

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE ANIMAL**

Aline Aparecida Bastos Portela

**HELMINTOFAUNA DE ANUROS EM CAMPO NATIVO E ÁREA DE
CULTIVO NO SUL DO BRASIL**

Santa Maria, RS
2017

Aline Aparecida Bastos Portela

**HELMINTOFAUNA DE ANUROS EM CAMPO NATIVO E ÁREA DE
CULTIVO NO SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Biodiversidade Animal**.

Orientador: Tiago Gomes dos Santos
Coorientador: Luciano Alves dos Anjos

Santa Maria, RS
2017

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Portela, Aline Aparecida Bastos
HELMINTOFAUNA DE ANUROS EM CAMPO NATIVO E ÁREA DE
CULTIVO NO SUL DO BRASIL / Aline Aparecida Bastos
Portela.- 2017.
108 f.; 30 cm

Orientador: Tiago Gomes dos Santos
Coorientador: Luciano Alves dos Anjos
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de
Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, RS, 2017

1. helmintos 2. anfíbios 3. campo nativo 4. cultivo
agrícola 5. perda de habitat I. Santos, Tiago Gomes dos
II. Anjos, Luciano Alves dos III. Título.

Aline Aparecida Bastos Portela

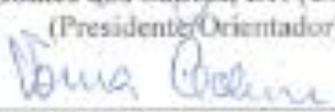
**HELMINTOFAUNA DE ANUROS EM CAMPO NATIVO E ÁREA DE
CULTIVO NO SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Biodiversidade Animal**.

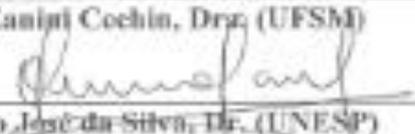
Aprovado em 17 de fevereiro de 2017:



Tiago Gomes dos Santos, Dr. (UNIPAMPA)
(Presidente/Orientador)



Sonia Zanini Cochlin, Dra. (UFSM)



Reinaldo José da Silva, Dr. (UNESP)

Santa Maria, RS
2017

DEDICATÓRIA

*À minha família, de sangue e de coração!
Obrigada por estarem ao meu lado sempre!*

AGRADECIMENTOS

Mais uma etapa concluída e com ela a gratidão de ter pessoas muito especiais fazendo parte dessa história. Foram dois anos de intenso aprendizado, no início eu não entendia nem de anuros e muito menos de parasitas e esse projeto foi um imenso desafio, por vezes pensei que não conseguiria dar conta de tudo nesses curtos dois anos, mas acabei me apaixonando pela área do parasitismo. Aprendi muito e todo esse aprendizado não seria possível se eu estivesse sozinha, por isso agradeço imensamente aos que estiveram do meu lado e que de alguma forma ajudaram nessa conquista. É muito bom poder dividir essa conquista com todos.

Agradeço, em especial, ao meu orientador Prof^o. Tiago Gomes dos Santos por todos os ensinamentos, pela paciência, por estar presente em todos momentos do Mestrado me auxiliando em tudo que precisei. Obrigada pela confiança, pelos campos e pelo exemplo de profissional e pessoa que és. Agradeço simplesmente por tudo!

Ao meu coorientador Prof^o. Luciano Alves dos Anjos, que me recebeu de braços abertos em seu laboratório na UNESP de Ilha Solteira e me ensinou sobre o maravilhoso mundo da parasitologia. Agradeço por toda atenção e conhecimento compartilhado nesta etapa!

À Prof^a. Sonia Zanini Cechin pela acolhida no laboratório e uso de toda infraestrutura disponibilizada e pelo exemplo de profissionalismo. Pelo amor que demonstra a sua profissão e pelo curso de Pós-graduação em Biodiversidade Animal.

Ao PPG Biodiversidade Animal, aos professores pelos ensinamentos e ao secretário do PPGBA, Sidnei S. da Cruz, pela ajuda em todas as questões e dúvidas durante todas as etapas do Mestrado.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão da bolsa de estudo e ao Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) - Rede Campos Sulinos, do qual minhas amostragens foram vinculadas.

Ao SISBIO/IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) pela licença concedida.

Agradeço imensamente ao pessoal do Laboratório de Ecologia do Parasitismo da UNESP, por todos os ensinamentos sobre os parasitas, pela imensa ajuda durante minhas temporadas em Ilha Solteira e pela amizade que fiz com todos. Em especial à Jumma Miranda Chagas, Franciele Xingu e Otilie Carolina Forster, aprendi com vocês o significado de

trabalho em grupo, essa equipe é demais! Obrigada por tudo! Otilie e Francine Ferreira Néri, obrigada pela estadia com vocês e por fazerem me sentir em casa.

Aos integrantes do laboratório de Herpetologia da Universidade Federal de Santa Maria pelo acolhimento e aprendizado adquirido nesses dois anos.

A todos os proprietários por onde passamos que permitam as coletas em seus campos.

À minha querida vó Nêne, que é o meu maior exemplo e minha inspiração para sempre continuar buscando meus objetivos. Obrigada por sempre estar disposta a me ajudar em tudo!

As minhas irmãs Tais e Amanda, não tenho palavras para expressar o quanto vocês são importantes na minha vida. Minhas melhores amigas e que tornaram os meus dias mais alegres e leves nesses dois anos. Obrigada por todo amor e carinho!

Ao meu querido e amado Ricardo Lodovski. Agradeço por estar sempre disposto a me ajudar, pelo companheirismo, pela amizade, pelo carinho e amor de todos os dias. Obrigada por acreditar em mim e me incentivar a nunca desistir!

“Um animal por mais feroz que seja não tem a maldade de um homem. Desejaria ele ter a inocência de um leão. Desejaria ele ter a doçura de um coelho, a lealdade de um cão, a paz de pássaro ou pelo menos a mesma capacidade de todos animais de usufruir da natureza sem destruí-la.”

(Autor Desconhecido)

RESUMO

HELMINTOFAUNA DE ANUROS EM CAMPO NATIVO E ÁREA DE CULTIVO NO SUL DO BRASIL

AUTORA: Aline Aparecida Bastos Portela
ORIENTADOR: Tiago Gomes dos Santos
COORIENTADOR: Luciano Alves dos Anjos

Os Campos Sulinos são formações campestres onde se encontra grande biodiversidade, porém a conservação desses campos tem sido negligenciada, enquanto a descaracterização e a perda de habitat avançam em taxas alarmantes. Os impactos da perda de habitat afetam negativamente a biodiversidade, inclusive a dinâmica e a composição das comunidades de hospedeiros e parasitas. Apesar da importância, a fauna parasitária de animais silvestres tem sido pouco estudada, o que motivou o desenvolvimento do presente estudo, visando contribuir para o conhecimento da helmintofauna de anuros nos Campos Sulinos. Dessa forma, nós: (1) descrevemos a composição da comunidade de helmintos em sete espécies de anuros na região dos Campos Sulinos; (2) comparamos campo nativo e cultivo agrícola quanto aos parâmetros de infecção parasitária utilizando quatro espécies de anuros hospedeiros, e (3) testamos se descritores ambientais medidos em múltipla escala (local, espacial e da paisagem) influenciam as métricas de infecção parasitária dos anuros na região dos Campos Sulinos. Os anuros hospedeiros foram amostrados entre janeiro e fevereiro de 2016, utilizando o método ‘busca em sítios de reprodução’ em 34 poças (15 em cultivo agrícola e 19 em campo nativo) distribuídas nos estados de Santa Catarina e Paraná. Encontramos 25 taxa de helmintos pertencentes às classes Monogenea, Trematoda (Digenea), Cestoda e Nematoda, distribuídas nas sete espécies de anuros hospedeiros. Dentre estes, nós registramos pela primeira vez o gênero *Hedruris* no Brasil, bem como apresentamos as primeiras informações sobre helmintos parasitas para cinco das sete espécies de anuros hospedeiros. Houve diferença significativa entre campo nativo e cultivo agrícola quanto à estrutura das comunidades de helmintos nos hospedeiros *Aplastodiscus perviridis*, *Leptodactylus latrans* e *Pseudis cardosoi*. De forma complementar, foram encontrados helmintos indicadores de áreas nativas e cultivadas: o monogenoide *Polystoma cuvieri* (em *Physalaemus cuvieri*) e o cestódeo *Ophiotaenia* sp. (em *Pseudis cardosoi*) para campo nativo, bem como o trematódeo *Choledocystus elegans* (em *Leptodactylus latrans*) e a larva plerocercóide (Cestoda) (em *Aplastodiscus perviridis*) para o cultivo agrícola. A prevalência de infecção parasitária geral foi maior no cultivo agrícola (94%) do que no campo nativo (84%). Os parâmetros de infecção, por espécie de hospedeiro, geralmente evidenciaram prevalência e intensidade de infecção maiores no cultivo agrícola do que no campo nativo. Porém registramos assimetria na resposta parasitária, o que parece estar relacionado ao hábito de vida do hospedeiro e requerimentos do parasita, dentre outros fatores. Os modelos de regressão generalizados empregados evidenciaram que os descritores ambientais explicaram a maioria dos parâmetros de infecção parasitária nos anuros hospedeiros estudados. Os descritores locais (i.e. das poças) foram mais importantes para explicar as métricas do parasitismo, seguidos pelos descritores da paisagem. Os descritores ligados à espacialidade das poças não foram significativos, sugerindo que processos ligados à dispersão dos parasitas foram pouco importantes na região estudada. Nosso trabalho evidencia que o cultivo agrícola altera negativamente as métricas do parasitismo dos anuros na região dos Campos Sulinos.

PALAVRAS-CHAVE: Helmintos, parasitas; anfíbios; Campos Sulinos; perda de habitat.

