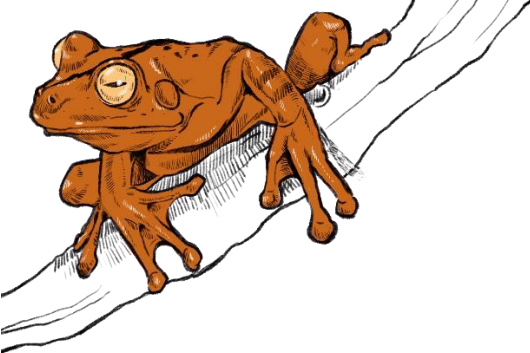




REGIANE MARIA DOS REIS BUENO

**HELMINTOFAUNA DE ANUROS EM FRAGMENTOS DE MATA
ATLÂNTICA NO MUNICÍPIO DE SÃO LUIZ DO PARAÍTINGA,
SP**

**ASSIS
2023**



REGIANE MARIA DOS REIS BUENO

**HELMINTOFAUNA DE ANUROS EM FRAGMENTOS DE MATA
ATLÂNTICA NO MUNICÍPIO DE SÃO LUIZ DO PARAÍTINGA,
SP**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Letras, Assis, para obtenção do título de mestra em Biociências (Área de Conhecimento: Caracterização e Aplicação da Diversidade Biológica).

Orientador: Prof. Dr. Luciano Alves dos Anjos

Bolsista: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES)
- Processo 88887.677720/2022-00

ASSIS

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Renata Bianchui Prado - CRB 8/056/2023

B928h Bueno, Regiane Maria dos Reis
Helmintofauna de anuros em fragmentos de mata
atlântica no município de São Luiz do Paraitinga, SP /
Regiane Maria dos Reis Bueno. — Assis, 2023
47 f. : il.

Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual
Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Letras, Assis
Orientador: Prof. Dr. Luciano Alves dos Anjos

1. Sapos. 2. Parasitos. 3. Biodiversidade. 4. Protozoários.
I. Título.

CDD 577

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE REGIANE MARIA DOS REIS BUENO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOCIÊNCIAS, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS E LETRAS - CÂMPUS DE ASSIS.

Aos 13 dias do mês de junho do ano de 2023, às 08:30 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de REGIANE MARIA DOS REIS BUENO, intitulada **HELMINTOFAUNA DE ANUROS EM FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA NO MUNICÍPIO DE SÃO LUIZ DO PARAITINGA, SP**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Prof. Dr. LUCIANO ALVES DOS ANJOS (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Programa de Pós-graduação em Biociências Interunidades - UNESP Assis e Bauru, Profa. Dra. CRISTIÉLE DA SILVA RIBEIRO (Participação Virtual) do(a) Programa de Pós-graduação em Biociências Interunidades - UNESP Assis e Bauru, Prof. Dr. MURILO DE SOUZA QUEIROZ (Participação Virtual) do(a) Departamento de Biologia e Zootecnia / UNESP/FEIS - Ilha Solteira/SP. Após a exposição pela mestranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final: APROVADA . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Documento assinado digitalmente
 LUCIANO ALVES DOS ANJOS
Data: 13/06/2023 11:08:49-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. LUCIANO ALVES DOS ANJOS



Dedico este trabalho à minha avó, Maria Antônia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Maria Luiza e Nelson, por todo apoio em cada fase da vida acadêmica que me disponho a seguir, sem essa base nada seria possível. E também a minha irmã Francine, por fazer parte dessa caminhada e por me presentear com um sobrinho tão especial quanto o Pietro. Todo meu amor a vocês.

Ao meu amigo e parceiro Lucas, sem você esse trabalho e muitos outros não existiriam, obrigada por essa amizade que rompeu as barreiras do profissional e permitiu que eu ganhasse um amigo pra toda vida.

Aos meus amigos que estiveram comigo ao longo desses anos de mestrado, Giovanna, Karen, Matheus, Lúcio, Lucas, Flávia, Maria Julia e Marília, obrigada pelas horas de risadas, fofocas e desabafos, vocês foram essenciais.

A todos meus colegas de laboratório, tanto de Bauru (Larissa, Felipe, Thaissa e Débora) quanto de Ilha Solteira (em especial a Kássia, por me acolher na sua casa no período de estadia), pela troca de conhecimentos e ajuda em tudo que precisei, assim como pelos momentos de descontração.

Ao companheiro e parceiro de vida, João, por estar ao meu lado em todo o processo e fazer o dia-a-dia mais feliz e simples, a vida é boa com você.

E agradeço ao meu orientador, professor Luciano Alves dos Anjos, por ter topado a empreitada de me orientar, em grande parte a distância, e confiar no meu trabalho e na minha capacidade mesmo sem me conhecer completamente. Sua orientação e paciência foram essenciais.

À Universidade Estadual Paulista (UNESP) por ceder o espaço físico e por acreditar na democratização do ensino público de qualidade.

E agradeço por todos os graduandos e pós-graduandos que, mesmo no momento mais sombrio que marcou o último ano, mostraram que a união e a educação são a chave para um mundo mais justo e igualitário.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“O partido do povo tem que entender o que o povo quer. Se ele não sabe, volta pra base.”

(MANO BROWN, 2018).

RESUMO

Atualmente presenciamos uma época em que as mudanças ambientais vêm causando grande impacto na distribuição das espécies e na organização das comunidades ecológicas e a preservação se faz necessária para garantir a manutenção a composição das espécies no ambiente. Alinhado com os estudos de metazoários parasitos, que se mostraram mais eficazes para a identificação dessas mudanças e devido a sua grande ocorrência em anuros e da possibilidade de serem utilizados como bioindicadores ambientais, os trabalhos a respeito da helmintofauna receberam uma atenção maior. Anfíbios anuros, em todas as suas fases de desenvolvimento, atuam como hospedeiros de várias espécies de protozoários e metazoários e as relações parasito-hospedeiro também são diversas, podendo ser desde inofensivas e até mesmo benéficas para ambos, ou ruins, podendo até mesmo serem patogênicas. Diante disso os objetivos do trabalho foram de inventariar a fauna parasitária das espécies que foram encontradas, verificar se ocorre diferenças entre áreas fragmentadas e áreas de vegetação contínua e avaliar se existe relação entre essa helmintofauna e a presença de protozoários do trato gastrointestinal dos hospedeiros. Foram coletados um total de 71 anuros, sendo 56 da espécie *Boana faber* e 15 de *Haddadus binotatus*. Foram encontrados protozoários apenas na espécie *B. Faber*, sendo 8 em ambientes fragmentados e 5 em ambientes contínuos. A espécie *Cosmocercidae* gen. sp.1 foi a mais prevalente em ambas as espécies de anuros (*B. faber*: fragmento: 62,5%; contínuo: 40,63%; *H. binotatus*: 86,67%). *Haematolechus* sp. foi registrado pela primeira vez em *B. faber*. A Análise de Componentes Principais mostrou diferenciações entre os ambientes, as espécies e apontou correlações entre as espécies de helmintos encontrados e a presença ou ausência de protozoários do trato gastrointestinal, diferenças essas que foram comprovadas estatisticamente pela análise estatística MANOVA.

Palavras-chave: Anuros. Bioindicadores. Helmintofauna. Biodiversidade. Protozoários.

ABSTRACT

Currently, we are witnessing a time in which environmental changes are having a significant impact on species distribution and the organization of ecological communities, and preservation is necessary to ensure the maintenance of species composition in the environment. Aligned with studies of parasitic metazoans, which have proven to be more effective in identifying these changes and due to their high occurrence in anurans and their potential use as environmental bioindicators, research on helminth fauna has received greater attention. Anuran amphibians, in all stages of development, act as hosts to various species of protozoa and metazoan parasites, and the parasite-host relationships are diverse, ranging from harmless and even beneficial to both parties, to detrimental and potentially pathogenic. In light of this, the objectives of this study were to inventory the parasitic fauna of the encountered species, determine if there are differences between fragmented areas and areas of continuous vegetation, and assess the relationship between this helminth fauna and the presence of protozoa in the hosts' gastrointestinal tract. A total of 71 anurans were collected, comprising 56 individuals of the species *Boana faber* and 15 individuals of *Haddadus binotatus*. Protozoa were found only in the species *B. Faber*, with 8 in fragmented environments and 5 in continuous environments. The species *Cosmocercidae* gen. sp.1 was the most prevalent in both anuran species (*B. faber*: fragmented: 62.5%; continuous: 40.63%; *H. binotatus*: 86.67%). *Haematolechus* sp. was recorded for the first time in *B. faber*. Principal Component Analysis revealed differences between the environments and the species, and identified correlations between the helminth species found and the presence or absence of protozoa in the gastrointestinal tract. These differences were statistically supported by the MANOVA analysis.

Keywords: Anurans. Bioindicators. Helminth fauna. Protozoa.

SUMÁRIO

1	BACKGROUND TEÓRICO	11
1.1	INTRODUÇÃO	11
	REFERÊNCIAS	14
2	CAPÍTULO 1 - Helmintofauna de anuros em fragmentos de Mata Alântica no município de São Luiz do Paraitinga, SP	19
3	RESUMO	19
1	INTRODUÇÃO	20
2	MATERIAIS E MÉTODOS	21
2.1	<i>Caracterização da Área</i>	21
2.2	<i>Coleta dos Hospedeiros</i>	22
2.3	<i>Coleta e análise dos parasitos recuperados</i>	22
2.4	<i>Depósito dos parasitos</i>	22
2.6	<i>Análise Estatística</i>	23
3	RESULTADOS	23
4	DISCUSSÃO	26
5	CONCLUSÕES GERAIS	31
	AGRADECIMENTOS	31
	REFERÊNCIAS	31

1 BACKGROUND TEÓRICO

1.1 INTRODUÇÃO

O processo de evolução permitiu que os animais se adaptassem aos diferentes fatores ambientais, desde a transição da vida aquática para terrestres, a possibilidade de habitar ambientes com temperaturas extremas ou até mesmo encontrar as condições necessárias de sobrevivência no corpo de outro animal, sendo essa última adaptação conhecida como parasitismo (FERREIRA, 1973).

Porém, atualmente, presenciamos uma época em que as mudanças ambientais, em decorrência de atividades antrópicas negativas, vêm causando grande impacto na distribuição das espécies e na organização das comunidades ecológicas (BELLARD *et al*, 2012) onde esforços de preservação se fazem necessários para garantir a manutenção da composição das espécies no ambiente (ALHO, 2008).

Os estudos de metazoários parasitos, que se mostraram mais eficazes para a identificação dessas mudanças, do que quando se analisava os seus hospedeiros (POULIN, 2000) e por conta dos ciclos de vida complexo que possuem, se tornaram mais comuns (MARCOGLIESE, 2005). Porém, apesar desse aumento, é um infortúnio que eles tenham sido tão negligenciados, principalmente pela dificuldade que alguns pesquisadores descrevem em encontrar, identificar e até mesmo relacionar esses animais na dinâmica ecológica dos hospedeiros e do ambiente (SZUROCZKI E RICHARDSON, 2009; MORLEY, 2012).

