os invertebrados terrestres e aquáticos, peixes, pássaros, mamíferos, répteis e anfíbios (Instituto Hórus 2011). Entre anuros, duas espécies são registradas, *Xenopus laevis*, conhecida como sapo Africano, e *Lithobates catesbeianus*, conhecida como rã-touro Americana (Instituto Hórus 2011).

Lithobates catesbeianus é um importante agente na estruturação das comunidades de anuros em sua área nativa, no leste das Grandes Planícies, América do Norte (Hecnar e M'Closkey 1997). Foi introduzida em várias regiões do mundo, acidentalmente ou intencionalmente (Bruening 2002; Frost 2013), especialmente para criação comercial (Stebbins e Cohen 1995) ou como espécie ornamental (Jennings e Hayes 1985).

No Brasil, a introdução ocorreu na década de 1930 em associação com a aquicultura (Fontanello e Ferreira 2007). No entanto, devido a problemas técnicos e falta de conhecimento sobre a biologia e manejo da espécie em cativeiro, algumas criações não tiveram sucesso. Em muitos casos, em criações desativadas, os animais foram soltos no ambiente natural, onde eles se adaptaram às condições climáticas e ecológicas locais (Vizotto 1984; Wekerlin 1998). Os primeiros registros da espécie em ambientes naturais foram realizados em 1988 nos municípios de Suzano e Ribeirão Pires, Estado de São Paulo, e atualmente sua ocorrência está descrita para vários Estados Brasileiros, nas regiões de Mata Atlântica e Cerrado (Guix 1990; Borges-Martins et al. 2002; Dixo e Verdade 2006; Rocha-Miranda et al. 2006; Giovanelli et al. 2008).

Lithobates catesbeianus é uma espécie de grande porte com hábitos generalista (Hecnar e M'Closkey 1997). A dieta da espécie na fase larval é predominantemente herbívora e pode preda também ovos e larvas de outras espécies de rãs (Instituto Hórus

2011). Na fase adulta a sua dieta é baseada em proteína animal, invertebrados e vertebrados como ratos, morcegos, peixes, aves, répteis, anfíbios e outras espécies, incluindo membros da mesma espécie (Bury e Whelan 1984; Rodriguez e Linares 2001). Geralmente ocupam corpos d'água permanentes, onde se alimentam e reproduzem em elevadas taxas, apresentam período reprodutivo anual extenso, com a presença de comportamento territorial agressivo desenvolvido pelos machos (Ryan 1980).

Estes anuros formam densas populações com alta capacidade adaptativa quando sua introdução no ambiente ocorre com sucesso (Afonso et al. 2010). A introdução de espécies, usualmente, tem um efeito negativo sobre a composição da comunidade local e, em casos extremos, estes efeitos podem causar extinções em grande escala de espécies nativas. Sabe-se que a introdução de espécies em habitats novos, deliberadamente ou acidentalmente, provocam consequências devastadoras e devem ser evitadas (Begon et al. 1996). Os problemas resultantes do estabelecimento de populações de *L. catesbeianus* já são evidentes em regiões onde a espécie não ocorre naturalmente (Werner et al. 1995; Lawler et al. 1999; Batista 2002; Hernandez et al. 2006).

Novas espécies introduzidas podem abrigar parasitas que por sua vez podem ser introduzidos nesse novo ecossistema (Marr et al. 2008; Goldberg e Bursey 2000). Animais introduzidos também podem adquirir uma fauna de parasitas exclusivos depois da introdução, como também observou Goldberg e Bursey (2000).

Hudson et al. (2006) revisaram diversos sistemas parasita-hospedeiro e concluíram que a diversidade de parasitas pode promover a diversidade de espécies nos ecossistemas. O aumento da biodiversidade, possivelmente promove um maior número de espécies de hospedeiros e parasitas, contribuindo para o aumento da produtividade de um ecossistema (Hudson et al. 2006). Além disso, os parasitas podem afetar negativamente a densidade populacional de hospedeiros, diretamente, reduzindo o crescimento, fecundidade e

sobrevivência dos hospedeiros (Tompkins e Begon 1999), e indiretamente, pelo aumento da susceptibilidade do hospedeiro à predação ou afetar as interações competitivas (Hudson et al. 1992).

Este trabalho tem como objetivos comparar a fauna parasitária de *L. catesbeianus*, e de uma comunidade de anfíbios nativos procedentes de uma área de Mata Atlântica Brasil.