ABSTRACT

HELMINTOFAUNA OF ANURANS IN NATIVE GRASSLANDS AND CULTIVATED AREA, SOUTHERN BRAZIL

AUTHOR: Aline Aparecida Bastos Portela

ADVISOR: Tiago Gomes dos Santos

CO-ADVISOR: Luciano Alves dos Anjos

The Campos Sulinos are grassy formations where there is high biodiversity, but the conservation of these grasslands has been neglected, while the degradation and the habitat advance at alarming rates. The impacts of habitat loss negatively affect the biodiversity, including the dynamics and composition of host and parasite communities. Despite the importance, the parasitic fauna of wild animals has been little studied, which motivated the development of the present study, aiming to contribute to the knowledge of the helminthofauna of anurans in the Campos Sulinos. Thus, we: (1) described the composition of the helminth community in seven anuran species in the Campos Sulinos region; (2) we compared native grasslands and agricultural area for parasite infection parameters using four species of host anurans, and (3) we tested whether environmental descriptors measured on multiple scales (local, spatial and landscape) influence the parasite infection metrics of the anurans in the Campos Sulinos region. Host anurans were sampled between January and February 2016, using the 'survey at breeding sites' method in 34 ponds (15 in agricultural and 19 in native grasslands) distributed in the Brazilian states of Santa Catarina and Paraná. We recorded 25 *taxa* of helminths belonging to the class Monogenea, Trematoda (Digenea), Cestoda and Nematoda, distributed in seven species of host anurans. Among these, we recorded by first time the genus *Hedruris* in Brazil, as well as presented the first informations on parasitic helminths for five of the seven species of host anurans. There was a significant difference between the native grasslands and the agricultural area regarding the structure of helminth communities in the hosts *Aplastodiscus perviridis*, *Leptodactylus latrans*, and *Pseudis cardosoi*. In addition, helminth indicators from nated and cultivated areas were found: the monogenetic *Polystoma cuvieri* (in *Physalaemus cuvieri*) and the cestode *Ophiotaenia* sp. (in *Pseudis cardosoi*) for the native grasslands, as well as the trematode *Choledocystus elegans* (in *Leptodactylus latrans*) and the plerocercoid larvae (Cestoda) (in *Aplastodiscus perviridis*) for agricultural cultivation. The prevalence of general parasitic infection was higher in the agricultural area (94%) than in the native grassland (84%). The infection parameters, by host species, usually showed a higher prevalence and intensity of infection in the agricultural area than in the native grasslands. However, we observed asymmetry in the parasite response, which seems to be related to host life history and parasite requirements, among other factors. The generalized regression models employed showed that the environmental descriptors explained the majority of parasite infection parameters in the studied anurans. The local descriptors (i.e. the ponds) were more important to explain the parasitism metrics, followed by the landscape descriptors. The descriptors related to the pond spatiality were not significant, suggesting that processes related to the parasite dispersion were of little importance in the studied region. Our work evidence that the agricultural cultivation negatively alters the metrics of anurans parasitism in the Campos Sulinos region.

KEY-WORDS: Helminths; parasites; amphibians; Campos Sulinos; habitat loss.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1 - HELMINTOFAUNA DE ANUROS EM CAMPO NATIVO E ÁREA DE CULTIVO NO SUL DO BRASIL

Figura 1 - Mapa da localização dos municípios de coleta nos Campos de Altitude de Santa Catarina e Paraná e dos corpos d'água amostrados quanto aos anuros hospedeiros.....	53
Figura 2 - <i>Polistoma cuvieri</i> coletado na bexiga urinária de <i>Physalaemus cuvieri</i>	53
Figura 3 - <i>Catadiscus</i> sp. 1 coletado no intestino grosso de <i>Leptodactylus latrans</i> e <i>Pseudis cardosoi</i>	54
Figura 4 - <i>Catadiscus</i> sp. 2 coletado no intestino grosso de <i>Pseudis cardosoi</i>	54
Figura 5 - <i>Choledocystus elegans</i> coletado no intestino grosso de <i>Leptodactylus latrans</i>	55
Figura 6 - <i>Choledocystus pseudium</i> coletado no intestino grosso de <i>Pseudis cardosoi</i>	55
Figura 7 - <i>Gorgoderina</i> sp. coletado na bexiga urinária de <i>Leptodactylus latrans</i>	55
Figura 8 - <i>Haematoloechus ozorioi</i> coletado no pulmão de <i>Leptodactylus latrans</i>	56
Figura 9 - <i>Neohaematoloechus neivai</i> coletado no pulmão de <i>Pseudis cardosoi</i>	56
Figura 10 - <i>Rauschiella proxima</i> coletado no intestino grosso de <i>Leptodactylus latrans</i>	56
Figura 11 - <i>Cylindrotaenia americana</i> coletado no intestino grosso <i>Hypsiboas leptolineatus</i> e <i>Physalaemus cuvieri</i>	57
Figura 12 - <i>Ophiotaenia</i> sp. coletado no intestino grosso de <i>Leptodactylus latrans</i> , <i>Pseudis cardosoi</i> e <i>Sphaenorhynchus surdus</i>	57
Figura 13 - Larva plerocercóide coletada no intestino grosso e encistada na musculatura e nos órgãos e na cavidade de <i>Aplastodiscus perviridis</i>	57
Figura 14 - Cosmocercidae coletado em <i>Leptodactylus latrans</i> e <i>Physalaemus cuvieri</i>	58
Figura 15 - <i>Aplectana</i> aff. <i>membranosa</i> coletado no intestino grosso de <i>Leptodactylus plaumanni</i>	58
Figura 16 - <i>Cosmocerca parva</i> coletado no intestino delgado e grosso de <i>Aplastodiscus perviridis</i> , <i>Hypsiboas leptolineatus</i> , <i>Leptodactylus latrans</i> , <i>Leptodactylus plaumanni</i> , <i>Physalaemus cuvieri</i> e <i>Pseudis cardosoi</i>	58
Figura 17 - <i>Falcaustra</i> aff. <i>mascula</i> coletado no intestino grosso e delgado de <i>Leptodactylus latrans</i>	59
Figura 18 - <i>Hedruris</i> sp. coletado no estômago de <i>Leptodactylus latrans</i>	59
Figura 19 - <i>Ochoterenella</i> sp. coletado entre os órgãos de <i>Aplastodiscus perviridis</i>	59
Figura 20 - <i>Oxyascaris oxyascaris</i> coletado no intestino delgado e grosso de <i>Aplastodiscus perviridis</i> , <i>Hypsiboas leptolineatus</i> , <i>Leptodactylus latrans</i> , <i>Leptodactylus plaumanni</i> , <i>Physalaemus cuvieri</i> e <i>Pseudis cardosoi</i>	60
Figura 21 - <i>Pharyngodon</i> sp. coletado no intestino delgado de <i>Pseudis cardosoi</i>	60
Figura 22 - <i>Physaloptera</i> sp. coletado no intestino delgado de <i>Aplastodiscus perviridis</i> e <i>Leptodactylus latrans</i>	60
Figura 23 - <i>Rhabdias</i> sp. 1 coletado no pulmão de <i>Aplastodiscus perviridis</i> e <i>Physalaemus cuvieri</i>	61
Figura 24 - <i>Rhabdias</i> sp. 2 coletado no pulmão de <i>Leptodactylus latrans</i>	61
Figura 25 - <i>Rhabdias</i> sp. 3 coletado no pulmão de <i>Physalaemus cuvieri</i>	61
Figura 26 - Curvas cumulativas para cinco espécies de anuros hospedeiros coletados nos Campos de Altitude de Santa Catarina e Paraná.....	62

CAPÍTULO 2 - HELMINTOFAUNA DE ANUROS EM CAMPO NATIVO E ÁREA DE CULTIVO AGRÍCOLA NOS CAMPOS DE ALTITUDE DO SUL DO BRASIL

- Figura 1 - Poças amostradas em campo nativo e área de cultivo agrícola nas unidades amostrais situadas nos Campos de Altitude dos estados de Santa Catarina e Paraná, municípios de Painei/SC, Palmas/PR e Tibagi-PR.....87
- Figura 2 - Exemplos de poças amostradas em campo nativo e áreas de cultivo agrícola nas unidades amostrais situadas Campos de Altitude dos estados de Santa Catarina e Paraná, nos municípios de Painei/SC, Palmas/PR e Tibagi-PR.....88
- Figura 3 - *Hedruris* sp. (Nematoda), coletado no estômago de *Leptodactylus latrans* em cultivo agrícola na região dos Campos de Altitude dos estados de Santa Catarina e Paraná.....89
- Figura 4 - Helmintos parasitas de anuros, indicadores do tipo de uso da terra na região dos Campos de Altitude nos estados de Santa Catarina e Paraná.....90
- Figura 5 - Ordenação NMDS e valores de ANOSIM para comparações das comunidades de helmintos parasitas de anuros de campo nativo com cultivo agrícola, região dos Campos de Altitude dos estados de Santa Catarina e Paraná.....91

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 - HELMINTOFAUNA DE ANUROS EM CAMPO NATIVO E ÁREA DE CULTIVO NO SUL DO BRASIL

Tabela 1 - Anfíbios anuros hospedeiros e respectivos helmintos coletados na região dos Campos de Altitude nos estados de Santa Catarina e Paraná.....63

CAPÍTULO 2 - HELMINTOFAUNA DE ANUROS EM CAMPO NATIVO E ÁREA DE CULTIVO AGRÍCOLA NOS CAMPOS DE ALTITUDE DO SUL DO BRASIL

Tabela 1 - Relação de anuros hospedeiros com suas respectivas espécies de helmintos registrados em campo nativo e cultivo agrícola na região dos Campos de Altitude dos estados de Santa Catarina e Paraná.....92

Tabela 2 - Espécies de helmintos indicadoras de campo nativo e cultivo agrícola, na região dos Campos de Altitude dos estados de Santa Catarina e Paraná.....96

Tabela 3 - Helmintos coletados em campo nativo e cultivo agrícola, na região dos Campos de Altitude dos estados de Santa Catarina e Paraná.....97

Tabela 4 - Anfíbios anuros hospedeiros respectivos helmintos coletados em campo nativo e cultivo agrícola, na região dos Campos de Altitude dos estados de Santa Catarina e Paraná.....98

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
REFERÊNCIAS.....	17
ARTIGO 1 - HELMINTOFAUNA DE ANUROS EM CAMPO NATIVO E ÁREA DE CULTIVO NO SUL DO BRASIL.....	21
RESUMO.....	21
ABSTRACT.....	22
INTRODUÇÃO.....	23
MATERIAL E MÉTODOS.....	25
RESULTADOS.....	27
DISCUSSÃO.....	41
REFERÊNCIAS.....	44
ARTIGO 2 - HELMINTOFAUNA DE ANUROS EM CAMPO NATIVO E ÁREA DE CULTIVO AGRÍCOLA NOS CAMPOS DE ALTITUDE DO SUL DO BRASIL.....	64
RESUMO.....	64
ABSTRACT.....	65
INTRODUÇÃO.....	66
MATERIAL E MÉTODOS.....	68
RESULTADOS.....	73
DISCUSSÃO.....	74
REFERÊNCIAS.....	80
CONCLUSÕES.....	99

INTRODUÇÃO

Parasitismo é toda relação ecológica, desenvolvida entre indivíduos de espécies diferentes, em que se observa, além de associação íntima e duradoura, uma dependência metabólica de grau variado (REY, 2001). Nesse sentido, o parasita é um organismo que vive em outro organismo (o hospedeiro), alimenta-se deste e apresenta algum grau de adaptação estrutural para isso, e causa ao seu hospedeiro algum dano (POULIN, 2007). Estima-se que os parasitas compõem cerca de 50% da abundância dos organismos do planeta e cerca de 40% das espécies conhecidas (DOBSON et al., 2008). Apesar de serem os organismos mais diversos, pouco se conhece dos parasitas existentes (POULIN; MORAND, 2004) e a parcela que recebe maior atenção é a composta pelos parasitas de importância médico-veterinária, sendo deixada de lado importante parcela que integra os outros ecossistemas. Na maioria das vezes, a função dos parasitas no ecossistema não é completamente entendida, no entanto, os parasitas possuem importante contribuição para a diversidade de interações entre os organismos (KEMLER et al., 2009).