Além dos metazoários parasitos, os protozoários também são organismos comumente conhecidos e que afetam a grande maioria dos seres vivos. Os protozoários são representantes de um subgrupo dos protistas, grupo esse popularmente definido como qualquer eucarioto que não pode ser considerado uma planta, um fungo ou um animal, sendo encontrados em vários nichos ecológicos (FLORIN- CHRISTENSEN E SCHNITTGER, 2018). Os variados grupos de protozoários existentes possuem diferentes ciclos de vida, alguns manifestam a fissão binária (algumas vezes a divisão múltipla), a propagação sexual e ainda, aqueles que são monóxenos ou heteróxenos, utilizando de hospedeiros intermediários para transportar o estágio de desenvolvimento para outro hospedeiro,

este que está muitas vezes inserido na cadeia alimentar do hospedeiro anterior (HOFF *et al*, 1984). Os protozoários também podem ser utilizados como bioindicadores visto que são espécies que se encontram livre no ambiente e muitas vezes sua presença é associada a ocorrência de bactérias (MACKENZIE, 1983).

Anuros, em todas as suas fases de desenvolvimento, atuam como hospedeiros de várias espécies de protozoários e metazoários e as interações ecológicas também são diversas, podendo ser desde inofensivas e até mesmo benéficas para ambos (quando ocorre a dependência nutricional do parasito com o hospedeiro) ou podem ser patogênicas, causando infecções, como algumas espécies de protozoários que podem causar infecções severas nos hospedeiros (WRIGHT E WHITAKER, 2001).

Os anuros fazem parte de uma ordem de animais extremamente diversa, sendo conhecidas em torno de 56 famílias com aproximadamente 7287 espécies (FROST, 2020), sendo a América do Sul a região que abriga a maior diversidade (WAKE E KOO, 2018). Esses animais possuem uma alta sensibilidade a alterações que ocorrem no ambiente em que estão inseridos, e em grande parte, isso ocorre por conta da necessidade que algumas espécies possuem de estar em ambientes aquáticos ou úmidos (DUELLMAN E TRUEB, 1994). Essa característica, e também após o declínio de populações ser identificado em várias regiões do mundo, tornaram essas espécies de animais bioindicadores mais eficazes, quando comparados a modelos utilizados anteriormente, como peixes, aves e mamíferos (HOFFMAN *et al*, 2003), o que faz desses animais, importantes ferramentas em estudos de conservação (HADDAD, 2013).

A utilização de animais como bioindicadores começou a ser explorada a partir da identificação de espécies que respondem as mudanças do ambiente tanto de forma biológica como com alterações na composição química desses animais (SURES, 2003). Os parasitos são um desses grupos que atuam como bioindicadores, sendo que algumas características os tornam mais vantajosos do que organismos de vida livre, por exemplo, como a possibilidade de utilizar apenas um hospedeiro para avaliar os impactos da área onde ele está inserido, pois cada hospedeiro vai abrigar comunidades de parasitos, muitas vezes de diferentes espécies, que responderam de diferentes formas a qualquer mudança que vier a ocorrer. (SURES *et al*., 1999; IKEMOTO *et al*., 2004; TELLEZ E MERCHANT,

2015). Outro ponto diz respeito a capacidade de acumulação de elementos que os parasitos possuem, os acantocéfalos, são um exemplo disso por não possuírem um sistema digestivo, levando-os a absorver os nutrientes do hospedeiro por difusão, diretamente do intestino dos mesmos, acumulando altos índices de qualquer elemento nocivo que for ingerido (NACHEV E SURES, 2016).

O estudo foi desenvolvido em fragmentos florestais de Mata Atlântica no município de São Luiz do Paraitinga, SP, que se encontra na região conhecida como Serra do Mar, localizado a 170 km da capital do estado de São Paulo (IBGE, 2016). A vegetação é caracterizada por áreas remanescentes de Mata Atlântica, sendo que a floresta se concentra na região sudeste do município, no restante do território, a paisagem que predomina é de pastagens utilizadas para a criação de animais (MELLO, 2009). A bacia hidrográfica que banha o município é a Bacia Hidrográfica do Rio Paraitinga, cujo percurso sofre com trechos de declive que tornam a região suscetível a enchentes (SANTOS *et al*, 2009), como a que ocorreu em 2010, com o aumento do nível do rio em 12 metros e sendo conhecida como a maior tragédia do município (PREFEITURA DE SÃO LUIZ DO PARAITINGA, 2023). A economia da cidade é caracterizada pela agropecuária, sendo a produção de leite e a plantação de milho, feijão e hortaliças alguns destaques e ainda é conhecida por ser uma estância turística, desde julho de 2002, contando com várias atividades como rafting e cavalgadas pela zona rural da cidade (PREFEITURA DE SÃO LUIZ DO PARAITINGA, 2023).

Os estudos relacionados a parasitos de anuros que foram feitos na região são, em sua maioria, referentes a identificação e caracterização da helmintofauna (NOMURA, 2010; SCHWARTZ, 2010; AGUIAR *et al*, 2012; AGUIAR *et al*, 2015; AGUIAR *et al*, 2020; TOLEDO *et al*, 2012; TOLEDO *et al*, 2013; TOLEDO *et al*, 2015; TOLEDO *et al*, 2018; VELASCO, 2020; FREZZA *et al*, 2021).

Existem diversos trabalhos sobre a fauna parasitária de anfíbios, especialmente dos anuros, que visam entender a relação parasito-hospedeiro e também identificar as espécies que parasitam estes organismos, diante disso os objetivos do trabalho foram de inventariar a fauna parasitária das espécies que foram encontradas em fragmentos de Mata Atlântica, verificar se ocorre diferenças entre áreas fragmentadas e áreas de vegetação contínua e entre as espécies de hospedeiros e ainda avaliar se existe relação entre essa helmintofauna e a

presença de protozoários do trato gastrointestinal dos hospedeiros.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. Helmintofauna associada à *Physalaemus cuvieri* proveniente de duas áreas de Mata Atlântica. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2012.

AGUIAR, A. et al. Comunidades helmínticas parasitárias de duas populações de *Physalaemus cuvieri* Fitzinger, 1826 (Anura: Leiuperidae) sob diferentes condições de integridade de habitat na Mata Atlântica do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 75, p. 963-968, 2015.

AGUIAR, A. et al. Can differences between continental and insular habitats influence the parasites communities associated with the endemic frog *Haddadus binotatus*. **Journal of Helminthology**, v. 94, 2020.

AHO, J. M. Helminth 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 processes**. London, cap. 7, p. 157-190, 1990.

BARDSLEY, J. E.; HARMSSEN, R. The trypanosomes of anura. **Advances in Parasitology**, v. 11, p. 1-73, 1973.

BELLARD, C. et al. Impacts of climate change on the future of biodiversity. **Ecology Letters**, v. 15, n. 4, p. 365-377, 2012.

CAMPIAO, K. M. et al. Checklist of helminth parasites of amphibians from South America. **Zootaxa**, v. 3843, n. 1, p. 1-93-1-93, 2014.

DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. Biology of Amphibians. **The Johns Hopkins University Press**, p. 670, 1994.

FERNANDES, B. M M; KOHN, A. South American trematodes parasites of

amphibians and reptiles. - Rio de Janeiro: **Ofcina de Livros**, 2014.

FERNANDES, B. M. M.; JUSTO, M. C. N.; CÁRDENAS, M. Q.; COHEN, S. C. South American trematodes parasites of birds and mammals. – Rio de Janeiro: **Ofcina de Livros**, 2015.

FERNANDES, N. M. et al. Quantitative study of *Trichodina heterodentata* (Ciliophora: Mobilis) infrapopulations infesting tadpoles of a Brazilian endemic toad *Rhinella pombali* (Anura: Bufonidae). **Zoologia** (Curitiba), v. 28, p. 777-783, 2011.

FERREIRA, L. F. O fenômeno parasitismo. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 7, p. 261-277, 1973.

FLORIN-CHRISTENSEN, M. et al. Parasitic protozoa of farm animals and pets. **Springer International Publishing**, 2018.

FREZZA, T. F. et al. Helminths Parasites of Répteis e Anfíbios no Estado de São Paulo, Brasil. **Interfaces Científicas-Saúde e Ambiente**, v. 8, n. 3, p. 32-59, 2021.

FROST, D. R. Amphibian Species of the World: An Online Reference. **AmericanMuseum of Natural History**, New York, 2020.

HADDAD, C. F. B et al. Guide to the amphibians of the Atlantic Forest: Diversity and biology. **Anolis Books**, São Paulo, v. 1, p. 544, 2013.

HOFF, G. L. et al. Diseases of Amphibians and Reptiles. **Plenum Press**. New York, v.1, 1984.

HOFFMAN, D.J., et al. Wildlife toxicity testing: Handbook of ecotoxicology, **Lewis Publisers**, Boca Raton, p. 257-278, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Panorama Cidades**. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-luiz-do->

paraitinga/panorama>. Acesso em: 08 fev. 2023.

IKEMOTO, T. et al. Detoxification mechanism of heavy metals in marine mammals and seabirds: interaction of selenium with mercury, silver, copper, zinc, and cadmium in liver. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 47, p. 402-413, 2004.

MARCOGLIESE, D. J. Parasites of the superorganism: are they indicators of ecosystem health? **International Journal for Parasitology**, v. 35, n. 7, p. 705-716, 2005.

MACKENZIE, K. Parasites as biological tags in fish populations studies. **Advances in Applied Biology** 7. v. 1. p. 251-331, 1983.

MELLO, T. F. Estrutura da vegetação, cobertura florestal e preferências de uso da paisagem associadas a vertentes: as quase-florestas de São Luiz do Paraitinga. 2009. 76 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências - USP, São Paulo, 2009.

MORLEY, N. J. Cercariae (Platyhelminthes: Trematoda) as neglected components of zooplankton communities in freshwater habitats. **Hydrobiologia**, v. 691, n. 1, p. 7-19, 2012.

NACHEV, M.; SURES, B. Seasonal profile of metal accumulation in the acanthocephalan *Pomphorhynchus laevis*: a valuable tool to study infection dynamics and implications for metal monitoring. **Parasites & Vectors**, v. 9, n. 1, p. 1-9, 2016.

NOMURA, H. A. Q. Helmintofauna de duas espécies de anfíbios, *Haddadus binotatus* (Anura: Craugastoridae) e *Ischnocnema guentheri* (Anura: Brachycephalidae), da Mata Atlântica, no município de São Luiz do Paraitinga, São Paulo, Brasil. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2010.

VELASCO, D. A. O. Parásitos gastrointestinales en Anuros del neotrópico y su relación con el tipo de hábitat. Una revisión sistemática. 2020.

PINTO, H. A.; MELO, A. L. Larvas de trematódeos em moluscos do Brasil: panorama e perspectivas após um século de estudos. **Revista de Patologia Tropical**, v. 42, n. 4, p.369-386, 2013.

POULIN, R.; MORAND, S. The diversity of parasites. The quarterly review of biology, v. 75, n. 3, p. 277-293, 2000.

PREFEITURA DE SÃO LUIZ DO PARAITINGA. **História**, 2022. Disponível em: < <https://www.saoluizdoparaitinga.sp.gov.br/cidade/historia/como-tudo-comecou-10730>>. Acesso em: 18 de abr. 2023.

PREFEITURA DE SÃO LUIZ DO PARAITINGA. **Turismo e Cultura**, 2022. Disponível em: < <https://www.saoluizdoparaitinga.tur.br/>>. Acesso em: 18 de abr. 2023.