2. Material e métodos

2.1. Área de estudo

Os anfíbios foram coletados em uma propriedade particular cercada por remanescentes de Floresta Atlântica localizada no município de São Luiz do Paraitinga (23° 13'S; 45° 18'W), na região situada entre o Vale do Paraíba e o Litoral Norte do Estado de São Paulo, Sudeste do Brasil (Figura 1).



Figura 1. Imagem da área de amostragem do fragmento selecionado no Bairro Bom Retiro, em São Luiz do Paraitinga, SP. (Fonte: Imagem de satélite do GoogleEarth – DigitalGlobe).

2.2. Anfíbios hospedeiros

Os anfíbios foram amostrados entre Fevereiro e Novembro de 2009 (Fevereiro = 9 espécimes, Março = 13 espécimes e Novembro = 40 espécimes), e em Janeiro de 2010 (n = 82 espécimes). No total foram coletados 145 anfíbios pertencentes a sete espécies: *Hypsiboas albopunctatus* (n = 36), *H. faber* (n = 11), *Leptodactylus latrans* (n = 36), *L. catesbeianus* (n = 16), *Physalaemus cuvieri* (n = 17), *Proceratophrys boiei* (n = 11) e *Rhinella icterica* (n = 18). A nomenclatura dos anuros e classificação das espécies em famílias segue a nova classificação proposta por Frost (2013) e Segala et al. (2012).

Os anuros foram capturados através de busca ativa durante o período de atividade e em armadilhas de interceptação e queda (AIQ), que foram instaladas no interior do fragmento e na borda do riacho que passa próximo ao fragmento, transportados vivos ao laboratório, e então eutanaziados com solução de Tiopental sódio (Thiopentax[®]). Em seguida, foram necropsiados e seu trato gastrointestinal, pulmões, rins, fígado, bexiga urinária, cavidade corporal e musculatura dos membros inferiores foram checados para a presença de helmintos.

2.3. Coleta, preparo e identificação dos helmintos

Os helmintos foram coletados e processados seguindo-se metodologias utilizadas por Amato et al. (1991) e após, conservados em solução de álcool 70%.

Para a determinação das espécies, cestóides, monogenóides e digenéticos foram corados pela técnica do carmim clorídrico e clarificados com creosoto. Os nematóides foram clarificados com lactofenol de Aman e examinados com montagem de lâminas temporárias. Para a determinação das espécies foram utilizadas as chaves de Yamaguti (1959; 1961; 1971), Vaucher (1990), Vicente et al. (1990), Anderson et al. (2009) e Gibbons (2010).

Análises morfométricas e morfológicas foram realizadas em sistema computadorizado para análise de imagens QWin Lite 3.1 e LAZ V3 (Leica Application Suite), adaptado aos microscópios DMLB (Leica) e DM 5000B (contraste interferencial de fase).

As espécies de helmintos encontradas foram depositadas na Coleção Helminológica do Instituto de Biociências de Botucatu (CHIBB), Unesp, campus de Botucatu.

2.4. Análise de dados

A prevalência total e intensidade média de infecção foram calculadas conforme Bush et al. (1997). Todos os valores correspondentes á média de alguma variável são acompanhadas do respectivo erro padrão. A riqueza (*S*) foi descrita como o número total de espécies de parasitas e será apresentada para a população hospedeira. A riqueza média de espécies de helmintos foi calculada como o número de espécies de parasitas dividido pelo número de hospedeiros infectados. Foi estimada a riqueza média para cada espécie de hospedeiro.

3. Resultados

Dos 145 anfíbios analisados 16 eram *L. catesbeianus*, os outros indivíduos eram representantes de seis outras espécies (Tabela 1). A prevalência total de *L. catesbeianus* foi a menor entre as espécies de anfíbios analisados (6,3%), isto é, dos 16 espécimes examinados somente um estava infectado com cinco helmintos. *Lithobates catesbeianus* foi a espécie que apresentou a menor riqueza parasitária (Tabela 1).

Tabela 1. Comunidade de anfíbios capturados em São Luiz do Paraitinga, São Paulo. Hospedeiros parasitados (P), Hospedeiros não parasitados (NP), Prevalência (P%), Intensidade Média de infecção (IMI \pm EP) e Riqueza média (RM \pm EP).