Através dos parasitas, podemos conhecer a ecologia e o comportamento do hospedeiro, sendo importantes indicadores das relações tróficas, das estruturas das teias alimentares, preferências alimentares e do modo de forrageamento do hospedeiro (HOBERG, 1996 apud BROOKS; HOBERG, 2000). Isso nos possibilita a compreensão de como os complexos ciclos de vida estão integrados a complexas teias alimentares nos ecossistemas. Os parasitas podem também atuar no controle populacional dos hospedeiros e ter um papel central na manutenção da diversidade genética e na estrutura das comunidades de vertebrados e invertebrados (WINDSOR, 1995). Os parasitas podem ser considerados como “diversidade oculta” da biodiversidade, pois são organismos que não vemos todos os dias, porém são de grande importância por contribuírem moldando a diversidade que nós podemos “enxergar” (POULIN; MORAND, 2004). Contudo, a relação entre os aspectos da ecologia dos hospedeiros e a composição da helmintofauna tem sido negligenciada em estudos que envolvem ecologia do parasitismo (HAMANN et al., 2009). Apesar da importância, a fauna parasitária de animais silvestres tem sido pouco estudada e, assim como os organismos de vida-livre, o número de espécies que está desaparecendo é muito maior do que novos organismos são descritos (GREENE; LOSOS, 1988; DOBSON et al., 2008; MUNIZ-PEREIRA et al., 2009).

O Brasil, recordista em diversidade de animais e vegetais (LANDIN; HINGST-ZAHER, 2010), também é reconhecido pelas taxas alarmantes de perda em biodiversidade,

principalmente devido à perda e fragmentação de habitat através da ação humana (ICMBIO, 2013). Dentre os ecossistemas mais ameaçados estão os Campos Sulinos, formações campestres inseridas no bioma Pampa e Mata Atlântica, com grande biodiversidade de espécies vegetais (BOLDRINI, 2009) e animais, incluindo espécies endêmicas e ameaçadas de extinção (BENCKE, 2009). Dentre às ameaças aos campos nativos estão o acelerado processo de expansão agrícola, a conversão de extensas áreas de campos em monoculturas florestais (MMA, 2007; GAUTREAU; VÉLEZ, 2010), e a introdução de espécies exóticas invasoras geralmente dispersas por práticas agrícolas sem manejo (FERREIRA et al., 2012). Somente para anfíbios, por exemplo, são registradas 80 espécies nativas de anuros nos Campos Sulinos, sendo a maioria delas típica de ecossistemas campestres, considerados prioritários para investigação da biodiversidade (SANTOS et al., 2014). As formações campestres naturais do bioma Mata Atlântica, conhecidas como Campos de Altitude, além de possuírem relevância biológica cumprem funções abióticas relacionadas à manutenção, filtragem e regularização dos sistemas hidrográficos. Esses ecossistemas campestres cumprem ainda incomum valor de fixação de carbono (MMA, 2008).

A descaracterização e a perda de habitat impactam negativamente os organismos, já que processos associados, como a fragmentação do habitat, implicam em redução da abundância local de espécies, bem como em aumento do isolamento entre populações, afetando processos ecológicos em nível de populações e comunidades (SILVANO; SEGALA, 2005; HAYES et al., 2010; ICMBIO, 2013). Dentre os organismos que mais sofrem com as alterações ambientais estão os anfíbios (DUNSON et al., 1992; TOCHER et al., 1997), os quais são considerados sensíveis a alterações hidrológicas, bem como à contaminação do ar e da água por agentes químicos e variações climáticas de larga escala (VITT et al., 1990), experimentando altas taxas de declínios populacionais e risco de extinção sem precedentes (VERDADE et al., 2010).

Assim como todos os demais animais, os anfíbios estão sujeitos a uma grande variedade de parasitas e enfermidades tanto virais quanto bacterianas e fúngicas, e também algumas formas de câncer e tuberculose (DENSMORE; GREEN, 2007). Os helmintos representam o grupo mais comum de parasitas em anfíbios e o contato com helmintos de diferentes classes é facilitada, já que muitos anfíbios utilizam o ambiente terrestre e o aquático ao menos para reprodução, possibilitando, por exemplo, a infecção por nematoides (helmintos terrestres) e por trematódeos digenéticos aquáticos. A perda de habitat influencia também a dinâmica e a composição das comunidades de helmintos de anuros. A estrutura das comunidades de parasitas depende de muitos fatores, incluindo a história de vida do

hospedeiro e do parasita (co-evolução) (JANOVY et al., 1992; BROOKS et al., 2006), como a dieta, o hábitat e a distribuição geográfica dos hospedeiros (MCALPINE; BURT, 1998; POULIN, 1998; BOLEK; COGGINS, 2003; ZELMER; ARAI 2004). De fato, as infecções por helmintos causam diversos efeitos negativos no desenvolvimento e *fitness* dos anuros. Metacercárias de trematódeos do gênero *Riberoia*, por exemplo, podem interferir no desenvolvimento normal das pernas em larvas de anfíbios, resultando em pernas estruturalmente anormais, incluindo a sua duplicação (JOHNSON, et al., 2007).

Em contrapartida, hospedeiros podem exibir diferentes defesas contra infecções, incluindo variações na imunidade, no comportamento, *stress* e respostas fisiológicas (HART, 1994; SCHMID-HEMPEL; EBERT, 2003), mas isso inclui perdas para o hospedeiro devido ao gasto energético para o desenvolvimento de tais respostas, que poderia ser utilizado para outros fins, como reprodução. O modo de vida dos anuros com diferentes estratégias reprodutivas, ocupação de uma ampla variedade de habitats e distintas relações tróficas os tornam um excelente grupo para se estudar as relações parasita-hospedeiro, proporcionando oportunidade para melhor entendimento dos processos que determinam abundância e distribuição dos helmintos (AHO, 1990). Assim, estudos parasitológicos podem contribuir para o entendimento de questões mais amplas como processos seletivos, estratégias reprodutivas (TODD, 2007), evolução da relação parasita-hospedeiro e biogeografia (POULIN, 2007; BENTZ et al., 2006).

Os parasitas são indicativos de muitos aspectos biológicos de seus hospedeiros, incluindo a dieta, ocupação do habitat e a filogenia, podendo também ser bons indicadores diretos do estado de qualidade ambiental (AGUIAR, 2013). Desta forma, é de suma importância o conhecimento dos processos ecológicos dos parasitas e patógenos sobre as espécies de hospedeiro em declínio (MCCALLUM; DOBSON, 1995, 2002), principalmente em áreas de intensa atividade agrícola, onde geralmente ocorre um incremento no número de anuros infectados (KIESECKER et al., 2004). Esse fenômeno está relacionado à acumulação de fertilizantes nos ecossistemas aquáticos, que resulta em eutrofização e consequente aumento da abundância de hospedeiros intermediários de helmintos (especialmente gastrópodes) em áreas cultivadas (JOHNSON; CHASE, 2004).

O conhecimento acerca dos parasitas de anuros ajuda a determinar o papel integral daqueles organismos nos ecossistemas naturais, a identificar os pontos de alta diversidade parasitária, bem como é bastante relevante para a compreensão do funcionamento da biosfera, já que através dos parasitas podemos conhecer a biologia e ecologia dos hospedeiros (LUQUE; POULIN, 2007). O número de estudos sobre diferentes condições ambientais,

utilizando o parasita como indicador da qualidade do ambiente, vem aumentando (GIBB; HOCHULI, 2002; LAURANCE et al., 2002; HAMANN et al., 2006; MCKENZIE, 2007). De fato, a associação de espécies de helmintos com anuros hospedeiros é um bom modelo para se examinar a estrutura das comunidades de parasitas (AHO, 1990), podendo ser utilizada para acessar os possíveis impactos da perda de campo nativo pela expansão do cultivo agrícola. Desta forma, considerando a falta de conhecimento acerca da helmintofauna de anfíbios anuros na região dos Campos Sulinos, bem como as grandes extensões de áreas campestres anualmente convertidas em cultivo, o presente estudo tem como objetivo preencher lacunas desse conhecimento na região dos Campos de Altitude dos estados de Santa Catarina e Paraná, sul do Brasil.

O presente estudo visa realizar o levantamento da fauna de helmintos de anuros nos Campos de Altitude, bem como comparar a helmintofauna de áreas nativas com áreas agrícolas através de testes de hipóteses sobre os padrões de riqueza, abundância, composição taxonômica, prevalência e a intensidade de infecção parasitária, incluindo a influência dos descritores ambientais em múltipla escala. Nossas hipóteses são de que: i) anuros de áreas nativas e agrícolas apresentam helmintofauna distinta, com áreas nativas mantendo maior riqueza de helmintos parasitas do que áreas agrícolas; ii) áreas de cultivo agrícola apresentam anuros hospedeiros com maior prevalência e intensidade de infecções por helmintos, devido à maior abundância de hospedeiros intermediários (caramujos) promovida pelos efeitos em cascata do influxo de nutrientes nos corpos d'água; iii) os descritores ambientais estão relacionados aos parâmetros de infecção parasitária por helmintos em anuros, já que o uso do solo, a dispersão de hospedeiros (BARRET et al., 2008; MAZÉ-GUILMO et al., 2016) e características dos corpos d'água podem afetar as relações parasita-hospedeiro.