SANTOS, L. A. et al. Geoprocessamento aplicado à análise do balanço hídrico e na determinação das chuvas necessárias para a inundação de uma represa na bacia do ribeirão Itaim, Taubaté, SP. **Anais II Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: Recuperação de Áreas Degradadas, Serviços Ambientais e Sustentabilidade**. Taubaté, Brasil, p. 647-654, 2009.

SCHWARTZ, H. O. Comunidades componentes de helmintos de anfíbios: análise comparativa entre duas localidades sob ação antrópica no município de São Luiz do Paraitinga, SP. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2010.

SEGALLA, M. V. et al. Brazilian amphibians: List of species. **Herpetologia Brasileira**, v. 8, n. 1, p.65-96, 2019.

SURES, B. et al. Parasites as accumulation indicators of heavy metal pollution. **Parasitology Today**, v. 15, n. 1, p. 16-21, 1999.

SURES, B. Accumulation of heavy metals by intestinal helminths in fish: an overview and perspective. **Parasitology**, v. 126, n. 7, p. S53-S60, 2003.

SZUROCZKI, D.; RICHARDSON, J. M. L. The role of trematode parasites in larval anuran communities: an aquatic ecologist's guide to the major players. **Oecologia**, v. 161, p. 371-385, 2009.

TELLEZ, M.; MERCHANT, M. Biomonitoring heavy metal pollution using an aquatic apex predator, the American alligator, and its parasites. **PLoS One**, v. 10, n. 11, 2015.

TOLEDO, G. M.; SILVA, R. J.; ANJOS, L. A. Helminthes of an exotic species, the bullfrog *Lithobates catesbeianus*, and relation with parasites of a native amphibian community from atlantic rain forest, brazil. **The Biologist**, v. 10, n. 2, p. 67, 2012.

TOLEDO, G. M. Supracomunidade de helmintos associados a anfíbios: uso do hábitat, modo reprodutivo dos hospedeiros e distribuição espacial dos parasitas. 94 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências de Botucatu, 2013.

TOLEDO, G. M. et al. Helminth communities of *Leptodactylus latrans* (Anura: Leptodactylidae) from the Atlantic rainforest, south-eastern Brazil. **Journal of Helminthology**, v. 89, n. 2, p. 250-254, 2015.

TOLEDO, G. M. et al. Helminth community structure of 13 species of anurans from Atlantic rainforest remnants, Brazil. **Journal of Helminthology**, v. 92, n. 4, p. 438-444, 2018.

TRAVASSOS, L.; FREITAS, J. F. T.; KOHN, A. Trematódeos do Brasil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**: Rio de Janeiro, 1969.

WAKE, D. B.; KOO, M. S. Amphibians. **Current Biology**. v. 28, p. 1221-1242, 2018.

WRIGHT, K. M.; WHITAKER, B. R. Amphibian medicine and captive husbandry. **Krieger Publishing Company**, 2001.

ZAR, J. H. et al. Biostatistical analysis. **Pearson Education India**, 1999.

Capítulo 1: Helmintofauna de anuros em fragmentos de Mata Atlântica no município de São Luiz do Paraitinga, SP

Resumo: O bioma Mata Atlântica é responsável por abrigar, em média, 56% das espécies brasileiras de anuros conhecidas, um grupo de animais sensíveis as alterações do ambiente, o que os tornaram interesse de vários estudos que utilizam anuros como bioindicadores ambientais, assim como sua helmintofauna. Além dos estudos sobre o uso como bioindicadores, as relações ecológicas que envolvem esses grupos de animais também são explorados. Por isso, o estudo teve como objetivo analisar a presença de parasitos emanuros e investigar se há diferenças na composição desses parasitos entre áreas e espécies de hospedeiros. As coletas foram realizadas no município de São Luiz do Paraitinga, estado de São Paulo. Um total de 71 anuros foram coletados, sendo 56 da espécie *Boana faber* e 15 de *Haddadus binotatus*. Foram encontrados 1125 parasitos nos hospedeiros *B. faber* de áreas com vegetação fragmentada, 1673 parasitos nas áreas de vegetação contínua e 441 parasitos nos hospedeiros *H. binotatus*. A espécie *Cosmocercidae* gen. sp.1 foi a mais prevalente em ambas as espécies de anuros (*B. faber*: fragmento: 62,5%; contínuo: 40,63%; *H. binotatus*: 86,67%). Em *H. binotatus*, a espécie *Cosmocercidae* gen. sp.1 apresentou a maior média de abundância ($12,93 \pm 0,64$ parasitos por anuro analisado) e *Raillietinema* sp. apresentou a maior média de intensidade (137 parasitos). *Haematolechus* sp. foi registrado pela primeira vez em *B. faber*. A análise estatística MANOVA demonstrou que os ambientes fragmentados e contínuos são estatisticamente diferentes e que as duas espécies de hospedeiros também diferem em relação à suas respectivas infracomunidades parasitárias.

Palavras-chave: anuros, parasitos, protozoários, biodiversidade, hospedeiros.

Endereço para correspondência: Regiane Maria dos Reis Bueno, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Programa de Pós Graduação em Biociências, Av. Dom Antonio, 2100 - Parque Universitário - Assis/SP - CEP 19806-900. Phone: +55514997562880; E-mail: rmr.bueno@unesp.br.

Formatação realizada segundo a revista Folia Parasitológica

1 INTRODUÇÃO

O bioma Mata Atlântica é responsável por abrigar, em média, 56% das espécies brasileiras de anuros conhecidas, sendo que dentro dessa porcentagem, 472 são endêmicas (HADDAD et al., 2013; SEGALLA et al., 2021). Algumas características biológicas desse grupo, como o seu desenvolvimento que conta com uma fase larval e uma posterior fase terrestre, propiciam a interação desses animais com outros grupos que existem no ambiente terrestre e aquático, como os parasitos (POULIN e MORAND, 1999; GOATER e GOATER, 2001).

Além dessas interações que o ciclo biológico desses animais proporciona, a sensibilidade que eles possuem às alterações ambientais os tornaram interesse de vários estudos que utilizam anuros como bioindicadores ambientais (CAMPIÃO et al., 2009; VALLAN, 2000). A sua helmintofauna também vêm recebendo atenção, pois, foi possível identificar que os parasitos são os primeiros a sofrerem com a perda de energia que o hospedeiro pode vir a ter, indicando desequilíbrio em seus aspectos biológicos, atuando assim também, como bioindicadores (GIBB e HOCHULI, 2002; LAURANCE et al., 2002; POULIN, 1995; MARCOGLIESE e CONE, 1997; SCHAEFER et al., 2006).

A helmintofauna conhecida dos anfíbios anuros é caracterizada em sua maioria por espécies chamadas generalistas, ou seja, aquelas que podem ser encontradas em mais de uma espécie de hospedeiro (AHO, 1990). Outra característica comumente relatada é a grande presença de parasitos do filo Nematoda e também parasitos de ciclo monoxênico, sendo que a infecção ocorre em sua maioria pela ingestão dos ovos dos parasitos ou pela penetração ativa pela pele (AHO, 1990; ANDERSON, 2000). Os nematoides podem ser encontrados em vários locais do hospedeiro, como por exemplo a família *Cosmocercidae*, que possui espécies do trato gastrointestinal e *Oswaldocruzia* spp. no estômago dos animais (ANDERSON, 2000).

Existe um outro filo, além dos helmintos, que pode ocorrer no trato gastrointestinal dos anuros, que é o dos protozoários ciliados (FOKAM et al, 2013). Esses protozoários são amplamente distribuídos em ambientes aquáticos e terrestres e possuem uma característica que se torna essencial para a sua dispersão, que é a habilidade de entrar em um estágio de dormência resistente a

dissecção podendo ser disperso por vários vetores (PANOV E CACERES, 2007; BHARTI *et al*, 2020). O interesse à respeito dos protozoários surgiu por conta do impacto causado por eles nas pisciculturas, sendo os trichonideos o grupo que recebe mais atenção dos pesquisadores (DIAS *et al*, 2009).

Existem outros aspectos, fora os estudos que avaliam a eficiência dos parasitos como bioindicadores, que são exploradas, como as relações parasito-hospedeiro, que são amplamente discutidas, porém, quando falamos sobre a relação das espécies de parasitos com a presença de protozoários do trato gastrointestinal, as informações são inexistentes, pautando os estudos, na maioria das vezes, com a descrição de novas espécies de parasitos (JOHNSON *et al*, 2013). O que se sabe é que a presença de comunidades parasitárias em um hospedeiro pode causar o desequilíbrio em suas funções biológicas e ecológicas, sendo responsáveis até mesmo pelo controle de populações de hospedeiros e os tornando suscetíveis a novas infecções (CHANDRA E GUPTA, 2007; PÜTTKER *et al*, 2008; MORAND E GUÉGAN, 2008).

Pensando sobre os hospedeiros escolhidos para o trabalho e as regiões que atualmente são as mais afetadas pelas ações antrópicas, chegamos a região de São Luiz do Paraitinga, SP, que está inserida no Núcleo Santa Virginia da Serra do Mar (PREFEITURA DE SÃO LUIZ DO PARAITINGA, 2022), onde o trabalho foi desenvolvido e que teve como objetivo, além inventariar a helmintofauna dos hospedeiros que foram encontrados, comparar se existem diferenças na composição dessa fauna parasitária quando comparada as diferentes paisagens da área e também as espécies de hospedeiros e verificar se existe uma relação entre os protozoários do trato gastrointestinal com a presença de helmintos parasitos.

1 MATERIAL E MÉTODOS

1.1 Caracterização da área

O município de São Luiz do Paraitinga (23°13' S; 45°18' W) está localizado a 170 km da capital do estado de São Paulo, inserido na região conhecida como Serra do Mar, com uma população média de 10.735 habitantes e uma extensão territorial de 17,315 Km² (IBGE, 2016). Ele possui 742 m de altitude, um índice pluviométrico 1300 mm ao ano com temperaturas médias de 25°C a 15°C, o clima é do tipo Cwa, de acordo com a classificação de Köppen (PREFEITURA DE SÃO LUIZ DO

PARAITINGA, 2022). A vegetação é caracterizada pelo Bioma da Mata Atlântica, porém existente poucas áreas remanescentes com a cobertura vegetal (ALMEIDA *et al*, 2019).

1.2 Coleta dos hospedeiros

As coletas foram realizadas em duas áreas de vegetação contínua e duas áreas de fragmentos de mata da Serra do Mar. A coleta dos anfíbios foi realizada de forma ativa através da procura visual (PV) e de encontros ocasionais (EV), no período noturno, de 29 de outubro de 2021 até 4 de novembro de 2021. Os animais encontrados foram recolhidos manualmente, individualizados em sacos plásticos e posteriormente encaminhados para o laboratório móvel, onde foram mantidos vivos até o momento da necropsia. Após a necrópsia foi anotado a massa (g), comprimento rostro-cloacal (CRC) em milímetros e sexo.

1.3 Coleta e análise dos parasitos recuperados

A eutanásia dos anuros foi realizada utilizando uma solução de tiopental sódico e, em seguida, com auxílio de um esteromicroscópio, foi feito um corte longitudinal na parte ventral do anuro, afim de expor a cavidade interna e possibilitar a avaliação da presença de helmintos. O processo de avaliação de presença também foi realizado nos órgãos internos.