Hospedeiro	P	NP	P%	IMI \pm EP	RM \pm EP
Bufonidae					
<i>Rhinella icterica</i>	18	0	100	39,7 \pm 7,8	2,9 \pm 0,3
Cycloramphidae					
<i>Proceratophrys boiei</i>	10	1	90,9	13,7 \pm 2,6	1,9 \pm 0,2
Hylidae					
<i>Hypsiboas albopunctatus</i>	17	19	47,2	2,4 \pm 0,8	1 \pm 0
<i>Hypsiboas faber</i>	10	1	90,9	18,5 \pm 6,3	2,3 \pm 0,4
Leiuperidae					
<i>Physalaemus cuvieri</i>	15	2	88,2	5,9 \pm 1,2	1,5 \pm 0,2
Leptodactylidae					
<i>Leptodactylus latrans</i>	23	13	63,9	9 \pm 2,9	1,9 \pm 0,2
Ranidae					
<i>Lithobates catesbeianus</i>	1	15	6,3	5	1

A intensidade média de infecção e a riqueza média de espécies de helmintos são mostradas na Tabela 1. *Rhinella icterica* teve a maior intensidade média de infecção, seguida por *H. faber*. *Rhinella icterica* também teve a maior riqueza média de espécies de helmintos seguida por *H. faber*. *Lithobates catesbeianus* e *H. albopunctatus* tiveram os menores valores para intensidade média de infecção e para riqueza média de espécies de helmintos.

Tabela 2. Comunidade de parasitas de anfíbios capturados São Luiz do Paraitinga, São Paulo. Prevalência (P), Intensidade média de infecção (IMI ± erro padrão), Amplitude e Sítio de infecção (SI).

	<i>Hypsiboa albopunctatus</i>	<i>Hypsiboa faber</i>	<i>Leptodactylus latrans</i>	<i>Lithobates catesbeianus</i>	<i>Physalaemus cuvieri</i>	<i>Proceratophrys boiei</i>	<i>Rhinella icterica</i>	P (%)	IMI ± EP	Amplitude	SI*
Nematoda											
Cosmocercideos não identificado	40 (16)	54 (6)	52 (15)	5 (1)	65 (14)	64 (8)	84 (11)	49,0	5,1 ± 0,7	1 - 28	ID, IG
<i>Falcaustra mascula</i>		37 (1)	16 (5)				18 (6)	8,3	5,9 ± 2,9	1 - 37	ID, IG
<i>Ochoterenella</i> sp.		2 (2)						1,4	1,0 ± 0,0	1	Cav
<i>Ochoterenella vellardi</i>							12 (1)	0,7	12	12	Cav
<i>Oswaldocruzia subauricularis</i>		43 (7)	19 (8)		3 (1)	51 (7)	272 (14)	25,5	10,5 ± 2,8	1 - 79	E, ID, IG
<i>Physaloptera</i> sp.			1 (1)		14 (3)		121 (3)	4,8	19,4 ± 15,2	1 - 110	E
<i>Raillietnema simples</i>		28 (1)						0,7	28	28	IG
<i>Rhabdias</i> sp.		19 (5)	10 (5)		2 (2)	22 (4)	165 (15)	20,7	7,3 ± 2,0	1 - 51	P
<i>Schrankiana</i> sp.		2 (1)						0,7	2	2	ID
Trematoda											
<i>Gorgoderina parvicava</i>			85 (5)				42 (3)	8,5	15,9 ± 5,6	2 - 49	Bex, Mes, R, IG
<i>Haematoloechus fueleborni</i>	1 (1)		10 (3)					4,3	2,8 ± 1,8	1 - 8	P
Cestoda											
Larva não identificada			14 (2)					2,1	7,0 ± 6,0	1 - 13	E, Mes
Monogenea											
<i>Polystoma cuvieri</i>					4 (3)			7,4	1,3 ± 0,3	1 - 2	Bex, Ves

* P = pulmão; E = estômago; ID = intestino delgado; IG = intestino grosso; Cav = cavidade celomática; Mes = mesentério; Bex = bexiga urinária; R = rim; Ves = vesícula. Valor entre parênteses representa o número de indivíduos de hospedeiros parasitados com a espécie de parasita correspondente.