A presente Dissertação foi organizada em dois capítulos, como segue:

- Capítulo 1 - trata do levantamento de helmintos encontrados em sete espécies de anuros hospedeiros estudadas na região dos Campos de Altitude no sul do Brasil. Nesse capítulo estão informadas as espécies de helmintos, bem como em quais hospedeiros foram encontrados, os sítios utilizados, destacando-se ainda quais constituem novos registros.
- Capítulo 2 - trata sobre testes de hipóteses sobre prevalência, abundância, riqueza e intensidade de infecção parasitária de helmintos em anuros hospedeiros coletados em campo nativo e em cultivo agrícola. Ademais, são exploradas previsões sobre a estrutura das comunidades de helmintos, bem como testada a existência de espécies indicadoras de qualidade ambiental.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. **Helmintofauna associada à anfíbios da Ilha Anchieta, litoral norte do estado de São Paulo, Brasil**. 2013. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)-Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.
- AHO, J. M. Helminth communities of amphibians and reptiles: Comparatives approaches to understanding patterns and processes. In: ESCH, G., et al. (edit). **Parasite communities: Patterns and processes**. New York: Chapman and Hall, 1990. p. 157-196.
- BARRETT, L. G.; THRALL, P. H.; BURDON, J. J.; LINDE, C. C. Life history determines genetic structure and evolutionary potential of host– parasite interactions. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 23, p. 678-685, 2008.
- BENCKE, G. A. Diversidade e conservação da fauna dos Campos do Sul do Brasil. In: PILLAR, V. P., et. al. (eds). **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 101-121.
- BENTZ, S.; SINNAPPAH-KANG, N. D.; LIM, L. H. S.; LEBEDEV, B.; COMBES, C.; VERNEAU, O. Historical biogeography of amphibian parasites, genus *Polystoma* (Monogenea: Polystomatidae). **Journal of Biogeography**, v. 33, p. 742-749, 2006.
- BOLDRINI, I. I. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V. P., et al. (eds). **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 63-77.
- BOLEK, M. G.; COGGINS, J. R. Helminth community structure of sympatric eastern American toad, *Bufo americanus americanus*, northern leopard frog, *Ranapipiens*, and blue-spotted salamander, *Ambystomalaterale*, from southeastern Wisconsin. **Journal of Parasitology**, v. 89, p. 673-680, 2003.
- BROOKS, D. R.; HOBERG, E. P. Triage for the biosphere: The need and rationale for taxonomic inventories and phylogenetic studies of parasites. **Comparative Parasitology**, v. 68, p. 1-25, 2000.
- 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. 76-85, 2006.
- DENSMORE, C. L.; GREEN, D. E. Diseases of Amphibians. **ILAR Journal**, v. 48, p. 235-254, 2007.
- DOBSON, A.; LAFFERTY, K. D.; KURIS, A. M.; HECHINGER, R. F.; JETZ W. Homage to Linnaeus: How many parasites? How many hosts? **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 105, p. 11482-11489, 2008.
- DUNSON, W. A.; WYMAN, R. L.; CORBETT, E. S. A symposium on the amphibians declines and habitat acidification. **Journal of Herpetology**, v. 26, p. 349-352, 1992.

FERREIRA, J.; PARDINI, R.; METZGER, J. P.; FONSECA, C. R.; POMPEU, P. S.; SPAROVEK, G.; LOUZADA, J. Towards environmentally sustainable agriculture in Brazil: challenges and opportunities for applied ecological research. **Journal of Applied Ecology**, v. 49, p. 535-541, 2012.

GAUTREAU, P.; VÉLEZ, E. Strategies of environmental knowledge production facing land use changes: Insights from the Silvicultural Zoning Plan conflict in the Brazilian state of Rio Grande do Sul. **Cybergeo: European Journal of Geography**, v. 577, 2011.

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

GREENE, H.; LOSOS, J. Systematics, Natural History, and Conservation: Field Biologists Must Fight a Public-Image Problem. **Bioscience**, v. 38, 458-462, 1988.

HAMANN, M. I.; KEHR, A. I.; GONZÁLEZ, 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, p. 1171-1179, 2006.

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.

HART, B. L. Behavioral defense against parasites – interaction with parasite invasive ness. **Parasitology**, v. 109, p. 139–151, 1994.

HAYES, T. B.; FALSO, P.; GALLIPEAU, S.; STICE, M. The cause of global amphibian declines: a developmental endocrinologist's perspective. **The Journal of Experimental Biology**, v. 213, p. 921-933, 2010.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. ICMBIO. **Plano Nacional de Conservação da Onça-Pintada. Brasília**, 2013. Disponível em: http://www.conservation.org/global/brasil/publicacoes/Documents/Megadiversidade_desafios_cientificos.pdf> Acesso em: jan. 2017.

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, p. 630-640, 1992.

JOHNSON, P. T. J.; CHASE, J. M. Parasites in the food web: linking amphibian malformations and aquatic eutrophication. **Ecology Letters**, v. 7, p. 521-526, 2004.

JOHNSON, P. T. J.; CHASE, J. M.; Dosch, K. L.; Hartson, R. B.; Gross, J. A.; Larson, D. J.; Sutherland, D. R.; Carpenter, S. R. Aquatic eutrophication promotes pathogenic infection in amphibians. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.14, p. 15781-15786, 2007.

KEMLER, M.; LUTZ, M.; GÖKER, M.; OBERWINKLER, F.; BEGEROW, D. Hidden diversity in the non-caryophyllaceous plant-parasitic members of *Microbotryum* (*Pucciniomycotina: microbotryales*). **Sistematics and Biodiversity**, v. 7, p. 297-306, 2009.

KIESECKER, J. M.; BELDEN, L. K.; SHEA, K.; RUBOO, M. J. Amphibian decline and emerging disease. **American Scientist**, v. 92, p. 138-147, 2004.

LANDIM, M. I.; HINGST-ZAHER, E. Natural history collections are vital to preserving Brazil's biomes. **International Council of Museums**, v. 2, p. 14-15, 2010.

LAURENCE, W. F.; LOVEJOY, T. E.; VASCONCELOS, H. L.; BRUNA, E. M.; DIDHAM, R. K.; STOUFFER, P. C.; GASCON, C.; BIERREGAARD, R. O.; LAURENCE, S. G.; SAMPAIO, E. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: A 22-year investigation. **Conservation Biology**, v. 16, p. 605-618, 2002.

LUQUE, J. L.; POULIN, R. Metazoan parasite species richness in Neotropical fishes: hotspots and the geography of biodiversity. **Parasitology**, p. 865-878, 2007.

MAZÉ-GUILMO, E.; BLANCHET, S.; MCCOY, K. D.; LOOT, G. Host dispersal as the driver of parasite genetic structure: a paradigm lost? **Ecology Letters**, v. 19, p. 336-347, 2016.

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, 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. J. Human land use and patterns of parasitism in tropical amphibian hosts. **Biological Conservation**, v. 137, p. 102-116, 2007.

Ministério do Meio Ambiente. MMA. **Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade**: Atualização-Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. MMA, Brasília/DF, p. 87-95, 2007.

Ministério do Meio Ambiente. MMA. **Análise e sugestão de Emendas à Propos de Resolução sobre parâmetros básicos para identificação e análise da vegetação primária e dos estágios sucessionais da vegetação secundária nos campos de altitude associados ou abrangidos pela Mata Atlântica**. Brasília, 2008. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/3AA1D219/ParecerMMA_CamposAltitude_270209.pdf> Acesso em: out. 2016.

MUNIZ-PEREIRA, L. C.; VIEIRA, F. M.; LUQUE, J. L. Checklist of helminth parasites of threatened vertebrate species from Brazil. **Biologia**, v. 45, p. 326-5326, 2009.

POULIN, R. **Evolutionary ecology of parasites**. London: Chapman and Hall, 1998. 212 p.

POULIN, R. **Evolutionary ecology of parasites from individuals to communities**. New Jersey: Princeton University Press, 2007. 212 p.

POULIN, R.; MORAND, S. **Parasite biodiversity**. Washington: Smithsonian Books, 2004. 216 p.

REY, L. **Parasitologia**: parasitos e doenças parasitárias do homem nas Américas e na África. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 856 p.

SCHMID-HEMPEL, P.; EBERT, D. On the evolutionary ecology of specific immune defence. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 18, p. 27-32, 2003.

SANTOS, T. G.; IOP, S.; ALVES, S. S. Anfíbios dos Campos Sulinos: diversidade, lacunas de conhecimento, desafios para conservação e perspectivas. **Herpetologia Brasileira**, v. 3, n. 2, p. 51-59, 2014.

SILVANO, D. L.; SEGALLA, M. V. Conservação de anfíbios no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, p. 79-86, 2005.

TOCHER, M. D.; GASCON, C.; ZIMMERMAN, B. L. Fragmentation effects on a central Amazonian frog community: a ten-year study. In: LAWRENCE, W. F.; BIERREGAARD, J. R. R. O. (eds.) **Tropical forests remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. 1° ed. Chicago (IL): The University of Chicago Press, 1997. p. 124-137.

TODD, B. D. Parasites lost? An overlooked hypothesis for the evolution of alternative reproductive strategies in Amphibians. **The American Naturalist**. v. 170, p. 793-799, 2007.

VERDADE, V. K.; DIXO, M.; CURCIO, F. F. Os riscos de extinção de sapos, rãs e pererecas em decorrência das alterações ambientais. **Estudos Avançados**, v. 24, 2010.

VITT, L. J.; CALDWELL, J. P.; WILBUR, H. M.; SMITH, D. C. Amphibians as harbingers of decay. **BioScience**, v. 40, p. 418, 1990.

WINDSOR, D. A. Equal rights for parasites. **Conservation Biology**, v. 40, p. 1-2, 1995.

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, p. 435-436, 2004.

ARTIGO 1

HELMINTOS EM SETE ESPÉCIES DE ANUROS NA REGIÃO DOS CAMPOS DE ALTITUDE DE SANTA CATARINA E PARANÁ, BRASIL

Aline Aparecida Bastos Portela, Tiago Gomes dos Santos & Luciano Alves dos Anjos

RESUMO

O estudo dos parasitas permite conhecer a ecologia e o comportamento do hospedeiro, investigar possíveis indicadores das relações tróficas, das estruturas das teias alimentares, bem como as preferências alimentares e o modo de forrageamento do hospedeiro. Apesar da sua importância, a fauna parasitária de animais silvestres tem sido pouco estudada e desta forma, o presente estudo teve como objetivo realizar o levantamento da helmintofauna de sete espécies de anuros (*Aplastodiscus perviridis*, *Hypsiboas leptolineatus*, *Leptodactylus latrans*, *L. plaumanni*, *Physalaemus cuvieri*, *Pseudis cardosoi* e *Sphaenorhynchus surdus*) em área de campo nativo e de cultivo agrícola na região de abrangência dos Campos de Altitude, nos estados de Santa Catarina e Paraná. Os anuros hospedeiros foram coletados no verão de 2016 e tiveram seus órgãos internos analisados quanto à presença de parasitas. Os helmintos coletados foram clarificados e corados para a identificação das espécies e foram calculados descritores quantitativos do parasitismo (prevalência, intensidade média, riqueza parasitária e a amplitude), representando os padrões de infecção para todas as espécies de parasitas encontrados. Dos 205 anuros coletados, 168 estavam parasitados por pelo menos uma espécie de parasita (prevalência total de 81%). Foram encontrados 13 *taxa* do Filo Nematoda (*Aplectana* aff. *membranosa*, *Cosmocercidae*, *Cosmocerca parva*, *Falcaustra* aff. *mascula*, *Hedruris* sp., *Ochoterenella* sp., *Oxyascaris oxyascaris*, *Pharyngodon* sp., larva Phisalopteridae, *Rhabdias* sp. 1, *Rhabdias* sp. 2, *Rhabdias* sp. 3, larvas não identificadas), oito *taxa* da classe Trematoda (Digenea) (*Catadiscus* sp. 1, *C.* sp. 2, *Choledocystus elegans*, *C. pseudium*, *Gorgoderina* sp., *Haematoloechus ozorioi*, *Neohaematoloechus neivai*, *Rhauschiella proxima*), três *taxa* da classe Cestoda (*Cylindrotaenia americana*, *Ophiotaenia* sp., larva plerocercóide) e apenas um *taxa* da classe Monogenea (*Polystoma cuvieri* e cistos não identificados). Os nematóides representaram 56,66% do total de *taxa* registrados, seguidos pelos trematódeos (26,66%), os cestóides (10%), bem como pelo monogenoíde e os cistos (3,33% cada um), respectivamente. Nosso estudo contribui para o conhecimento da helmintofauna associada aos anuros na região dos Campos de Altitude de Santa Catarina e Paraná. Apenas dois dos anuros hospedeiros estudados (*Leptodactylus latrans* e *Physalaemus cuvieri*) possuem estudos similares no continente. Aproximadamente 53% dos registros constituem em novas ocorrências geográficas e/ou para os hospedeiros estudados. Destacamos o primeiro registro de *Rauschiella proxima* e do gênero *Hedruris* no Brasil. Apresentamos informações adicionais sobre o sítio de infecção no hospedeiro e estágio em que os helmintos foram encontrados nos hospedeiros analisados, bem como os hospedeiros conhecidos para as espécies de helmintos e comentários sobre cada uma delas em relação à ecologia e histórico de registros geográficos regionais ou nacionais.