Uma parte dos trematódeos encontrados foram fixados em solução de formol 10% e preservados em álcool 70%, a outra parte foi conservada em álcool 70% e encaminhada para análises de microscopia de luz. Nematóides foram fixados e conservados em álcool 70% e depois montados em Lactofenol. Os acantocéfalos encontrados foram fixados e conservados em álcool 70%.

O processo de coloração e identificação seguiu a metodologia específica para cada grupo encontrado (AMATO *et al*, 1991).

1.4 Depósito dos parasitos

Os espécimes amostrais dos helmintos encontrados serão, ao término deste trabalho, depositados na Coleção Helminológica do Departamento de Parasitologia do Instituto de Biociências (CHIBB), Unesp, campus de Botucatu e outra parte será mantida como coleção de referência do Laboratório de Ecologia do Parasitismo

(LECOP) na Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, UNESP-Ilha Solteira.

2.6 Análise Estatística

A prevalência, intensidade e abundância foram calculados de acordo com Bush et al. (1997).

O teste estatístico *d*, Índice de Dispersão e o Índice de Green (IG) foram calculados afim de diagnosticar o padrão de distribuição das espécies.

A curva de acumulação de riqueza de espécies observadas (sobs) em conjunto com o estimador de riqueza *Bootstrap*, foram utilizados para verificar a eficiência amostral.

A Análise de Componentes Principais (PCA) foi empregada na análise para observar a distribuição dos espécimes de hospedeiros em relação aos dois diferentes ambientes, em relação as variáveis morfológicas, de abundância de parasitos e das variáveis ambientais.

A fim de se verificar a existência de diferenças estatísticas entre a fauna parasitária de *B. faber* em habitats fragmentados e conectados e também entre as duas espécies de hospedeiros analisados (*B. faber* e *H. binotatus*) foi aplicada a Análise de Variância Multivariada (MANOVA), onde considerou-se como significativos resultados com $p \leq 0.01$.

Os testes mencionados só foram aplicados nas espécies que obtiveram prevalência maior que 10% e, foram divididos por espécie e tipo de área de estudo (fragmento ou vegetação contínua). Os testes foram realizados utilizando o software estatístico R.

3 RESULTADOS

Foram coletados 71 espécimes de anuros, onde 39 animais foram localizados em áreas com vegetação fragmentada e 32 em áreas de vegetação contínua. Dos animais encontrados, 56 eram da espécie *Boana faber* (WIED-NEUWIED, 1821) e 15 de *Haddadus binotatus* (SPIX, 1824). Os protozoários só foram encontrados na espécie *B. faber*, em apenas 13 hospedeiros, sendo 8 em ambientes fragmentados e 5 em ambientes contínuos. Apenas 4 animais não estavam infectados com nenhuma espécie de parasito, totalizando uma prevalência geral de 94,37% de infecção por ao menos uma espécie de parasito.

As médias de CRC e peso foram divididas por espécie e áreas, sendo que *B. Faber* apresentou uma média geral de CRC de $84,82 \pm 0,31\text{mm}$ e massa $40,11 \pm 0,32\text{g}$, para as áreas de vegetação fragmentada foram $78,12 \pm 0,48\text{mm}$ de CRC e $36,35 \pm 0,31\text{g}$ de massa, já as áreas de vegetação contínua tiveram médias de CRC de $89,84 \pm 0,38\text{mm}$ e massa $56,24 \pm 0,64\text{g}$. *H. binotatus* apresentou $53,73 \pm 1,36\text{ml}$ de CRC e $11,7 \pm 1,79\text{g}$ de massa.

O total de parasitos encontrados foi de 1125 para os hospedeiros da espécie *B. faber* de áreas com vegetação fragmentada, 1673 para as áreas de vegetação contínua e de 441 espécimes de parasitos encontrados nos hospedeiros *H. binotatus*. A espécie *H. binotatus* só foi encontrada em áreas de fragmentos.

Os metazoários parasitos encontrados foram divididos em três taxa: Nematoda, Acantocephala e Trematoda, divididos em 9 espécies (Tabela 1), sendo que *Haematolechus* sp. é um novo registro de ocorrência para *B. faber*. Das espécies de parasitos identificadas, *Cosmocercidae* gen. sp.1, foi a que teve a maior prevalência nas duas espécies de hospedeiros e nos dois tipos de áreas de coleta (*B. faber*: fragmento: 62,5%; contínuo: 40,63%; *H. binotatus*: 86,67%). A espécie *Raillietinema* sp. apresentou os maiores valores de abundância média (Fragmento: $39,58 \pm 6,95$; Contínua: $45,72 \pm 3,13$) e intensidade média (Fragmento: $237,5 \pm 166,88$; Contínua: $292,6 \pm 100,19$) dos parasitos encontrados em *B. faber* (tanto de fragmento como de vegetação contínua). Nos hospedeiros *H. binotatus* a espécie *Cosmocercidae* gen. sp.1 apresentou a maior abundância média ($12,93 \pm 0,64$ parasitos por anuro analisado) e *Raillietinema* sp. maior intensidade média (137 parasitos por anuro infectado).

Em relação aos índices de distribuição, apenas a espécie *Rhabdias* sp1. encontrada em *B. faber* de áreas fragmentadas apresentou distribuição uniforme ($ID < 0$ e $IG < 0$) e os Cestoda em forma de cisto tiveram $IG < 0$, o que sugere certa uniformidade na distribuição desses parasitos. Todas as outras espécies com mais de 10% de prevalência apresentaram o padrão de distribuição agregado ($ID > 1$ e $IG > 0$) (Tabela 2).

A Análise de Componentes Principais (PCA) que leva em consideração a distribuição e parâmetros físicos dos hospedeiros, variáveis ambientais e abundância dos metazoários parasitos de *B. faber* em relação aos dois tipos de habitats amostrados (Fig. 1A), mostra que existe uma diferenciação entre habitats

fragmentos e conectados, observações que são suportadas pela Análise de Variância Multivariada (MANOVA) que considerou os grupos (hábitat fragmentado e conectado) e suas variáveis como diferentes estatisticamente (Lambda de Wilks $F = 4,881$, $p \leq 0,01$).

Levando em consideração às variáveis e suas interrelações (Fig. 1B), é possível observar uma correlação negativa entre os valores de temperatura e a abundância de *Oxyascaris similis* (Travassos, 1920), ou seja, conforme ocorre o aumento da temperatura no hábitat, a abundância dos parasitos dessa família tende a diminuir e vice-versa. A espécie *O. similis* também teve correlação positiva com as variáveis morfológicas dos hospedeiros de comprimento total do corpo (CRC) e de massa. A presença de protozoários comensais nos intestinos de *B. faber* parece estar associada à abundância de *Rhabdias* sp., *Owaldocruzia subauricularis* (Rudolphi, 1819) e principalmente Cosmoceridae gen. sp., visto que é possível observar uma correlação positiva entre a presença dos protozoários e abundância média destas espécies. Na PCA que relacionou apenas os protozoários com as espécies de helmintos encontrados (Fig. 2) foi possível observar novamente uma correlação entre a presença de protozoários e a abundância de *Rhabdias* sp. e também com *O. subauricularis*.

Na PCA que analisa as variáveis dos hospedeiros, do ambiente e a abundância dos metazoários parasitos de *H. binotatus* (Fig. 3) em ambientes fragmentados, é possível observar que as variáveis morfológicas dos hospedeiros influenciaram na abundância média de *Ochoterenella* sp. e Cestoda, com correlação positiva e correlação negativa, respectivamente, entre a abundância destes parasitos e o comprimento total do corpo e massa dos hospedeiros.

A PCA que compara as duas espécies de hospedeiros coletados em ambientes fragmentados em relação às variáveis morfológicas, do hábitat e de abundância dos metazoários parasitos, é possível observar uma clara diferenciação entre elas (Fig. 4A), confirmada pelo teste MANOVA que considerou o conjunto das variáveis das duas espécies de hospedeiros como diferentes estatisticamente (Lambda de Wilks $F = 6,08$, $p \leq 0,01$). *Boana faber* foi a espécie de hospedeiro que teve os maiores valores de abundância em cinco das oito espécies incluídas na análise (Fig. 4B) e que também teve os maiores valores de CRC e de massa.

A curva de acumulação de espécies do hospedeiro *B. faber* levando em

consideração os dois tipos de habitats juntos não mostrou tendência a estabilização (Fig. 5A). Ao separarmos os dois habitats, é possível observar que em ambientes fragmentados, a curva permanece crescente, longe de uma possível estabilização, a mesma observação vale para o hospedeiro *H. binotatus* (Fig. 6). Por outro lado, em ambientes conectados é observa-se uma tendência de estabilização da curva em, indicando suficiência amostral para o hospedeiro *B. faber* (Fig. 5C).

4 DISCUSSÃO

Os dados obtidos sobre a helmintofauna encontrada nos dois hospedeiros analisados apresentou grande riqueza de espécies de parasitos do filo Nematoda, que são conhecidos por se alojarem no sistema gastrointestinal dos animais e também por serem espécies generalistas, ou seja, apresentam baixa especificidade, o que justificaria a presença das mesmas espécies nos dois hospedeiros analisados (CAMPIÃO et al, 2014; ANDERSON, 2000). Essa diversidade de espécies de nematoides corrobora com os resultados encontrados em alguns estudos realizados no Brasil, na região da Mata Atlântica e utilizando também, de algumas espécies de anuros das famílias Hemiphractidae, Craugastoridae, Brachycephalidae, Bufonidae, Cycloramphidae, Hylidae, Hylodidae, Leptodactylidae e Microhylidae (NOMURA, 2010; AGUIAR, 2013; TOLEDO et al, 2017; GRAÇA et al, 2017; AGUIAR et al, 2020; QUEIROZ, et al, 2020; FREZZA, 2021). Além da diversidade de nematodas, um novo registro de *Haematolechus* sp. em *B. faber* foi constatado. Os registros a respeito desse gênero foram feitos, na sua maioria, na América do Norte, Europa e Ásia, como KOYUN, et al (2015) que encontrou duas espécies, *Haematolechus variegatus* e *Haematolechus breviansa*, em *Pelophylax ridibundus* de uma cidade da Turquia. Essa espécie também é conhecida por causar danos ao tecido do animal, que podem ser intensificados por ações de fatores externos, como alterações no ambiente e mudanças climáticas (KOPRIVNIKAR, 2012).

Cosmocercidae gen. sp. 1 foi a espécie que teve os maiores índices de prevalência nos dois hospedeiros e nas duas áreas de estudo, porém, assim como ocorreu em outros estudos onde estes espécimes foram encontrados, a sua identificação a nível de espécie não foi possível, visto que espécimes da família

Cosmocercidae possuem similaridade entre as fêmeas, o que torna identificação possível apenas com a presença de machos, que não foram encontrados nos hospedeiros (CAMPIÃO et al, 2014).

A família Cosmocercidae possui um ciclo de vida direto, sendo a forma de penetração ativa pela pele dos hospedeiros a mais utilizada, o que pode explicar o sucesso na infecção desses parasitos (ANDERSON, 2000). TOLEDO et al, 2017, ainda cita que as espécies *Oswaldocruzia subauricularis* e *Rhabdias* sp., espécies que foram encontradas nesse trabalho, também possuem um ciclo de vida simples e direto, com ingestão pela via oral ou pela penetração direta pela pele, porém, diferente dos Cosmocercidae, a espécie *Rhabdias* sp. é comumente encontrada no pulmão, pois após a penetração, esse parasita migra pro local final de infecção (ANDERSON, 2000).