A helmintofauna total foi composta por 13 *taxa* de helmintos: nematóides não identificados da família Cosmocercidae, *Falcaustra mascula*, *Ochoterenella* sp., *Ochoterenella vellardi*, *Oswaldocruzia subauricularis*, *Physaloptera* sp., *Raillietnema simplex*, *Rhabdias* sp., *Schrankiana* sp. (Nematoda), *Gorgoderina parvicava*, *Haematoloechus fuelleborni* (Trematoda), *Polystoma cuvieri* (Monogenea) e larva de Cestoda. Em *L. catesbeianus* somente espécimes de nematóides não identificados da família Cosmocercidae foi encontrado (Tabela 2).

A maioria dos espécimes de hospedeiros estava infectada com poucas espécies de helmintos. *Rhinella icterica* foi o hospedeiro que apresentou o número máximo de seis espécies de helmintos por indivíduo hospedeiro. A rã introduzida, *L. catesbeianus*, teve somente uma espécie de helminto, e *H. albopunctatus* apresentou duas espécies. *Physaleamus cuvieri* e *Proceratophrys boiei* estavam infectados com no máximo três espécies de helmintos, enquanto *L. latrans* estava infectado com no máximo quatro e *H. faber* cinco espécies de helmintos (Figura 2).

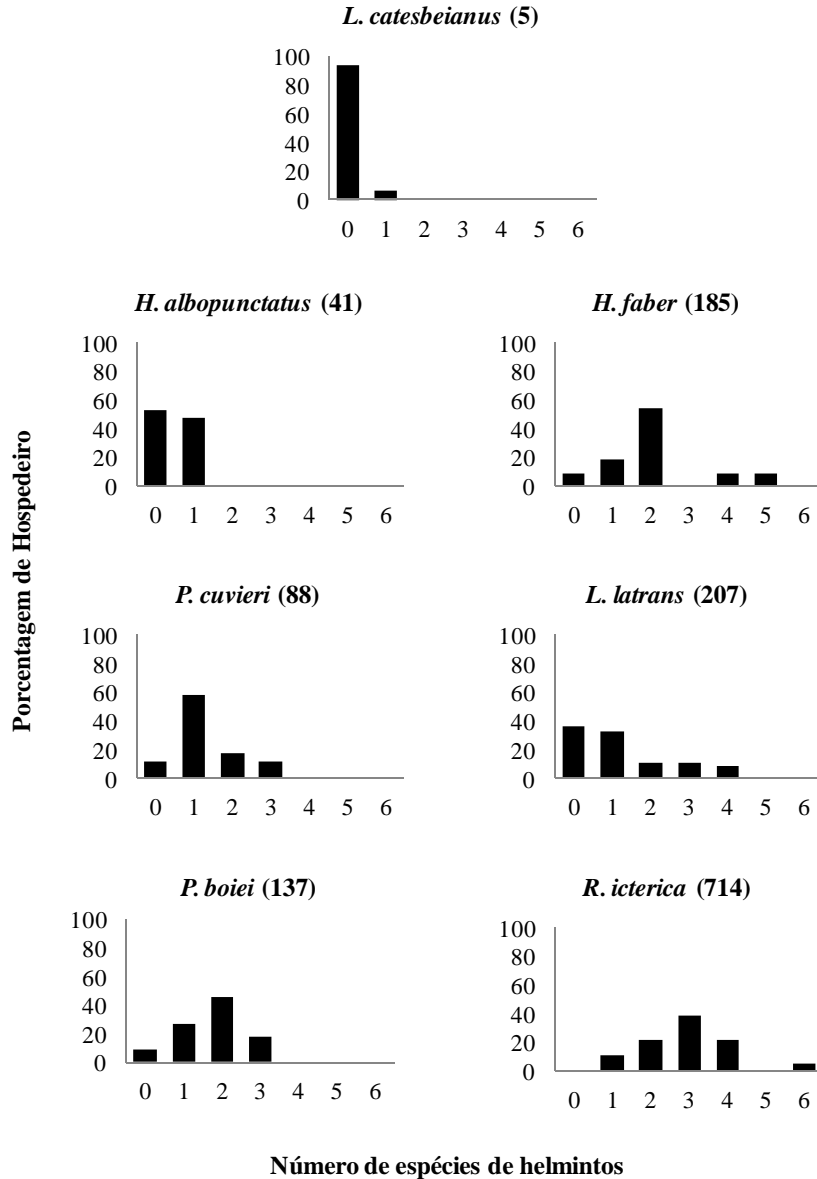


Figura 2. Riqueza parasitária encontrada nas espécies de hospedeiros amostrados em São Luiz do Paraitinga, SP, Brasil, durante o período de estudo. Entre parênteses os números de espécimes de parasitas encontrados em cada espécie de hospedeiro.