PALAVRAS-CHAVE: helmintos; parasita; hospedeiro; anfíbios; Campos Sulinos.

ABSTRACT

The study of the parasites allows know the ecology and the behavior of the host, to investigate possible indicators of the trophic relationships, and of the structures of the alimentary webs, as well as the alimentary preferences and the foraging mode of of hosts. Despite its importance, the parasitic fauna of wild animals has been little studied and, in this way, the present study had the objective of surveying the helminthofauna of seven species of anurans (*Aplastodiscus perviridis*, *Hypsiboas leptolineatus*, *Leptodactylus latrans*, *L. plaumanni*, *Physalaemus cuvieri*, *Pseudis cardosoi*, and *Sphaenorhynchus surdus*) in native grasslands and agricultural cultivations in the area covered by the Campos de Altitude, in the Brazilian states of Santa Catarina and Paraná. Host anurans were collected in the summer of 2016 and had their internal organs analyzed for the presence of parasites. The collected helminths were clarified and stained for species identification and quantitative descriptors of parasitism were calculated (prevalence, mean intensity, parasite richness and amplitude), representing the infection patterns for all species of parasites found. Of the 205 anurans collected, 168 were parasitized by at least one parasite species (total prevalence of 81%). There were found 13 *taxa* of Nematoda (*Aplectana* aff. *membranosa*, Cosmocercidae larvae, *Cosmocerca parva*, *Falcaustra* aff. *mascula*, *Hedruris* sp., *Ochoterenella* sp., *Oxyascaris oxyascaris*, *Pharyngodon* sp., *Phisalopteridae* larvae, *Rhabdias* sp. 1, *Rhabdias* sp. 2, *Rhabdias* sp. 3, and unidentified larvae), eight *taxa* of Trematoda (Digenea) (*Catadiscus* sp. 1, *C.* sp. 2, *Choledocystus elegans*, *C. pseudium*, *Gorgoderina* sp., *Haematoloechus ozorioi*, *Neohaematoloechus neivai*, *Rhauschiella proxima*), three *taxa* of Cestoda (*Cylindrotaenia americana*, *Ophiotaenia* sp., plerocercoid larvae) and only one *taxa* of the Monogenea class (*Polystoma cuvieri*, and unidentified cysts). Nematodes represented 56.66% of total *taxa* recorded, followed by trematodes (26.66%), cestodes (10%), as well as the monogenoids and the cysts (3.33% each), respectively. Our study contributes to knowledge of helminthofauna associated with anurans in the Campos de Altitude of Santa Catarina and Paraná. Only two of the studied anuran hosts (*Leptodactylus latrans* and *Physalaemus cuvieri*) have similar studies on the continent. Approximately 53% of the records constitute new geographical occurrences and or for the studied hosts. We highlighted the first record of *Rauschiella proxima* and the genus *Hedruris* in Brazil. We presented additional information about infection sites in hosts and stage in which the helminths were found in the analyzed hosts, as well as the hosts known for the helminth species and comments on each of them in relation to ecology and geographical historic of regional or national records.

KEY-WORDS: helminths; parasite; host; amphibians; Campos Sulinos.

INTRODUÇÃO

O parasita é um organismo que vive em outro organismo, o hospedeiro, alimentando-se deste, apresentando algum grau de adaptação estrutural para isso, e causando ao seu hospedeiro algum dano (POULIN, 2007). Estima-se que os parasitas compõem cerca de 50% da abundância dos organismos do planeta e que compõem 40% das espécies conhecidas (DOBSON et al., 2008). Apesar de serem os organismos mais diversos, pouco se conhece dos parasitas existentes (POULIN; MORAND, 2004) e a parcela que recebe maior atenção é a composta pelos parasitas de importância médica e veterinária, sendo deixada de lado a outra parcela que integra os outros ecossistemas. Na maioria das vezes, a sua função no ecossistema não é entendida, no entanto, os parasitas contribuem altamente para a diversidade de interações entre os organismos (KEMLER et al., 2009). Através deles podemos conhecer a ecologia e o comportamento do hospedeiro, sendo importantes indicadores das relações tróficas, das estruturas das teias alimentares, preferências alimentares e modo de forrageamento do hospedeiro (HOBBERG, 1996 apud BROOKS; HOBBERG, 2000). Isso nos possibilita a compreensão de como os complexos ciclos de vida estão integrados a complexas teias alimentares nos ecossistemas. Os parasitas podem também atuar no controle populacional dos hospedeiros e ter um papel central na manutenção da diversidade genética e na estrutura de comunidades de vertebrados e invertebrados (WINDSOR, 1995).

Os parasitas podem ser considerados como “diversidade oculta” da biodiversidade, pois são organismos que não vemos todos os dias, mas de grande importância por contribuírem moldando a diversidade que nós podemos “enxergar” (POULIN; MORAND, 2004). No entanto, a estrutura de comunidades 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), como a dieta, o hábitat e a distribuição geográfica dos hospedeiros (MCALPINE; BURT, 1998; POULIN, 1998; BOLEK; COGGINS, 2003; ZELMER; ARAI, 2004). 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 expresso por quatro parâmetros: abundância, distribuição, especificidade e riqueza (TOLEDO, 2009). Compreender o que rege esta “diversidade oculta” é também um importante passo para a compreensão do nosso mundo vivo (POULIN; MORAND, 2004). Contudo, a relação entre os aspectos da ecologia dos hospedeiros e a composição da helmintofauna tem sido negligenciada em estudos que envolvem ecologia do parasitismo (HAMANN et al., 2009). Apesar da sua importância, a fauna parasitária de

animais silvestres tem sido pouco estudada e, assim como os organismos de vida-livre, o número de organismos recém descobertos é menor do que o número de organismos já descritos que desaparecem (GREENE; LOSOS, 1988; DOBSON et al., 2008; MUNIZ-PEREIRA et al., 2009).

O Brasil está localizado na região Neotropical, onde estão concentradas 40% de todas as espécies do mundo, e constitui o país com a maior biodiversidade de anfíbios do planeta (DUELLMAN, 1988). Toda essa biodiversidade está distribuída em diferentes ecossistemas naturais, como os Campos Sulinos localizados na região sul do Brasil, pouco conhecidos e conservados (OVERBECK et al., 2007). Inseridos nos biomas Pampa e Mata Atlântica, os Campos Sulinos são formações campestres onde se encontra grande biodiversidade, abrigando cerca de 2,2 mil espécies vegetais (BOLDRINI, 2009) e uma rica diversidade faunística, que inclui espécies endêmicas e ameaçadas de extinção (BENCKE, 2009). Somente para anfíbios, por exemplo, são registradas 80 espécies nativas de anuros nos Campos Sulinos, sendo a maioria delas típica de ecossistemas campestres, considerados prioritários para investigação da biodiversidade (SANTOS et al., 2014). Além disso, áreas campestres contribuem para a conservação dos recursos hídricos, para o acúmulo de carbono no solo, são consideradas fonte de forragem para a atividade pastoril e oferecem beleza cênica, dentre outros serviços ambientais (PILLAR; VÉLEZ, 2010).

Assim como todos os demais animais, os anfíbios estão sujeitos a uma grande variedade de parasitas e enfermidades tanto virais como bacterianas e fúngicas, bem como algumas formas de câncer e tuberculose (HOFF et al., 1984). Os helmintos representam o grupo mais comum que parasita os anfíbios, sendo o contato com helmintos de diferentes classes é facilitado, já que muitos anfíbios utilizam o ambiente terrestre e o aquático ao menos para reprodução. Isso possibilita, por exemplo, a infecção por nematoides (que são helmintos terrestres) e por trematódeos digenéticos aquáticos. Os endoparasitas digenéticos necessitam de um ambiente aquático para seu desenvolvimento (TODD, 2007). Assim, a transmissão de estágios infectante e a reprodução aquática dos anuros promove um aumento na transmissão de parasitas e pode sustentar uma dinâmica parasita – hospedeiro persistente (TODD, 2007). O modo de vida dos anuros com diferentes estratégias reprodutivas, ocupação de uma ampla variedade de habitats e distintas relações tróficas os tornam um excelente grupo para se estudar as relações parasita-hospedeiro, proporcionando um melhor entendimento dos processos que determinam abundância e distribuição dos helmintos (AHO, 1990). Portanto, os estudos sobre parasitas de anuros ajudam a determinar o papel integral dos parasitas nos ecossistemas naturais, a identificar os pontos de alta diversidade parasitária, bem como é

bastante relevante para o entendimento da biosfera, já que através dos parasitas podemos conhecer a biologia e ecologia de seu hospedeiro (LUQUE; POULIN, 2007). Desta forma, no presente estudo, apresentamos o levantamento das espécies de helmintos que ocorrem em sete espécies de anuros (*Aplastodiscus perviridis*, *Hypsiboas leptolineatus*, *Leptodactylus latrans*, *Leptodactylus plaumanni*, *Physalaemus cuvieri*, *Pseudis cardosoi* e *Sphaenorhynchus surdus*) na região dos Campos de Altitude nos estados de Santa Catarina e Paraná. Apresentamos informações adicionais sobre o sítio de infecção no hospedeiro e estágio em que os helmintos foram encontrados nos hospedeiros analisados, bem como os hospedeiros conhecidos para as espécies de helmintos e comentários sobre cada uma delas em relação à ecologia e histórico de registros geográficos regionais ou nacionais.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O presente estudo foi realizado na região dos Campos de Altitude, nos municípios de Painel, Campo Belo do Sul, Cerro Negro e Abelardo Luz - no estado de Santa Catarina, e nos municípios de Palmas e Tibagi - no estado do Paraná, entre as latitudes 24° e 30° S, 1.000 - 1.400 m a.s.l. (HUECK, 1966). Essas áreas campestres estão organizadas em sistemas de mosaico campo-floresta do Domínio Mata Atlântica: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista e Florestas Estacionais. A temperatura média anual da região varia geralmente entre 12° e 18°C, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano (NIMER, 1989). Noites frias de inverno podem atingir temperaturas de -4° até -8°C na região mais alta da Serra Geral (NIMER, 1989), onde a ocorrência de geada e neve é comum.