Os dois hospedeiros habitam as mesmas regiões, *B. faber* é uma espécie neotropical encontrada desde o sul, sudeste, centro-oeste e nordeste do Brasil até o norte da Argentina e Paraguai, habitando áreas abertas e trechos de floresta (FROST, 2013). Já *H. binotatus* habita as regiões de serra pilheira da Mata Atlântica, distribuído desde a Bahia até o Rio Grande do Sul, sendo conhecida pelo desenvolvimento dos seus ovos que não necessitam de água no processo (HEDGES et al, 2008; HADDAD e SAZIMA, 1992, CANEDO e RICKLI, 2006). *B. faber* é uma espécie com hábitos arborícolas que conseguiu se adaptar bem a regiões antropizadas, o que justifica sua presença tanto nas áreas de vegetação fragmentada quanto nas áreas de vegetação contínua (FORTI, 2009). Enquanto que *H. binotatus* possui o hábito de construir “ninhos” na serapilheira, onde irá depositar seus ovos (CONDEZ et al., 2009). Esses hábitos de vida de ambos os hospedeiros podem explicar por que a maioria das espécies de helmintos encontradas foram as mesmas nas duas espécies de hospedeiros, por ambas habitarem a mesma região, possuírem um contado direto com o solo e ainda pelas espécies de parasitos encontrados serem de penetração ativa e generalistas, infectam duas ou mais espécies de hospedeiros (ANDERSON, 2000).

As consequências das ações antrópicas nos habitats também podem ser uma das razões pela qual espécies de parasitos que possuem ciclos de vida mais complexos foram pouco encontrados, visto que qualquer mudança na cadeia de transmissão do animal pode acarretar no insucesso da infecção e seu posterior

desenvolvimento, sendo a cobertura florestal e o uso da terra alguns dos fatores principais (WESTFALL et al. 2008; KING et al. 2007 ; SCHOTTHOEFER et al. 2011).

O fato de a Análise de Componentes Principais indicar que a ocorrência de uma diferenciação quanto a distribuição dos espécimes de hospedeiros de *B. faber* em áreas de vegetação fragmentada e contínua, também podem ser explicados pelos hábitos de vida dos animais, visto que essa espécie é encontrada em regiões de mata geralmente fechada, o que justifica a concentração nos espécimes nas áreas de vegetação contínua (FROST, 2013). Já quando falamos sobre os parâmetros biológicos desses animais, como massa e comprimento corporal, a correlação positiva com a presença de *O. similis* pode ser justificada pela maior área de contato que o hospedeiro terá com o solo e também, após a infecção, uma maior área de desenvolvimento dentro do corpo do hospedeiro (POULIN, 1998; POULIN, 2007; KAMIYA, et al. 2014; CAMPIÃO, et al. 2015; GUTIÉRREZ, et al. 2019). O trabalho realizado por EUCLIDES, 2021, também encontrou altos índices de infecção pelas espécies de parasitos encontrados no presente estudo, inclusive com a mesma espécie de hospedeiro, *B. faber*, indicando o mesmo cenário de maioria de nematóides e uma mudança na riqueza e abundância das espécies quando falamos da diferença de ambientes.

Outro ponto importante para compreensão da abundância e diversidade de espécie diz respeito ao habitat que estão inseridos, MARCOGLIESE (2005) e HUDSON et al (2006) mostraram em seus trabalhos que qualquer mudança ambiental que ocorra no local onde estão inseridos, pode levar a alterações na fauna parasitária, visto que muitas espécies de parasitos utilizam os anuros como hospedeiros intermediários, por tanto, ambientes que não sofrem com ações antrópicas irão naturalmente abrigar uma diversidade de espécies maior, tanto de parasitos quando de outros animais.

Os estudos realizados com *H. binotatus* giram em torno da biodiversidade da helmintofauna desses animais, sendo que as relações com os fatores biológicos são pouco exploradas, mas em outros hospedeiros já foi observado que o tamanho do hospedeiro pode influenciar na comunidade de parasitos (MUZZALL, 1991; MCALPINE, 1997; BOLEK e COGGINS, 2000; YODER e COGGINS, 2007; IBRAHIM, 2008; HAMANN et al., 2012, 2013; TOLEDO et al., 2015). Por esse motivo, no que diz respeito a correlação positiva encontrada entre a massa e o

comprimento total corporal com a abundância média de *Ochoterenella* sp., corrobora com os padrões encontrados. Em um estudo realizado com o mesmo hospedeiro e outras espécies, foi observado que quanto maior a massa e comprimento do hospedeiro, maior a diversidade e abundância de parasitos (TOLEDO et al, 2017).

Muitas espécies de nematóides de infecção ativa, possuem no seu ciclo de vida fases em que são considerados de vida livre, onde depositam seus ovos no solo e seguem com o seu desenvolvimento, onde irão infectar seu hospedeiro intermediário ou final (ANDERSON, 2000). Diante disso existem uma série de fatores que podem comprometer o desenvolvimento desses animais, sendo a temperatura um deles (BAKONYI et al., 2007; KAYA e GAUGLER, 1993; LEVINE, 1980; PAYNE 1923; SMITH, 1990; STROMBERG, 1997). A interferência que a oscilação de temperatura pode exercer no ciclo de vida desses parasitos pode ser um dos motivos da correlação negativa encontrada entre as variações das taxas de abundância de *O. similis* em comparação com a temperatura do ambiente, além de ser, em conjunto com outras questões ambientais, o que causa alterações na distribuição das espécies de helmintos (LANGFORD, 2015), além de relatos que indicam a influência que o aumento da temperatura causou, acelerando o desenvolvimento de nematoides de outras espécies dentro dos hospedeiros (GRIFFIN, 1988).

Quando comparamos as duas espécies de hospedeiro com suas características biológicas e a abundância e diversidade de parasitos, é possível observar mais uma vez como o tamanho do animal interfere na presença ou ausência de infecção parasitária. Enquanto *B. faber* é considerada uma espécie grande em relação a *H. binotatus*, medindo de 8,5cm a 10cm, e possuindo a maior riqueza de espécies e abundância de parasitos, *H. binotatus* mede entre 3cm e 5cm (sendo que as fêmeas possuem um tamanho maior que os machos) (HEYER et al, 1990; IOP et al, 2016).

O fato de que as curvas de acumulação de espécies não apresentarem uma estabilização, mas indicarem um crescimento, pode ser um indicador que a helminto fauna dessas espécies ainda não é totalmente conhecida, e a presença de *Haematolechus* sp. em *B. faber* como primeiro registro para esse hospedeiro reforça essa teoria. Outros estudos realizados com as mesmas espécies de

hospedeiros utilizando “n” de amostragem menores e maiores identificaram quase as mesmas espécies que o presente trabalho (NOMURA, 2010; AGUIAR, 2013; TOLEDO et al, 2017).

Assim como as espécies de nematóides encontradas nos estudos, Fernandes et al (2011), Özer e Erdem (1998) e Özer (2003) relataram uma correlação positiva entre a presença de protozoários tricodinídeos e o tamanho corporal dos hospedeiros, no caso peixes e girinos, com a mesma justificativa de quanto maior o corpo do hospedeiro maior a chance de abrigar mais parasitos. Levando em consideração que a forma de infecção por protozoários seja por ingestão e das espécies de helmintos correlacionados com eles seja por penetração ativa é possível identificar o porquê da correlação positiva encontrada entre protozoários e as espécies *Rhabdias* sp., *Owaldocruzia subauricularis* (Rudolphi, 1819) e *Cosmocercidae* gen. sp. Como os protozoários comensais não são parasitos obrigatórios, a competição por espaço e alimento não ocorre (FERNANDES et al, 2011).

A alimentação das duas espécies é formada basicamente da ingestão de insetos, como larvas de Leptodera e Libellulidae, e um estudo realizado por COCHAK et al (2021) utilizando de infecção experimental, observou a capacidade de dispersão de protozoários utilizando anuros e odonatos como dispersores. Nesse estudo foi possível comprovar que a dispersão dos protozoários ciliados teve mais êxito quando acompanhada dos vetores biológicos, porém cada vetor agindo de uma forma diferente e com seu potencial intensificado quando aplicados juntos (COCHAK et al, 2021). Diante dos resultados obtidos pode ser dizer também, que a alimentação desses animais tem influência na presença ou não de protozoários.

Existem estudos que evidenciam que algumas espécies de parasitos podem causar patogenias prejudiciais aos hospedeiros, mas que isso ocorre, na grande maioria das vezes, quando alinhado a alterações ambientais ou outros patógenos, como mostra um estudo realizado por KOPRIVNIKAR (2010) que identificou que somente a infecção por parasitos não obteve um efeito geral sobre os girinos, porém quando foram expostos a estressores, houve uma interação causando efeitos negativos no desenvolvimento dos girinos. Essa interação negativa pode deixar o animal suscetível a infecção por outras espécies, o que pode ter ocorrido no presente estudo, visto que as áreas de estudo sofreram, de alguma maneira,

modificações na paisagem.

Apenas a espécie *B. faber* tinha a presença de protozoários e diferentemente dos helmintos, os protozoários comensais podem ser encontrados livre no ambiente aquático, sem a necessidade de um hospedeiro, sendo utilizadas como um indicativo de desequilíbrio ambiental, já que estão diretamente relacionados com a massa das bactérias do ambiente, possuem rápida resposta as alterações do ambiente e mesmo em grande concentração no hospedeiro não causam danos, além de serem de fácil identificação (MACKENZIE, 1983). Essa hipótese também foi levantada no trabalho de FERNANDES et al (2011) e reforçada por OGUT e PALM (2005), que evidenciaram que a maior prevalência de trichonídeos em áreas com poluição orgânica. No presente estudo também só foram encontrados protozoários nas áreas fragmentadas, áreas essas que também sofreram com ações antrópicas e estão em desequilíbrio ambiental.

5 CONCLUSÕES GERAIS

Foi possível identificar o primeiro registro de *Haematolechus* sp. para *B. Faber* e além disso, foi possível observar que ocorreram diferenças entre os habitats analisados, assim como entre os hospedeiros, sendo um indicativo que as alterações na paisagem, resultado das ações antrópicas, e as mudanças climáticas, podem impactar diretamente na diversidade e abundância das espécies de parasitos, assim como na dispersão e nas ocorrências de protozoários comensais.

Agradecimentos: Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro em forma de bolsa concedida a Regiane Maria dos Reis Bueno (Processo 88887.677720/2022-00) e a Guilherme Becker da Universidade do Alabama.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. et al. Can differences between continental and insular habitats influence the parasites communities associated with the endemic frog *Haddadus binotatus*? **Journal of Helminthology**, v. 94, p. e178, 2020.

AGUIAR, A. Helmintofauna Associada à Anfíbios da Ilha Anchieta, Litoral Norte do Estado de São Paulo, Brasil. 2013. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências de Botucatu - IBB/UNESP, Botucatu, 2013.

AHO, J. M. Helminth communities of amphibians and reptiles: comparative approaches to understanding patterns and processes. **Parasite communities: patterns and processes**, p. 157-195, 1990.

AMATO, J.F.R.; BOEGER, W.; AMATO, S.B. Protocolos para laboratório: coleta e processamento de parasitos de pescado. Rio de Janeiro: **Imprensa Universitária**, UFRRJ, 81p.1991.