Quando comparada a fauna de helmintos de *L. catesbeianus* observou-se que em áreas nativas a riqueza parasitária desta rã é maior do que nas áreas introduzidas (Tabela 3).

Tabela 3. Riqueza de espécies de helmintos de *Lithobates catesbeianus* em área nativa e introduzida. N = número de hospedeiros; S = riqueza de espécies de parasitas.

Hospedeiro	N	S	Localidade	Referência
<i>Lithobates catesbeianus</i>	16	1	São Paulo, Brasil*	Presente Estudo
	5	1	São Paulo, Brasil*	Antonucci et al. 2012
	27	9	Nebraska, EUA	Mata-López et al. 2010
	45	11	Jefferson, Texas	Yonder e Gomez 2007
	16	5	San Mateo, Califórnia*	Goldberg e Bursey 2002
	15	7	Santa Clara, Califórnia*	Goldberg e Bursey 2002
	43	3	Ohio, EUA	Bursey e DeWolf 1998
	268	21	New Brunswick, Canadá	McAlpine 1997
	127	16	Michigan, EUA	Muzzall 1991

* área de introdução de *Lithobates catesbeianus*.

4. Discussão

Este estudo é o primeiro que analisa a comparação entre parasitas de *L. catesbeianus* e espécies de anfíbios nativos, em uma área onde a primeira foi introduzida. Informações sobre a comunidade de parasitas de organismos introduzidos é importante para estabelecer a razão para o seu sucesso ou fracasso como colonizador. Além disso, parasitas e doenças são identificados como fatores importantes em casos que contribuem para o declínio global dos anfíbios (Daszak et al. 2003).

Os resultados mostram que a rã-touro teve menor riqueza de espécies de parasita e menor intensidade de infecção do que os anfíbios nativos, e que nenhuma espécie de parasita da região nativa de *L. catesbeianus* foi encontrada neste estudo (Muzzall 1991; McAlpine 1997; Bursey e DeWolf 1998; Yonder e Gomez 2007; Mata-López et al. 2010). Pode-se dizer que esses parasitas não conseguiram se estabelecer neste novo ambiente ou que os exemplares de rãs que foram introduzidos nesta área estavam livres de parasitas.

A prevalência de parasitas foi altamente variável para os *taxa* encontrados neste estudo. Cosmocercídeos não identificado, o único *taxa* encontrada em *L. catesbeianus*, foi o parasita com prevalência mais alta na comunidade local de hospedeiros. As espécies de

parasitas generalistas, como os exemplares da família Cosmocercidae, são as principais espécies que compõem as comunidades de helmintos de anfíbios (Aho 1990).

Neste estudo, os hospedeiros podem ser divididos em três grupos ecológicos, dependendo do seu grau de associação com corpos d'água, habitat e dieta. *Hypsiboas albopunctatus* e *H. faber* são pererecas arborícolas, mas durante seu período reprodutivo se associam a corpos d'água. Apresentam alimentação generalista, constituída de invertebrados. *Leptodactylus latrans*, *P. cuvieri*, *P. boiei* e *R. icterica* são espécies de áreas abertas, que estão associadas com riacho e pântanos, com dieta constituída por artrópodes, principalmente insetos. Somente *L. latrans* apresenta uma dieta generalista, alimentando-se tanto de invertebrados como de vertebrados. *Lithobates catesbeianus* é uma rã encontrada em ambientes aquáticos abertos que apresentam uma dieta generalista.

A comunidade de helmintos de *L. latrans*, *P. cuvieri*, *R. icterica* e *P. boie* abrigam uma grande variedade de espécies de parasitas. *Hypsiboas faber*, apesar de ter um comportamento ecológico mais semelhante a *H. albopunctatus*, a fauna de helmintos é mais diversa e mais semelhante à fauna encontrada em *L. latrans* e *R. icterica*. Isto deve ocorrer devido ao fato dos machos de *H. faber* em período reprodutivo descerem até o solo encharcado para vocalizarem, entrando mais em contato com o solo e a água do que *H. albopunctatus*. A infracomunidade parasitária de *L. catesbeianus* foi a mais pobre, tanto em número como em riqueza parasitária, sendo infectado apenas por alguns espécimes de cosmocercídeos não identificados, apesar de ser uma espécie exclusivamente aquática. Nota-se que quanto maior a associação ao ambiente aquático e mais diversificada a dieta das espécies de hospedeiros, maior a riqueza de parasitas, com exceção da rã-touro que apresentou um padrão totalmente diferente.