A área estudada está inserida na região de distribuição original dos Campos Sulinos (Figura 1) e as atividades foram realizadas em três unidades amostrais (UA) de 5 km x 5 km caracterizadas por campos nativos (Painel/SC, Palmas e Tibagi/PR) e em três unidades caracterizadas por substituição total da matriz campestre por cultivo de soja/milho (Campo Belo do Sul, Cerro Negro e Abelardo Luz/SC e Tibagi/PR). As UA's campestres foram previamente selecionadas através da análise de imagens de satélite (Google Earth) e posterior certificação *in loco* do estado de conservação da vegetação, e fizeram parte da rede de amostragem vinculada ao Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) - Rede Campos Sulinos (www.ufrgs.br/redecampossulinos), subprojeto "Padrões de diversidade e distribuição de anfíbios anuros dos Campos Sulinos do extremo sul do Brasil".

Amostragem dos anfíbios hospedeiros

A amostragem dos anuros adultos foi realizada entre janeiro e fevereiro de 2016, meses que compreendem a estação de verão e corresponde ao período de maior atividade reprodutiva dos anuros no sul do Brasil (SANTOS et al., 2008). A procura por anuros hospedeiros foi realizada durante o período crepuscular e noturno, utilizando o método de ‘busca ativa sítios de reprodução’ (*sensu* SCOTT JR.; WOODWARD, 1994) ao longo das margens de corpos d’água selecionados nas UA’s. O esforço de amostragem foi proporcional ao tamanho e complexidade dos ambientes (*sensu* SCOTT JR.; WOODWARD, 1994), ou seja, alguns corpos d’água precisaram de um esforço amostral maior por conta da vegetação nas margens, ou por serem de grande extensão. Os indivíduos adultos foram transportados vivos até o laboratório, onde foram mortos com aplicação de anestésico sobre a pele (Lidocaína® 10%). Os órgãos internos (pulmões, estômago, intestino, rins, vesícula biliar, bexiga), a musculatura dos membros anteriores e posteriores e a cavidade celomática foram examinados para a presença de parasitas. Os nematoides foram mortos em solução quente (cerca de 60°C) de álcool 70% e fixados e conservados em álcool 70%. Os trematódeos, cestoides e monogenoides foram mortos por meio de compressão com lâmina e lamínula, mantidas úmidas com álcool absoluto como fixador. Todos os hospedeiros coletados (licença SISBIO #49876-1) foram depositados na Coleção de Anfíbios da Universidade Federal de Santa Maria (ZUFISM).

Amostragem, preparação e identificação dos helmintos

A coleta e processamento dos helmintos seguiram as técnicas utilizadas por Amato et al. (1991), até o momento de preparação das lâminas temporárias para identificação das espécies. Os trematódeos, monogenoides e cestoides foram corados com carmin clorídrico (ANDRADE, 2000; REY, 2001) e diafanizados com Eugenol. Os nematoides foram clarificados com lactofenol de Aman (ANDRADE, 2000). Os helmintos foram montados em lâminas temporárias e examinadas com o auxílio do microscópio. Os dados morfométricos e fotomicrografias dos helmintos foram obtidos em sistema computadorizado para análise de imagens LAZ V4 (Leica Application Suite), adaptado aos microscópios DM 2500-Leica com o sistema de contraste interferencial de fase. A determinação das espécies dos helmintos foi realizada utilizando os trabalhos de Yamaguti (1959), Travassos et al. (1969), Schmidt

(1986), Vaucher (1990), Vicente et al. (1990), Gibson et al. (2002), Anderson et al. (2009) e Gibbons (2010).

A identificação dos helmintos foi realizada no Laboratório de Ecologia do Parasitismo (LECOP), Departamento de Biologia e Zootecnia da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Unesp, Campus Ilha Solteira. Os helmintos testemunho foram depositados na Coleção Helmintológica do Instituto de Biociências de Botucatu (CHIBB).

Análise de dados

Nós calculamos os descritores quantitativos do parasitismo como prevalência, intensidade média, riqueza parasitária e a amplitude, representando os padrões de infecção para todas as espécies de parasitas encontrados, conforme Bush et al. (1997). Nesse sentido, consideramos como: 1) Prevalência o número de hospedeiros infectados com ao menos um parasita dividido pelo número total de anuros examinados; 2) Abundância média o número total de uma espécie de parasita dividido pelo número total de anuros examinados; 3) Intensidade média de infecção o número total de parasitas de uma dada espécie dividido pelo número de hospedeiros infectados com este parasita; 4) Riqueza o número total de espécies de parasitas; 5) Riqueza média de helmintos o número de espécies de parasitas dividido pelo número de hospedeiros infectados. Todas as médias das métricas calculadas são acompanhados do respectivo erro padrão.

Para testar a suficiência de amostragem nós construímos as curvas do coletor baseadas em amostras, a partir de 100 adições aleatórias das amostras utilizando o programa EstimateS 9.1.0 (COLWELL, 2004).

RESULTADOS

Foi coletado um total de 205 anuros, pertencentes a sete espécies: *Aplastodiscus perviridis* (n=36), *Hypsiboas leptolineatus* (n=18), *Leptodactylus latrans* (n=60), *L. plaumanni* (n=2), *Physalaemus cuvieri* (n=53), *Pseudis cardosoi* (n=22) e *Sphaenorhynchus surdus* (n=14). Dos 205 anuros analisados, 168 estavam parasitados por pelo menos uma espécie de parasita (prevalência total de 81%). O hospedeiro *L. latrans* apresentou a maior intensidade de infecção ($41,6 \pm 5,8$) quando comparado com os demais hospedeiros, totalizando 59 indivíduos parasitados dos 60 analisados (Tabela 1). Os menores valores de abundância média foram registrados nos hospedeiros *Hypsiboas leptolineatus* e *Sphaenorhynchus surdus* (Tabela 1).

Ao final da análise parasitológica dos anuros, foram encontrados 3.729 helmintos pertencentes a 26 *taxa*. Foram encontrados 13 *taxa* do Filo Nematoda (*Aplectana* aff. *membranosa* (MIRANDA, 1924), larva Cosmocercidae, *Cosmocerca parva* (TRAVASSOS, 1925), *Falcaustra* aff. *mascula* (RUDOLPHI, 1819), *Hedruris* sp. (NITZSCH, 1821), *Ochoterenella* sp. (CABALLERO, 1944), *Oxyascaris oxyascaris* (TRAVASSOS, 1920), *Pharyngodon* sp. (DIESING, 1861), larva Physalopteridae, *Rhabdias* sp. 1 (STILES; HASSAL, 1905), *Rhabdias* sp. 2 (STILES; HASSAL, 1905), *Rhabdias* sp. 3 (STILES; HASSAL, 1905) e larvas não identificadas), oito *taxa* da classe Trematoda (Digenea) (*Catadiscus* sp. 1 (COHN, 1904), *Catadiscus* sp. 2 (COHN, 1904), *Choledocystus elegans* (TRAVASSOS, 1926), *Choledocystus pseudium* (MAÑE-GARZÓN; HOLCMAN-SPECTOR, 1967), *Gorgoderina* sp. (LOOSS, 1902), *Haematoloechus ozorioi* (FREITAS; LENT, 1939), *Neohaematoloechus neivai* (TRAVASSOS; ARTIGAS, 1927) e *Rhauschiella proxima* (FREITAS, 1941)) e três *taxa* da classe Cestoda (*Cylindrotaenia americana* (JEWEL, 1916), *Ophiotaenia* sp. (LA RUE, 1911) e larva plerocercóide) e apenas um táxon da classe Monogenea (*Polystoma cuvieri* (VAUCHER, 1990) e cistos não identificados). Os nematóides representaram 56,66% do total de *taxa* registrados, seguidos pelos trematódeos (26,66%), os cestóides (10%), bem como pelo monogenoide e os cistos (3,33% cada um), respectivamente.

Monogenea (CARUS, 1863)

Polystomatidae (GAMBLE, 1896)

Polystoma cuvieri

(Figura 2)

Hospedeiro: *Physalaemus cuvieri*.

Prevalência: 9,43%.

Intensidade média de infecção: $4,8 \pm 2,1$.

Sítio de infecção: Bexiga urinária.

Estágio: Adulto.

Hospedeiros conhecidos: *Physalaemus cuvieri*.

Comentários: O monogenoide *Polystoma cuvieri* foi descrito por Vaucher (1990) em vesícula biliar de *Physalaemus cuvieri* proveniente do Paraguai.

Referências: VAUCHER (1990) e SANTOS; AMATO (2012).

Trematoda (RUDOLPHI, 1808)

Diplodiscidae (COHN, 1904)***Catadiscus* sp. 1****(Figura 3)****Hospedeiros:** *Leptodactylus latrans* e *Pseudis cardosoi*.**Prevalência:** *Leptodactylus latrans* 8,33% e *Pseudis cardosoi* 4,55%.**Intensidade média de infecção:** *Leptodactylus latrans* $4,0 \pm 2,3$ e *Pseudis cardosoi* $1,0 \pm 0$.**Sítio de infecção:** Intestino grosso.**Estágio:** Adulto.**Hospedeiros conhecidos:** *Pseudis meridionalis* e *P. minuta*.**Comentários:** Primeiro registro de *Catadiscus* sp. em *Pseudis cardosoi* e o segundo registro para *Leptodactylus latrans*, sendo esse um novo registro geográfico.**Referências:** TRAVASSOS et al. (1969).***Catadiscus* sp. 2****Hospedeiro:** *Pseudis cardosoi*.**(Figura 4)****Prevalência:** 18,18%.**Intensidade média de infecção:** $2,2 \pm 0,5$.**Sítio de infecção:** Intestino grosso.**Estágio:** Adulto.**Hospedeiros conhecidos:** *Pseudis paradoxa*.**Comentários:** Esse é o primeiro registro de *Catadiscus* sp. parasitando *Pseudis cardosoi* e um novo registro geográfico. Este gênero inclui várias espécies comumente encontradas em anfíbios (TRAVASSOS et al., 1969). O ciclo de vida das espécies de *Catadiscus* não é conhecido, mas em geral deve se assemelhar ao de outros gêneros da superfamília Paramphistomoidea (SCHAEFER et al., 2006). A metacercária se encista na pele dos anuros, que se infecta ingerindo sua própria pele ou comendo outros sapos (GRABDA-KAZUBSKA, 1976). É possível ainda que a infecção ocorra durante o forrageamento, em substratos como grama ou vegetação aquática (HAMANN, 2004).**Referências:** YAMAGUTI (1958) e TRAVASSOS et al. (1969).**Plagiorchiidae (LÜHE, 1901)*****Choledocystus elegans*****(Figura 5)**

Hospedeiro: *Leptodactylus latrans*.