ANDERSON, R.C. Nematode parasites of vertebrates: Their development and transmission. **CABI Publishing**. New York, 2 ed. 650 pp, 2000.

BAKONYI, G. et al. Soil nematode community structure as affected by temperature and moisture in a temperate semiarid shrubland. **Applied Soil Ecology**, v. 37, n. 1-2, p. 31-40, 2007.

BHARTI, D. et al. Dispersal of ciliated protist cysts. **Ecology**, v. 101, n. 9, p. 1-3, 2020.

BOLEK, M. G.; COGGINS, J. R. Seasonal Occurrence and Community Structure of Helminth Parasites from the Eastern American Toad, *Bufo americanus*. **Comp. Parasitol**, v. 67, n. 2, p. 202-209, 2000.

BUSH, A. O.; LAFFERTY, K. D.; LOTZ, J. M.; SHOSTAK, A. W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. **Journal of Parasitology**, v. 83, n. 4, p. 575-583, 1997.

CAMPIAO, K. M. et al. Checklist of helminth parasites of amphibians from South America. **Zootaxa**, v. 3843, n. 1, p. 1-93, 2014.

CAMPIÃO, K. M.; RIBAS, A.; TAVARES, L. E. R. Diversity and patterns of interaction of an anuran-parasite network in a neotropical wetland. **Parasitology**, v. 142, n. 14, p. 1751-1757, 2015.

CAMPIÃO, K. M.; SILVA, R.J.; FERREIRA, V. L. Helminth parasites of *Leptodactylus podicipinus* (Anura: Leptodactylidae) from south-eastern Pantanal, state of Mato Grosso do sul, Brazil. **Journal of Helminthology**, v.83, p. 345-349, 2009.

CANEDO, C., RICKLI, E. Female reproductive aspects and seasonality in the reproduction of *Eleutherodactylus binotatus* (Spix, 1824) (Amphibia, Leptodactylidae) in an Atlantic rainforest fragment, Southeastern Brazil. **Herpetological review**, v. 37, n. 2, p. 149-150, 2006.

CHANDRA, P.; GUPTA, N. Habitat preference and seasonal fluctuations in the helminthfauna of amphibian hosts of Rohilkhand Zone, India. **Asian Journal of Experimental Sciences**, v.21, n.1, p.69-78, 2007.

COCHAK, C. et al. Relative contributions of disparate animal vectors to the development of freshwater ciliate communities. **Hydrobiologia**, v. 848, n. 5, p. 1121- 1135, 2021.

CORREIA, M. A. et al. Análise da Expansão da Cultura de eucalipto no Município de São Luiz do Paraitinga Entre os Anos 2000 e 2015. **Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Santos, 2019.

DIAS, R. J. P. et al. Occurrence of *Trichodina heterodentata* (Ciliophora: Trichodinidae) infesting tadpoles of *Rhinella pombali* (Anura: Bufonidae) in the Neotropical area. **Parasitology International**, v. 58, n. 4, p. 471-474, 2009.

EUCLYDES, L.; DUDCZAK, A. C.; CAMPIÃO, K. M. Anuran's habitat use drives the functional diversity of nematode parasite communities. **Parasitology Research**, v. 120, n. 3, p. 993-1001, 2021.

FERNANDES, N. M. et al. Quantitative study of *Trichodina heterodentata* (Ciliophora: Mobilis) infrapopulations infesting tadpoles of a Brazilian endemic toad *Rhinella pombali* (Anura: Bufonidae). **Zoologia (Curitiba)**, v. 28, p. 777-783, 2011.

FOKAM, Z. et al. Description of two new species of Sicuophoridae and

Nyctotheridae (Heterotrichina), endocommensal in the rectal ampulla of *Bufo regularis* (Amphibia: Anura) from the Northwest of Cameroon. **Protistology**, v. 8, n. 1, p. 16-21, 2013.

FREZZA, T. F. et al. Helintos Parasitos de Répteis e Anfíbios no Estado De São Paulo, Brasil. **Interfaces Científicas-Saúde e Ambiente**, v. 8, n. 3, p. 32-59, 2021.

FROST, D.R. Amphibian Species of the World: an Online Reference. **American Museum of Natural History**, New York. , 2013.

GIBB, H.; HOCHULI, D. F. Habitat fragmentation in an urban environment: large and small fragments support different arthropod assemblages. **Biological conservation**, v. 106, n. 1, p. 91-100, 2002.

GOATER, T.M. & GOATER, C.P. Ecological monitoring and assessment network (eman) - Protocols for measuring biodiversity: Parasites of amphibians and reptiles. 2001. Disponível em: <http://www.attentionpissenlits.ca/Publications/EE30430F-FDA74837F919E041323E1E6%5CTerrestrialMonitoringProtocolParasitesofAmphibiansAndReptiles.pdf>

GRAÇA, R. J. et al. Metazoan endoparasites of 18 anuran species from the mesophytic semideciduous Atlantic Forest in southern Brazil. **Journal of Natural History**, v. 51, n. 13-14, p. 705-729, 2017.

GRIFFIN, C. T. The effect of constant and changing temperatures on the development of the eggs and larvae of *Oswaldocruzia filiformis* (Nematoda: Trichostrongyloidea). **Journal of helminthology**, v. 62, n. 4, p. 281-292, 1988.

GUTIÉRREZ, J. S.; PIERSMA, T.; THIELTGES, D. W. Micro-and macroparasite species richness in birds: The role of host life history and ecology. **Journal of Animal Ecology**, v. 88, n. 8, p. 1226-1239, 2019.

HADDAD, C. F. B. e SAZIMA, I. Anfíbios da Serra do Japi. **História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do**

Brasil, Campinas, p. 188-211, 1992.

HADDAD, C. F. B.; TOLEDO, L. F.; PRADO, C. P. A. Anfíbios da Mata Atlântica. 1.ed. São Paulo: **Neotropica**, 2008. 243p.

HADDAD, C. F. B et al. Guide to the amphibians of the Atlantic Forest: Diversity and biology. **Anolis books**, São Paulo, v. 1, p. 544, 2013.

HAMANN, M. I.; KEHR, A. I.; GONZÁLEZ, C. E. Community structure of helminth parasites of *Leptodactylus bufonius* (Anura: Leptodactylidae) from northeastern Argentina. **Zoological Studies**, vol. 51, p. 1454-1463, 2012.

HAMANN, M.; KEHR, A.; GONZÁLEZ, C. Helminth communities in the burrowing toad, *Rhinella fernandezae*, from Northeastern Argentina. **Biologia**, v. 68, n. 6, p. 1155- 1162, 2013.

HEDGES, S. B., DUELLMAN. W. E. e HEINICKE, M. P. New World direct-developing frogs (Anura: Terrarana): Molecular phylogeny, classification, biogeography, and conservation. **Zootaxa**, vol. 1737, p. 1-182, 2008.

HEYER, W. R. et al. frogs of Boracéia. **Arquivos de zoologia**, v. 31, n. 4, p. 231-410, 1990.

HUDSON, P. J.; DOBSON, A. P.; LAFFERTY, K. D. Is a healthy ecosystem one that is rich in parasites? **Trends in ecology & evolution**, v. 21, n. 7, p. 381-385, 2006.

IBRAHIM, M. M. Helminth infracommunities of the maculated toad *Amietophrynus regularis* (Anura: Bufonidae) from Ismailia, Egypt. **Diseases of Aquatic Organisms**, v. 82, n. 1, p. 19-26, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Panorama Cidades**. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-luiz-do-paraitinga/panorama>>. Acesso em: 08 fev. 2023.

IOP, S.; SANTOS, T.; CECHIN, S. Anfíbios anuros dos Campos Sulinos: espécies com ocorrência nas áreas campestres do Pampa e da Mata Atlântica. **Rede Campos Sulinos**. Porto Alegre. 22 p. 2016.

JOHNSON, P.T.J.; PRESTON, D.L.; HOVERMAN, J.T.; LAFONTE, B.E. Host and parasite diversity jointly regulate pathogen transmission in complex communities. **PNAS**, v. 110, p. 16916-16921, 2013.

KAMIYA, T. et al. What determines species richness of parasitic organisms? A meta-analysis across animal, plant and fungal hosts. **Biological Reviews**, v. 89, n. 1, p. 123-134, 2014.

KAYA, H. K.; GAUGLER, R. Entomopathogenic nematodes. **Annual review of entomology**, v. 38, n. 1, p. 181-206, 1993.

KOPRIVNIKAR, J. Interactions of environmental stressors impact survival and development of parasitized larval amphibians. **Ecological Applications**, v. 20, n. 8, p.2263-2272, 2010.

KOPRIVNIKAR, J. et al. Macroparasite infections of amphibians: what can they tell us? **EcoHealth**, v. 9, p. 342-360, 2012.

KOYUN, M. et al. Helminth fauna of Eurasian marsh frog, *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) (Anura: Ranidae) from Bingöl, Eastern Anatolia, Turkey. **Biharean Biologist**, v. 9, n. 2, p. 128-132, 2015.

LANGFORD, G.I J.; JANOVY, J. Ecological factors responsible for the geographic distribution of *Rhabdias joaquinensis*: where do lungworms infect anurans in nature? **Parasitology research**, v. 115, p. 1305-1313, 2015.

LAURANCE, W. F. et al. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. **Conservation biology**, v. 16, n. 3, p. 605-618, 2002.

LEVINE, N. D. et al. A Newly Revised Classification of the Protozoa* The Committee

On Systematics Evolution Of The Society Of Protozoologists. **The Journal of protozoology**, v. 27, n. 1, p. 37-58, 1980.

MARCOGLIESE, D. J.; CONE, D. K. Parasite communities as indicators of ecosystemstress. **Parassitologia**, v. 39, n. 3, p. 227-232, 1997.

MCALPINE, D. F. Helminth communities in bullfrogs (*Rana catesbeiana*), green frogs (*Rana clamitans*), and leopard frogs (*Rana pipiens*) from New Brunswick, Canada. **Canadian Journal of Zoology**, v. 75, n. 11, p. 1883-1890, 1997.

MACKENZIE, K. Parasites as biological tags in fish populations studies. **Advancesin Applied Biology** 7. v. 1. P. 251-331, 1983.

MORAND, S.; GUÉGAN, J-F. How the biodiversity sciences may aid biological tools and ecological engineering to assess the impact of climatic changes. **Revue Scientifique et Technique**, v. 27, p. 355-366, 2008.

MUZZALL, P. M. Helminth infracommunities of the frogs *Rana catesbeiana* and *Rana clamitans* from Turkey Marsh, Michigan. **The Journal of parasitology**, p. 366-371, 1991.

NOMURA, H. A. Q. Helmintofauna de Duas Espécies de Anfíbios, *Haddadus Binotatus* (Anura: Craugastoridae) e *Ischnocnema Guentheri* (Anura: Brachycephalidae), da Mata Atlântica, no Município de São Luiz Do Paraitinga, São Paulo, Brasil. 2010. 17f. Monografia (Graduação) – Instituto de Biociências de Botucatu – IBB/UNESP, Botucatu, 2010.

OGUT, H.; PALM, H. W. Seasonal dynamics of Trichodina spp. on whiting (*Merlangiusmerlangus*) in relation to organic pollution on the eastern Black Sea coast of Turkey. **Parasitology Research**, v. 96, p. 149-153, 2005.