Torchin et al. (2003) comparando os parasitas de 26 espécies de hospedeiros animais através de uma variedade de *taxa*, encontraram um número de espécies de

parasitas em populações nativas duas vezes maior do que em populações introduzidas. Uma pesquisa anterior de comunidade parasitária de *L. catesbeianus* em outras áreas, incluindo a área nativa, mostrou uma diversidade muito maior de parasitas do que o encontrado neste estudo (Tabela 2).

Especificamente, *L. catesbeianus* mostrou menor prevalência de parasitas e riqueza de espécies do que as espécies nativas. O fato da espécie de rã não ter a mesma composição de espécies de parasitas de seu hábitat nativo, mesmo atingindo uma alta densidade populacional ainda não está bem clara, sendo necessários mais estudos para tal ausência. Contudo, este tipo de informação é de grande relevância, uma vez que mostra os princípios gerais envolvidos nos riscos de introdução de novos animais em uma área.

5. Referências Bibliográficas⁴

- Afonso LG, Carvalho R, Santos FM, Coelho ACB, Magalhães ALB (2010) Reprodução da exótica rã-touro *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802) (Amphibia, Anura, Ranidae) em riachos de Mata Atlântica no estado de Minas Gerais, Brasil. *Biotemas*, 23(3):85-91.
- Aho JM (1990) Helminthes communities of amphibians and reptiles: comparative approaches to understanding patterns and process. In: Esch GW, Bush AO, Aho JM (eds) *Parasite Communities: patterns and process*. Chapman and Hall, New York, pp 157-195.
- Anderson RC, Chabaud AG, Willmott S (2009) *Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates: Archival Volume*. CAB International, London, 463 pp.
- Antonucci AM, Takemoto RM, França FM, Teixeira PC, Ferreira CM (2012) *Longibucca catesbeiana* (Nematoda: Cyliandrocorporidae) of the bullfrog, *Lithobates catesbeianus* (Anura: Amphibia) from frog farms in the state of São Paulo, Brazil. *Neotrop Helminthol* 6(1):75-83
- Batista CG (2002) *Rana catesbeiana* (Bullfrog). Effects on native anuran community. *Herpetol Rev* 33:131.
- Begon, M.; Harper, J. L.; Townsend, C. R. 1996. *Ecology: Individuals, Populations and Communities*. 3rd edition. Blackwell Science, Oxford, UK, 1068pp.
- Borges-Martins M, Di-Bernardo M, Vinciprova G (2002) Geographic distribution. *Rana catesbeiana*. *Herpetol Rev* 33:319.
- Bruening S (2002) *Rana catesbeiana*. Animal Diversity Web. http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Rana_catesbeiana.html. Accessed 22 June 2012.
- Burse CR, DeWolf II WF (1998) Helminths of the frogs *Rana catesbeiana*, *Rana clamitans*, and *Rana palustris* from Coshocton County, Ohio. *Ohio J Sci* 98:28-29.
- Bury RB, Whelan JA (1984) Ecology and management of the Bullfrog. *U.S. Fish Wildlif Serv Resour Publ* 155:1-24.
- Bush AO, Lafferty KD, Lotz JM, Shostak AW (1997) Parasitology meets ecology on its terms: Margolis et al. revisited. *J Parasitol* 83(4):575-583.
- Daszak P, Cunningham AA, Hyatt AD (2003) Infectious disease and amphibian population declines. *Divers Distrib* 9:141-150.
- Dixo M, Verdade VK (2006) Herpetofauna de serrapilheira da Reserva Florestal de Morro Grande, Cotia (SP). *Biota Neotropica*, 6: 1-20.

⁴ Referências apresentadas segundo normatização da revista científica *Biological Invasions*

Fontanello D, Ferreira CM (2007) Histórico da ricultura nacional. São Paulo: Instituto de Pesca de São Paulo. <http://www.aquicultura.br/historico.htm>. Accessed 22 June 2012.