Prevalência: 15%.

Intensidade média de infecção: $61,9 \pm 23,0$.

Sítio de infecção: Intestino grosso.

Estágio: Adulto.

Hospedeiros conhecidos: *Leptodactylus latrans*, *L. pentadactylus* e *Rhinella marina*.

Comentários: Novo registro geográfico para *Choledocystus elegans*.

Referências: TRAVASSOS (1926); RUIZ (1949); DOBBIN JR. (1957); YAMAGUTI (1958); TRAVASSOS et al. (1969); STUMPF (1982); LUNASCHI; DRAGO (2010) e FERNANDES; KONH (2014).

Choledocystus pseudium

(Figura 6)

Hospedeiro: *Pseudis cardosoi*.

Prevalência: 18,18%.

Intensidade média de infecção: $3,0 \pm 0,4$.

Sítio de infecção: Intestino grosso.

Estágio: Adulto.

Hospedeiros conhecidos: *Pseudis minuta*.

Comentários: Primeiro registro de *Choledocystus pseudium* parasitando *Pseudis cardosoi* e novo registro geográfico para esse trematoda.

Referências: MAÑE-GARZÓN; HOLCMAN-SPECTOR (1967).

Gorgoderidae (LOOSS, 1901)

Gorgoderina sp.

(Figura 7)

Hospedeiro: *Leptodactylus latrans*.

Prevalência: 61,67%.

Intensidade média de infecção: $12,1 \pm 2,1$.

Sítio de infecção: Bexiga urinária.

Estágio: Adulto.

Hospedeiros conhecidos: *Atelopus bomolochus*, *Leptodactylus labyrinthicus*, *L. latrans*, *Lithobates palmipes*, *Pseudis paradoxa*, *Rhinella icteria*, *R. marina*, *R. schneideri* e *Telmatobius jelskii*.

Comentários: Este é um novo registro geográfico para essa espécie.

Referências: TRAVASSOS (1922); LENT et al. (1946); DOBBIN Jr. (1957); FERNANDES (1958); YAMAGUTI (1958); PEREZ (1964); TRAVASSOS et al. (1964); TRAVASSOS et al. (1969); IANNACONE (2003a,b); LUQUE et al. (2005) e LUNASCHI; DRAGO (2010).

Haematoloechidae (YAMAGUTI, 1971)

Haematoloechus ozorioi

(Figura 8)

Hospedeiro: *Leptodactylus latrans*.

Prevalência: 20%.

Intensidade média de infecção: $8,1 \pm 4,3$.

Sítio de infecção: Pulmão.

Estágio: Adulto.

Hospedeiros conhecidos: *Leptodactylus latrans* e *Rhinella icterica*.

Comentários: Este é o primeiro registro de *Haematoloechus ozorioi* em *Leptodactylus latrans* no Brasil.

Referências: YAMAGUTI (1958); TRAVASSOS et al. (1969) e LUX HOPPE et al. (2008).

Neohaematoloechus neivai

(Figura 9)

Hospedeiro: *Pseudis cardosoi*.

Prevalência: 9,09%.

Intensidade média de infecção: $1,5 \pm 0,5$.

Sítio de infecção: Pulmão.

Estágio: Adulto

Hospedeiros conhecidos: *Leptodactylus labyrinthicus*, *L. latrans*, *L. pentadactylus* e *Pseudis paradoxa*.

Comentários: Este é o primeiro registro de *Neohaematoloechus neivai* em *Pseudis cardosoi* e representa um novo registro geográfico.

Referências: TRAVASSOS et al. (1969).

Glyphelminthidae (CHENG, 1959)

Rauschiella proxima

(Figura 10)

Hospedeiro: *Leptodactylus latrans*.

Prevalência: 8,33%.

Intensidade média de infecção: $2,0 \pm 0,4$.

Sítio de infecção: Intestino grosso.

Estágio: Adulto.

Hospedeiros conhecidos: *Leptodactylus latrans*.

Comentários: Este é o primeiro registro de *Rauschiella proxima* no Brasil.

Referências: FREITAS (1941).

Cestoda (RUDOLPHI, 1808)

Nematotaenidae (LUHE, 1910)

Cylindrotaenia americana

(Figura 11)

Hospedeiros: *Hypsiboas leptolineatus* e *Physalaemus cuvieri*.

Prevalência: *Hypsiboas leptolineatus* 22,22% e *Physalaemus cuvieri* 11,32%.

Intensidade média de infecção: *Hypsiboas leptolineatus* $1,2 \pm 0,3$ e *Physalaemus cuvieri* $5,3 \pm 1,0$.

Sítio de infecção: Intestino grosso.

Estágio: Adulto.

Hospedeiros conhecidos: *Allobates marchesianus*, *Atelopus bomolochus*, *Hypsiboas prasinus*, *Rhinella fernandezae*, *R. icterica*, *R. margaritifera*, *R. marina*, *R. schneideri*, *Scinax pedromedinai* e *Telmatobius jelskii*.

Comentários: Este é o primeiro registro de *Cylindrotaenia americana* nesses dois hospedeiros e novo registro geográfico.

Referências: YAMAGUTI (1959), BROOKS (1976), STUMPF (1981), BURSEY et al. (2001), IANNACONE (2003a,b), MCALLISTER et al. (2010a,b); SANTOS; AMATO (2010) e MADELAIRE et al. (2012).

Proteocephalidae (LA RUE, 1911)

Ophiotaenia sp.

(Figura 12)

Hospedeiros: *Leptodactylus latrans*, *Pseudis cardosoi* e *Sphaenorhynchus surdus*.

Prevalência: *Leptodactylus latrans* 28,33%, *Pseudis cardosoi* 27,27% e *Sphaenorhynchus surdus* 7,14%.

Intensidade média de infecção: *Leptodactylus latrans* $5,4 \pm 1,2$, *Pseudis cardosoi* $4,2 \pm 1,6$ e *Sphaenorhynchus surdus* $2,0 \pm 0$.

Sítio de infecção: Intestino grosso.

Estágio: Adulto.

Hospedeiros conhecidos: *Leptodactylus latrans* e *Rhinella marina*.

Comentários: Este é o primeiro registro de *Ophiotaenia* sp. para *Pseudis cardosoi* e *Sphaenorhynchus surdus* e constitui novo registro geográfico.

Referências: YAMAGUTI (1959); BROOKS (1976) e RODRIGUES et al. (1990).

Plerocercóide (Cestoda)

(Figura 13)

Hospedeiro: *Aplastodiscus perviridis*.

Prevalência: 27,78%.

Intensidade média de infecção: $4,7 \pm 1,2$.

Sítio de infecção: Intestino grosso encistado na musculatura nos órgãos e na cavidade do corpo onde os órgãos ficam inseridos.

Estágio: Larva.

Comentários: Esse é o primeiro registro de larva plerocercóide para *Aplastodiscus perviridis* e representa um novo registro geográfico. A maioria das larvas encontradas estava encistada no hospedeiro e nesse estágio do ciclo dos cestóides não é possível a identificação em níveis mais específicos.

Nematoda (RUDOLPHI, 1808)

Cosmocercidae

(Figura 14)

Hospedeiros: *Leptodactylus latrans* e *Physalaemus cuvieri*.

Prevalência: *Aplastodiscus perviridis* 22,22%, *Hypsiboas leptolineatus* 16,66%, *Leptodactylus latrans* 35%, *Physalaemus cuvieri* 3,77% e *Physalaemus cardosoi* 4,55%.

Intensidade média de infecção: *Aplastodiscus perviridis* $53,25 \pm 22,5$, *Hypsiboas leptolineatus* $1,00 \pm 0$, *Leptodactylus latrans* $4,90 \pm 1,2$, *Physalaemus cuvieri* $4,00 \pm 2,5$ e *Pseudis cardosoi* $1,00 \pm 0$.

Sítio de infecção: Intestino delgado e grosso.

Estágio: Larva e adulto.

Hospedeiros conhecidos: *Dermatonotus muelleri*, *Eupemphix nattereri*, *Leptodactylus chaquensis*, *L. fuscus*, *L. latrans*, *L. pentadactylus*, *Pithecopus hypochondrialis*, *Rhinella crucifer*, *R. granulosa*, *R. icterica*, *R. marina* e *Stereocyclops incrassatus*.

Comentários: A família Cosmocercidae é caracterizada por nematoides parasitas do intestino de anfíbios e raramente répteis (VICENTE et al., 1990). Há grande semelhança entre as fêmeas congêneras, além disso a ausência de machos em diversas amostras impossibilitou a identificação do gênero, sendo por esta razão a identificação feita apenas em nível de família.

Referências: TRAVASSOS; FREITAS (1942); CHABAUD (1978); RODRIGUES et al. (1982); RODRIGUES (1986); RODRIGUES et al. (1990); VICENTE et al. (1990); ANDERSON (2000); PINHÃO et al. (2009).

Aplectana aff. *membranosa*

(Figura 15)

Hospedeiros: *Leptodactylus plaumanni*.

Sítio de infecção: Intestino grosso.

Estágio: Adulto.

Hospedeiros conhecidos: *Ischnocnema parva*, *Leptodactylus labyrinthicus*, *L. latrans*, *L. lineatus*, *L. mystaceus*, *Odontophrynus americanus*, *Rhinella granulosa*, *R. icterica*, *R. jimi*, *R. marina* e *R. schneideri*.

Comentários: Esse é o primeiro registro de *Aplectana* aff. *membranosa* para *Leptodactylus plaumanni* e representa novo registro geográfico.

Referências: LENT; FREITAS (1948), FAHEL (1952), FABIO (1982), RODRIGUES et al. (1982), RODRIGUES (1986), VICENTE et al. (1990), GONÇALVES et al. (2002), MARTINS; FABIO (2005); LUQUE et al. (2005) e MCALLISTER et al. (2010a).

Cosmocerca parva

(Figura 16)

Hospedeiros: *Aplastodiscus perviridis*, *Hypsiboas leptolineatus*, *Leptodactylus latrans*, *L. plaumanni*, *Physalaemus cuvieri* e *Pseudis cardosoi*.

Prevalência: *Aplastodiscus perviridis* 22,22%, *Hypsiboas leptolineatus* 5,55%, *Leptodactylus latrans* 15%, *Physalaemus cuvieri* 66,04%, e *Pseudis cardosoi* 9,09%.

Intensidade média de infecção: *Aplastodiscus perviridis* $1,4 \pm 0,3$, *Hypsiboas leptolineatus* $1,0 \pm 0$, *Leptodactylus latrans* $4,4 \pm 1,2$, *Physalaemus cuvieri* $2,5 \pm 2,5$, *Pseudis cardosoi* $1,0 \pm 0$.