ÖZER, A. *Trichodina domerguei* Wallengren, 1897 (Ciliophora: Peritrichia) Infestations on the Round Goby, *Neogobius melanostomus* Pallas, 1811 in Relation to Seasonality and Host Factors. **Comparative Parasitology**, v. 70, n. 2, p. 132-135, 2003.

ÖZER, A.; ERDEM, O. Ectoparasitic protozoa fauna of the common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) caught in the Sinop region of Turkey. **Journal of Natural History**, v. 32, n. 3, p. 441-454, 1998.

PANOV, V. E.; CACERES, C. Role of diapause in dispersal of aquatic invertebrates. **Diapause in Aquatic Invertebrates Theory and Human Use**, p. 187- 195, 2007.

PAYNE, F. K. Investigations on the control of hookworm disease. XXX. Studies on factors involved in migration of hookworm larvae in soil. **American Journal of Epidemiology**, v. 3, n. 5, p. 547-583, 1923.

POULIN, R. Phylogeny, ecology, and the richness of parasite communities in vertebrates: Ecological archives M065-001. **Ecological Monographs**, v. 65, n. 3, p. 283-302, 1995.

POULIN, R.; MORAND, S. Geographical distances and the similarity among parasite communities of conspecific host populations. **Parasitology**, v. 119, n. 4, p. 369-374, 1999.

POULIN, R. Are there general laws in parasite ecology? **Parasitology**, v. 134, n. 6, p. 763-776, 2007.

POULIN, R. Large-scale patterns of host use by parasites of freshwaterfishes. **Ecology Letters**, v. 1, n. 2, p. 118-128, 1998.

PREFEITURA DE SÃO LUIZ DO PARAITINGA. **Aspectos Gerais**, 2022. Disponível em: <<https://www.saoluizdoparaitinga.sp.gov.br/cidade/dados-gerais/aspectos-gerais-10719>>. Acesso em: 08 de fev. 2023.

PÜTTKER, T.; LUCHT, Y. M.; SOMMER, S. Effects of fragmentation on parasite burden (nematodes) of generalist and specialist small mammal species in secondary forest fragments of the coastal Atlantic Forest, Brazil. **Ecology Research**, v.23, p.207-215, 2008.

QUEIROZ, M. S. et al. Helminths of 8 anuran species from a remnant riparian forest in the Cerrado biome, Brazil. **Herpetology Notes**, v. 13, p. 463-478, 2020.

SEGALLA, M. et al. Lista de Anfíbios do Brasil. **Herpetologia Brasileira**, v. 10, p. 122- 226, 2021.

SCHAEFER, E. F. et al. Trophic, reproductive and parasitological aspects of the ecology of *Leptodactylus chaquensis* (Anura: Leptodactylidae) in Argentina. **The Herpetological Journal**, v. 16, n. 4, p. 387-394, 2006.

SMITH, G. et al. The ecology of the free-living stages: a reappraisal. **Hookworm disease-current status and new directions**, p. 89-104, 1990.

STROMBERG, B. E. Environmental factors influencing transmission. **Veterinary parasitology**, v. 72, n. 3-4, p. 247-264, 1997.

TOLEDO, G. M. et al. Helminth communities of *Leptodactylus latrans* (Anura: Leptodactylidae) from the Atlantic rainforest, south-eastern Brazil. **Journal of helminthology**, v. 89, n. 2, p. 250-254, 2015.

TOLEDO, G. M. et al. Helminth community structure of 13 species of anurans from Atlantic rainforest remnants, Brazil. **Journal of helminthology**, v. 92, n. 4, p. 438-444, 2017.

VALLAN, D. Influence of forest fragmentation on amphibian diversity in the nature resort of Ambohitantely, highland Madagascar. **Biological Conservation**, v.96, p.31- 43, 2000.

YODER, H. R.; COGGINS, J. R. Helminth communities in five species of sympatric amphibians from three adjacent ephemeral ponds in southeastern Wisconsin. **Journal of Parasitology**, v. 93, n. 4, p. 755-760, 2007.

<i>Boana faber</i>		NHP	P (%)	AM	IM	SI	NHP	P (%)	AM	IM	SI
Nematoda	Cosmocercidae gen. sp.1	15	62,5	3,42 ± 0,22	5,47 ± 5,31	IG/ID	13	40,63	1,44 ± 0,07	3,54 ± 2,19	IG/ID
	Cosmocercidae gen. sp.2	1	4,17	0,08 ± 0,08	2	IG	–	–	–	–	–
	<i>Ochoterenella</i> sp.	5	20,83	0,79 ± 0,08	3,8 ± 1,92	CAV	4	12,5	0,16 ± 0,02	1,25 ± 0,5	CAV
	<i>Oswaldocruzia subauricularis</i> Rudolphi, 1819	9	37,5	1,33 ± 0,14	3,56 ± 3,47	IG/ID	11	34,38	2,72 ± 0,24	7,91 ± 7,7	ID/IG/E
	<i>Raillietinema</i> sp.	4	16,67	39,58 ± 6,95	237,5 ± 166,88	IG/ID	5	15,63	45,72 ± 3,13	292,6 ± 100,19	IG/ID
	<i>Oxyascaris similis</i> Travassos, 1920	–	–	–	–	–	9	28,13	1,53 ± 0,1	5,44 ± 3,13	ID
	<i>Rhabdias</i> sp.1	9	37,5	0,54 ± 0,03	1,44 ± 0,73	P	8	25	0,66 ± 0,09	2,63 ± 2,83	P
	<i>Physaloptera</i> sp.	1	4,17	0,29 ± 0,29	7	EST	–	–	–	–	–
Trematoda	<i>Haematolechus</i> sp.	1	4,17	0,04 ± 0,04	1	P	–	–	–	–	–
	Cisto	1	4,17	0,75 ± 0,75	18	CAV	–	–	–	–	–
Acantocephala	Cistacanto	1	4,17	0,04 ± 0,04	1	PELE	1	3,13	0,06 ± 0,06	1	ID
Fragmento						Contínuo					
<i>Haddadus binotatus</i>		NHP	P (%)	AM	IM	SI					
Nematoda	Cosmocercidae gen. sp.1	13	86,67	12,93 ± 0,64	14,92 ± 9,63	IG/ID/CAV					
	<i>Ochoterenella</i> sp.	1	6,67	0,6 ± 0,6	9	CAV					
	<i>Oswaldocruzia subauricularis</i> Rudolphi, 1819	7	46,67	3,53 ± 0,46	7,57 ± 6,95	ID					
	<i>Raillietinema</i> sp.	1	6,67	9,13 ± 9,13	137	IG					
	<i>Rhabdias</i> sp.2	9	60	2,73 ± 0,21	4,56 ± 3,21	P					
Acantocephala	Cistacanto	1	6,67	0,13 ± 0,13	2	BEX					
Digenea	Cisto	3	20	0,33 ± 0,04	1,67 ± 0,58	ID/PELE/FIG					

P: Pulmão, E: Estômago, ID: Intestino Delgado, IG: Intestino Grosso, CAV: Cavidade, BEX: Bexiga e FIG: Fígado

Tabela 1: Número de hospedeiros parasitados (NHP), prevalência (P), abundância média (AM), intensidade média (IM), sítio de infestação/infecção (SI) dos parasitos de *Boana faber* e *Haddadus binotatus* coletados em áreas de vegetação fragmentada e vegetação contínua do município de São Luiz do Paraitinga, São Paulo, Brasil.

Espécies (<i>Boana faber</i>)	Fragmento			Contínuo		
	ID	<i>d</i>	IG	ID	<i>d</i>	IG
<i>Cosmocercidae</i> gen. sp.1	8,24	6,05	8,2	3,33	6,56	3,3
<i>Ochoterella</i> sp	4,67	7,95	4,63	1,56	2	1,53
<i>Oswaldocruzia subauricularis</i>	9,05	13,69	9,01	21,80	28,95	21,77
<i>Raillietinema</i> sp.	703,61	173,2	703,57	219,55	108,86	219,52
<i>Rhabdias</i> sp1	0,99	0,03	0,94	12,13	19,62	12,1
<i>Oxyascaris similis</i>	–	–	–	6,4	12,11	6,37

Espécies (<i>Haddadus binotatus</i>)	ID	<i>d</i>	IG
<i>Cosmocercidae</i> gen. sp.1	7,17	8,98	7,1
<i>Oswaldocruzia subauricularis</i>	13,68	14,38	13,61
<i>Rhabdias</i> sp2	3,77	5,08	3,7
Cisto	1,02	0,15	0,95

Tabela 2: Índices de dispersão (ID), teste estatístico *d* e Índice de Green (IG), dos parasitos de *Boana faber* e *Haddadus binotatus*, coletados em áreas de vegetação fragmentada e vegetação contínua, no município de São Luiz do Paraitinga, São Paulo, Brasil com prevalência maior que 10%.

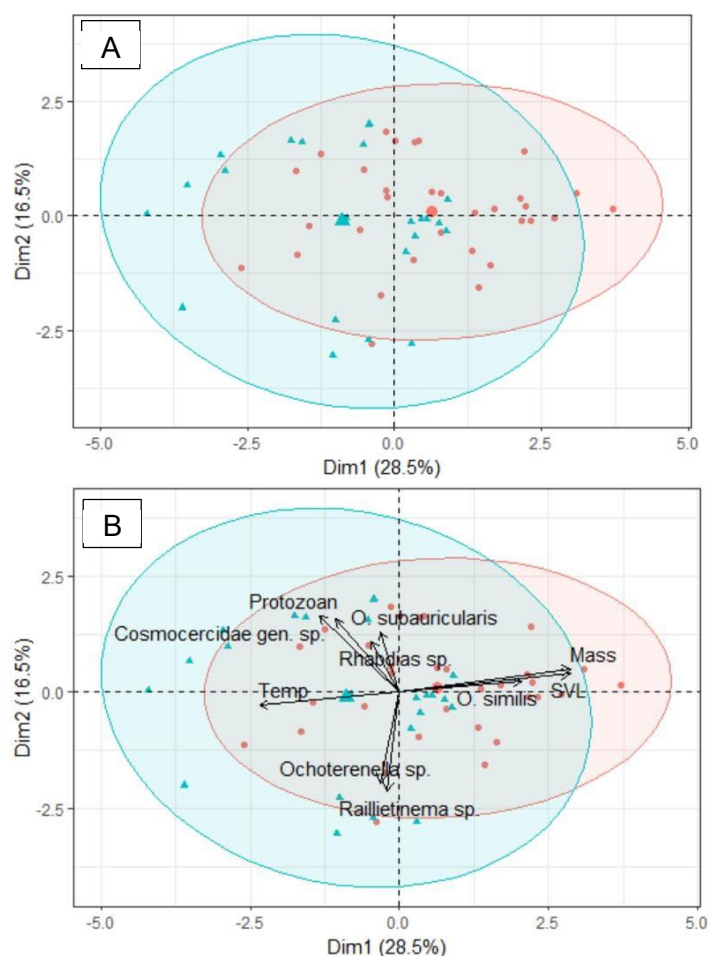


Figura 1: Análise de Componentes Principais (PCA) que mostra a distribuição individual dos espécimes de *Boana faber* (Wied-Neuwied, 1821) (Anura: Hylidae) coletados nos dois habitats analisados (A) (verde = fragmentado, vermelho = conectado) em relação às variáveis ambientais, biométricas dos hospedeiros e de abundância dos metazoários parasitos (B).