Frost DR (2013) Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 5.6. <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php>. Accessed 15 January 2012.

Gibbons L (2010) Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates. Supplementary Volume. CABI International, Wallingford, 416pp.

Giovanelli, JGR, Haddad, CFB, Alexandrino, J (2008) Predicting the potential distribution of the alien invasive American bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) in Brazil. *Biol Invasions* 10:590-595.

Goldberg SR, Bursey CR (2000) Transport of helminth to Hawaii via the brown anole, *Anolis sagrei*, (Polychrotidae). *J Parasitol* 86:750-755

Goldberg SR, Bursey CR (2002) Helminths of the bullfrog, *Rana catesbeiana* (Ranidae), in California with revisions to the California Anuran helminth list. *Bull South Calif Academy Sci* 101:18-130.

Guix JC (1990) Introdução e colonização de *Rana catesbeiana* Shaw, 1802 em um pequeno vale no município de Suzano (SP), sudeste do Brasil. *Grupo Estudos Ecológicos Série Documentos* 2:32-34.

Hecnar SJ, M'closkey RT (1997) Changes in the composition of a ranid frog community following bullfrog extinction. *Am Midl Nat* 137:145-150.

Hernandez PA, Graham CH, Master LL, Albert DL (2006) The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. *Ecogr* 29:773-785.

Hudson PJ, Dobson AP, Newborn D (1992) Do parasites make prey vulnerable to predation? Red grouse and parasites. *J Anim Ecol* 61:681-692.

Hudson PJ, Dobson AP, Lafferty KD (2006) Is a healthy ecosystem one that is rich in parasites? *Trends Ecol Evol* 21:381-385.

Instituto Hórus (2011) Base de dados de espécies exóticas invasoras no Brasil. http://www.institutohorus.org.br/pr_trabalhos.htm. Accessed 22 June 2012.

Jennings MR, Hayes MP (1985) Overharvest of California Red-Legged frogs (*Rana aurora draytonii*): The inducement for bullfrog (*Rana catesbeiana*) Introduction. *Herpetol* 41(1):94-103.

Lawler SP, Dritz D, Strange T (1999) Effects of introduced mosquifish and bullfrog on the threatened California red-legged frog. *Conserv Biol* 13:613-622.

- Marr SR, Mautz WJ, Hara AH (2008) Parasite loss and introduced species: a comparison of the parasites of the Puerto Rican tree frog, (*Eleutherodactylus coqui*), in its native and introduced ranges. *Biol Invasions* 10: 1289-1298. doi: 10.1007/s10530-007-9203-0
- Mata-López R, García-Prieto L, León-Règagnon V (2010) Helminths of the American bullfrog, *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802), from Pawnee Lake, Lancaster, Nebraska, USA with a checklist of its helminth parasites. *Zootaxa* 2544:1-53
- McAlpine DF (1997) Helminth communities in bullfrogs (*Rana catesbeiana*), green frogs (*Rana clamitans*), and leopard frogs (*Rana pipiens*) from New Brunswick, Canada. *Can J Zool* 75:1883-1890.
- Muzzall PM (1991) Helminth Infracommunities of the Frogs *Rana catesbeiana* and *Rana clamitans* from Turkey Marsh, Michigan. *J Parasitol* 77(3): 366-371.
- Rocha-Miranda F, Martins Silva MJ, Mendonça AF (2006) First occurrence of bullfrogs (*Rana catesbeiana*) in Federal District, Central Brazil. *Froglog* 74:2-3.
- Rodríguez JA, Linares MJ (2001) Rana toro e sapo marino: la amenaza que viene, los controles aduaneros que se realizan em Canárias son insuficientes. *Revista de La Conserjería de Política Territorial y Médio Ambiente* 21:12-14.
- Ryan MJ (1980) The reproductive behavior of the bullfrog (*Rana catesbeiana*), *Copeia* 1:108-114.
- Segalla MV, Caramaschi U, Cruz CAG, Garcia PCA, Grant T, H CFB, e Langone J (2012) Brazilian amphibians – List of species. Sociedade Brasileira de Herpetologia. <http://www.sbherpetologia.org.br>. Accessed 15 January 2013.
- Stebbins RC, Cohen NW (1995) A natural history of amphibians. Princeton University Press, New Jersey, 316 pp.
- Tompkins DM, Begon M (1999) Parasites can regulate wildlife population. *Parasitology Today* 15:311-313.
- Torchin ME, Lafferty KD, Dobson AP, McKenzie VJ, Kuris AM (2003) Introduced species and their missing parasites. *Nature* 421:628-629.
- Vaucher C (1990) *Polystoma cuvieri* n. sp. (Monogenea: Polystomatidae), a parasite of the urinary bladder of the leptodactylid frog *Physalaemus cuvieri* in Paraguay. *J Parasitol* 76: 501-504.
- Vicente JJ, Rodrigues HO, Gomes DC, Pinto RM (1990) Nematódeos do Brasil. Parte II: Nematódeos de anfíbios. *Rev Brasil Zool* 7(1): 549-626.
- Vizotto LD (1984) Ranicultura. *Ciência e Cultura* 36: 43-45.

- Wekerlin DF (1998) Métodos para a alimentação e desenvolvimento da *Rana catesbeiana* nas diferentes fases em regiões quentes e frias no Brasil. Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba.
- Werner EE, Wellborn GA, McPeck MA (1995) Diet Composition in Postmetamorphic Bullfrog and Green Frogs: Implications for interspecific predation and competition. J Herpetol 29: 600-607.
- Yamaguti S (1959) Systema Helminthum - Cestodes. Vol. II. Interscience Publishers, London, 860pp.
- Yamaguti S (1961) Systema Helminthum - Nematodes. Vol. III. - Part I e II. Interscience Publishers, London, 1261pp.
- Yamaguti S (1971) Systema Helminthum - Trematodes. Vol. I. Interscience Publishers, London, 1074 pp.
- Yonder HR, Gomez GW (2007) Helminth parasite assemblages in bullfrogs (*Rana catesbeiana*) from southeast Texas. Texas J Sci 59:33-38.

Considerações Finais

Considerações Finais

Este trabalho demonstra que, atualmente, existe pouco conhecimento sobre a fauna de helmintos parasitas de anuros. Foram acrescentadas novos registros de hospedeiros para os helmintos *Oswaldocruzia subauricularis* (*Physalaemus cuvieri* e *Proceratophrys boie*), larva de *Physaloptera* sp. (*Physalaemus cuvieri* e *Leptodactylus labyrinthicus*) e *Haematoloecus fueleborni* (*Hypsiboas albopunctatus* e *Leptodactylus latrans*), e para o parasita *Gorgoderina parvicava* foi registrada nova ocorrência no Brasil para o hospedeiro *L. latrans*.

A composição e estruturação da comunidade de parasitas foram influenciadas pelas características biológicas e ecológicas dos hospedeiros. As comunidades parasitárias encontradas nos anfíbios apresentaram baixa riqueza, e os nematóides, principalmente os parasitas com ciclo de vida direto, foram os mais abundantes.

As guildas formadas por espécies de anuros com maior associação à ambientes aquáticos foram as que apresentaram maiores valores de abundância, riqueza e diversidade parasitária. Os dados sugerem que, as espécies de hospedeiros que apresentam um contato maior com ambiente aquático, por exemplo *L. latrans*, apresentam uma fauna parasitária mais variável do que aquelas espécies que não apresentam este comportamento (*Ischnocnema guentheri*).

A supracomunidade de helmintos apresentou uma elevada agregação para os anfíbios na área estudada, e isso pode ter influência da desigualdade de tempo de exposição dos hospedeiros e pela diferença na susceptibilidade dos indivíduos hospedeiros ou da espécie de hospedeiro com relação à infecção. No tanto que, a distribuição espacial dos helmintos nas guildas apresentou-se variando desde agregado (guildas I e VI) até nenhuma agregação (guilda V).

A espécie *Lithobates catesbeianus* foi a única espécie de hospedeiro que contrariou todos os padrões observados para as espécies de hospedeiros com hábitos, morfologias e comportamentos similares, neste e em outros trabalho com enfoque na ecologia do parasitismo. E a questão desta ser uma espécie introduzida no ambiente de estudo pode ser a causa de não ter se observado os mesmo padrões.

Portanto, os resultados deste estudo apontaram que diferenças morfológicas, comportamentais e ambientais dos hospedeiros são fatores importantes na comunidade de helmintos parasitas. Sendo assim, é preciso considerar a importância da preservação ambiental para evitar o declínio das populações de anfíbios, já que os hospedeiros são parte importante do meio ambiente do parasita.