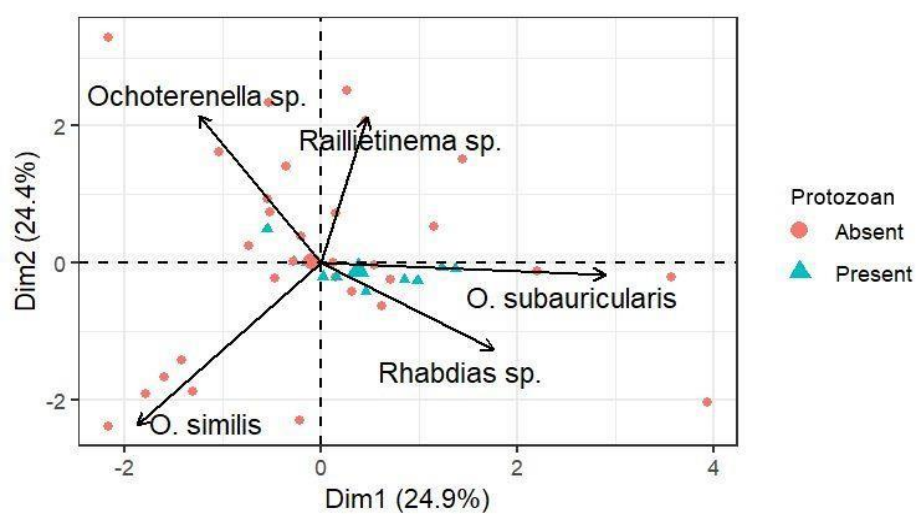


Figura 2: Análise de Componentes Principais (PCA) que relaciona a presença e ausência de protozoários comensais com a espécie de helmintos encontrados em *Boana faber*, nas áreas de vegetação fragmentada.

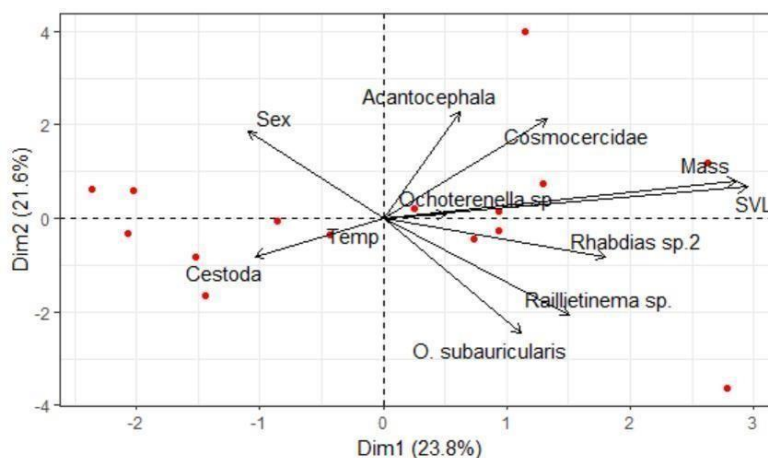


Figura 3: Análise de Componentes Principais (PCA) que mostra a distribuição individual dos espécimes de *Haddadus binotatus* (Spix, 1824) (Anura: Graugastoridae) coletados em áreas de fragmento em relação às variáveis ambientais, morfométricas dos hospedeiros e de abundância dos metazoários parasitos.

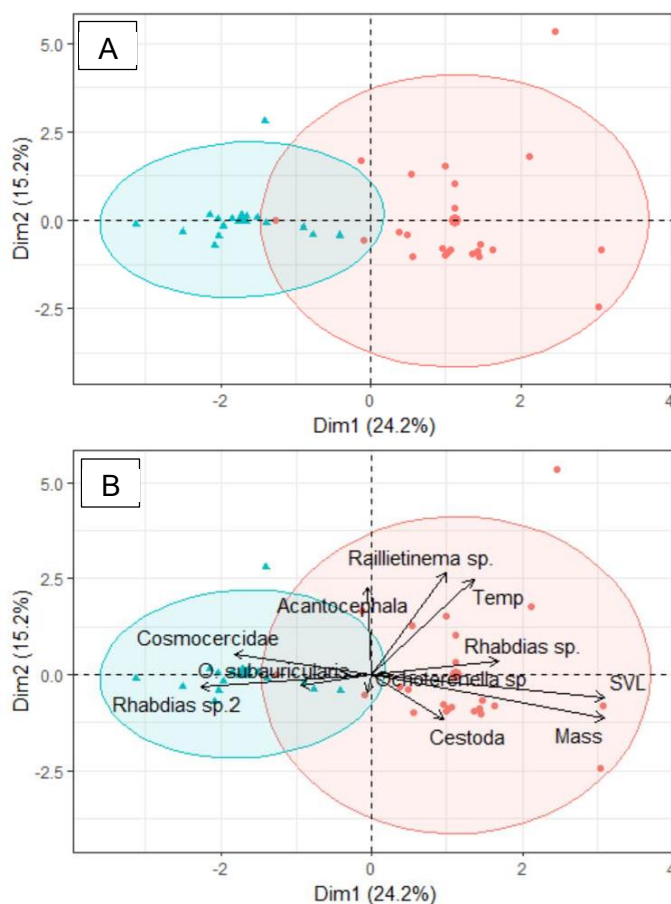


Figura 4: Análise de Componentes Principais (PCA) que compara a distribuição individual dos espécimes (A) de *Haddadus binotatus* (Spix, 1824) (Anura: Graugastoridae) (verde) e *Boana faber* (Wied-Neuwied, 1821) (Anura: Hylidae) (vermelho) coletados em áreas de fragmento em relação às variáveis ambientais, biométricas dos hospedeiros e de abundância dos metazoários parasitos (B).

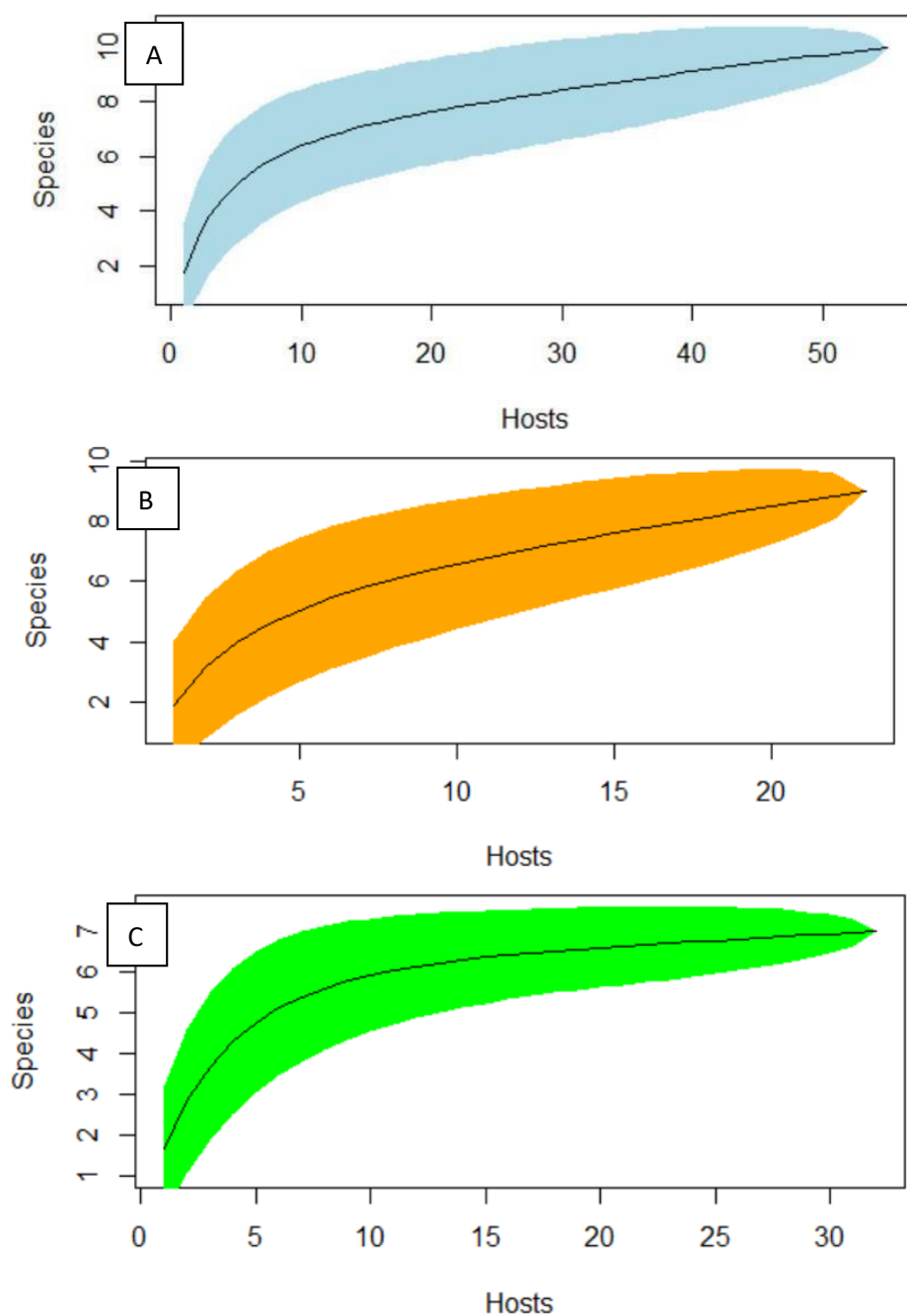


Figura 5: Curva de acumulação de espécies dos metazoários parasitos de *Boana faber* (Wied-Neuwied, 1821) (Anura: Hylidae), levando em consideração ambos os habitats (A), somente o habitat fragmentado (B) e somente o habitat conectado (C).

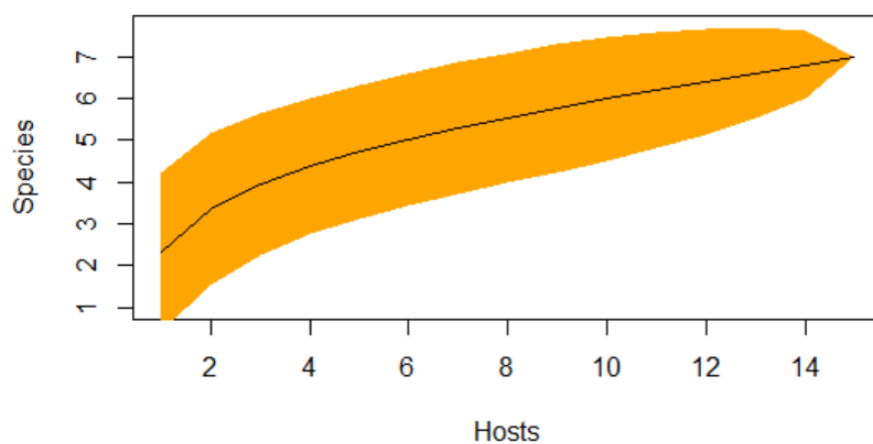


Figura 6: Curva de acumulação de espécies dos metazoários parasitos de *Haddadus binotatus* (Spix, 1824) (Anura: Graugastoridae) em ambientes fragmentados.