Sítio de infecção: Intestinos delgado e grosso.

Estágio: Adulto.

Hospedeiros conhecidos: *Adenomera marmorata*, *Allobates talamancae*, *Ameerega picta*, *A. trivittata*, *Atelopus varius*, *Callimedusa atelopoides*, *Colostethus fraterdanieli*, *Craugastor bransfordii*, *C. crassidigitus*, *C. fitzingeri*, *C. gollmeri*, *C. megacephalus*, *Dendrobates auratus*, *Dendropsophus ebraccatus*, *D. microcephalus*, *Diasporus diastema*, *Edalorhina perezii*, *Elachistocleis ovalis*, *Espadorana prosoblepon*, *Hamptophryne boliviana*, *Hyalinobatrachium fleischmanni*, *Hypsiboas boans*, *H. fasciatus*, *Incilius coniferus*, *I. luetkenii*, *I. valliceps*, *Isthmohyla lancasteri*, *I. pseudopuma*, *Leptodactylus bufonius*, *L. chaquensis*, *L. elenae*, *L. fuscus*, *L. latinasus*, *L. latrans*, *L. leptodactyloides*, *L. macrosternum*, *L. mystaceus*, *L. nesiotus*, *L. podicipinus*, *Lithobates forreri*, *L. vaillanti*, *Odontophrynus americanus*, *Oreobates quixensis*, *Pithecopus hypochondrialis*, *Physalaemus signififer*, *P. soaresi*, *Pristimantis cesarinus*, *P. cruentus*, *P. fenestratus*, *P. peruvianus*, *P. toftae*, *P. turpinorum*, *Ptychohyla legleri*, *Rhaebo glaberrimus*, *Rhinella bergi*, *R. crucifer*, *R. fernandezae*, *R. granulosa*, *R. major*, *R. margaritifera*, *R. marina*, *R. schneideri*, *Scarthyla goinorum*, *Scinax acuminatus*, *S. boulengeri*, *S. fuscovarius*, *S. garbei*, *S. ictericus* e *Strabomantis biporcatus*.

Comentários: Esse é o primeiro registro de *Cosmocerca parva* para os hospedeiros *Aplastodiscus perviridis*, *Hypsiboas leptolineatus*, *Leptodactylus plaumanni*, e *Pseudis cardosoi*. Os nematóides do gênero *Cosmocerca* são amplamente distribuídos em hospedeiros anfíbios e répteis da América do Sul (BAKER, 1987), sendo *Cosmocerca parva* um helminto comum em anuros das famílias Bufonidae, Leptodactylidae, Hylidae, Dendrobatidae, Ranidae e Microhylidae (GONZÁLEZ; HAMANN, 2009).

Referências: SILVA (1954); FABIO (1982); BAKER; VAUCHER (1984); MORDEGLIA; DIGIANI (1998); BURSEY et al. (2001); PAREDES-CALDERÓN et al. (2004); GONZÁLEZ; HAMANN (2006); SCHAEFER et al. (2006); GONZÁLEZ; HAMANN (2007); GONZÁLEZ; HAMANN (2008); GONZÁLEZ; HAMANN (2009); SÁNCHEZ et al. (2010); MCALLISTER et al. (2010a,b); BURSEY; BROOKS (2010) e SANTOS; AMATO (2010).

Kathlaniidae (TRAVASSOS, 1918)

Falcaustra aff. *mascula*

(Figura 17)

Hospedeiro: *Leptodactylus latrans*.

Prevalência: 13,33%.

Intensidade média de infecção: $7,7 \pm 2,9$.

Sítio de infecção: Intestinos delgado e grosso.

Estágio: Adulto.

Hospedeiros conhecidos: *Crossodactylus gaudichaudii*, *Hylodes nasus*, *Hypsiboas albopunctatus*, *H. faber*, *Ischnocnema guentheri*, *I. parva*, *Leptodactylus labyrinthicus*, *L. latrans*, *L. rhodomystax*, *Rhinella granulosa*, *R. icterica* e *R. schneideri*.

Comentários: Pouco se conhece sobre a forma de transmissão utilizada pelos parasitas da família Kathalanidae. A sugestão de Anderson (2000) é de que as larvas se desenvolvam até o terceiro estágio fora do hospedeiro e então invadem vários invertebrados, que atuam como hospedeiros paratênicos.

Referências: FREITAS; LENT (1941); LENT et al. (1946); GOMES; VICENTE (1966); VICENTE; GUIMARAES et al. (1976); SANTOS (1976); FABIO (1982); RODRIGUES (1982); RODRIGUES et al. (1982); STUMPF (1982); MARTINS; FABIO (2005); LUQUE et al. (2005); GOLDBERG et al. (2007); GONZÁLEZ; HAMANN (2008); HOLMES et al. (2008) e MCALLISTER et al. (2010a).

Hedruridae (RAILLIET, 1916)

Hedruris sp.

(Figura 18)

Hospedeiro: *Leptodactylus latrans*.

Prevalência: 1,67%.

Intensidade média de infecção: $3,0 \pm 0$.

Sítio de infecção: Estômago.

Estágio: Adulto.

Comentários: Esse é o primeiro registro do gênero *Hedruris* no Brasil e o quarto registro na América do Sul. No Uruguai foi encontrado em *Leptodactylus latrans* (YAMAGUTI, 1961), no Peru em *Lysapsus limellum*, *Telmatobius peruvianus* e *Telmatobius* sp. (BAKER, (1987), na Argentina em *Telmatobius schreiteri* (YAMAGUTI, 1961). A maior parte das espécies do gênero *Hedruris* são parasitas de vertebrados aquáticos e semi-aquáticos e têm sido reportadas em peixes, urodelos, anuros, tartarugas, serpentes e lagartos (BAKER, 1987).

Onchocercidae (LIEPER, 1911)***Ochoterenella* sp.****(Figura 19)****Hospedeiro:** *Aplastodiscus perviridis*.**Prevalência:** 2,78%.**Intensidade média de infecção:** $1,0 \pm 0$.**Sítio de infecção:** Cavidade celomática.**Estágio:** Adulto.

Comentários: Esse é o primeiro registro do gênero *Ochoterenella* parasitando *Aplastodiscus perviridis* e representa um novo registro geográfico. As fêmeas de *Ochoterenella* sp. apresentam a vulva na porção glandular do esôfago (VICENTE et al., 1990). A identificação da espécie não foi possível devido à falta de macho na amostra e à dificuldade de visualização das alças uterinas e da abertura da vulva nas fêmeas. Pouco se conhece sobre a forma de infecção desse gênero e há a sugestão de que artrópodes hematófagos são necessários como vetores (WONG; BUNDY, 1985).

Oxyascarididae (TRAVASSOS, 1920)***Oxyascaris oxyascaris*****(Figura 20)****Hospedeiros:** *Aplastodiscus perviridis*, *Hypsiboas leptolineatus*, *Leptodactylus latrans*, *L. plaumanni*, *Physalaemus cuvieri* e *Pseudis cardosoi*.**Prevalência:** *Aplastodiscus perviridis* 8,33%, *Hypsiboas leptolineatus* 5,55%, *Leptodactylus latrans* 46,67%, *Physalaemus cuvieri* 22,64% e *Pseudis cardosoi* 9,09%.**Intensidade média de infecção:** *Aplastodiscus perviridis* $1,0 \pm 0$, *Hypsiboas leptolineatus* $1,0 \pm 0$, *Leptodactylus latrans* $10,6 \pm 4,0$, *Physalaemus cuvieri* $2,7 \pm 0,6$ e *Pseudis cardosoi* $2,0 \pm 1,0$.**Sítio de infecção:** Intestinos delgado e grosso.**Estágio:** Adulto.**Hospedeiros conhecidos:** *Ischnocnema guentheri*, *Leptodactylus fuscus*, *L. latrans*, *L. macrosternum*, *L. mystaceus*, *L. mystacinus*, *Physalaemus signifer*, *P. soaresi*, *Pleurodema diplolister*, *Proceratophrys boiei* e *Rhinella schneideri*.**Comentários:** Esse é o primeiro registro de *Oxyascaris oxyascaris* em *Aplastodiscus perviridis*, *Hypsiboas leptolineatus*, *Leptodactylus plaumanni* e *Pseudis cardosoi*.

Referências: TRAVASSOS (1920); TRAVASSOS (1925); VICENTE; SANTOS (1976); FABIO (1982); BAKER; VAUCHER (1985); RODRIGUES (1986); RODRIGUES et al. (1990); VICENTE et al. (1990); MARTINS e KLAION et al. (2011).

Pharyngodonidae (TRAVASSOS, 1919)

Pharyngodon sp.

(Figura 21)

Hospedeiro: *Pseudis cardosoi*.

Prevalência: 4,55%.

Intensidade média de infecção: $1,0 \pm 0$.

Sítio de infecção: Intestino delgado.

Estágio: Adulto.

Comentários: Esse é o primeiro registro do gênero *Pharyngodon* em *Pseudis cardosoi*, porém a amostra era de apenas um indivíduo o que impossibilitou a identificação da espécie.

Physalopteridae (LEIPER, 1908)

(Figura 22)

Hospedeiro: *Aplastodiscus perviridis* e *Leptodactylus latrans*.

Prevalência: *Aplastodiscus perviridis* 2,78% e *Leptodactylus latrans* 10%.

Intensidade média de infecção: *Aplastodiscus perviridis* $2,0 \pm 0$ e *Leptodactylus latrans* $4,5 \pm 1,0$.

Sítio de infecção: Intestino delgado.

Estágio: Larva.

Hospedeiros conhecidos: *Adenomera hylaedactyla*, *Allobates marchesianus*, *Callimedusa tomopterna*, *Ctenophryne geayi*, *Dendropsophus leali*, *D. leucophyllatus*, *D. marmoratus*, *Edalorhina perezii*, *Hamptophryne boliviana*, *Hypsiboas boans*, *H. cinerascens*, *H. faber*, *H. fasciatus*, *Leptodactylus bolivianus*, *L. bufonius*, *L. latrans*, *L. leptodactyloides*, *L. mystaceus*, *L. petersii*, *L. rhodonotus*, *Lithodytes lineatus*, *Oreobates cruralis*, *Osteocephalus taurinus*, *Physalaemus albonotatus*, *P. santafecinus*, *P. signifer*, *P. soaresi*, *Pristimantis fenestratus*, *Proceratophrys appendiculata*, *P. boiei*, *Pseudis paradoxa*, *Rhinella fernandezae*, *R. granulosa*, *R. icterica*, *R. margaritifera*, *R. marina*, *R. schneideri*, *Scinax acuminatus*, *S. ictericus*, *S. nasicus*, *S. ruber*, *Trachycephalus coriaceus* e *T. thyphonius*.

Comentários: Esse é primeiro registro de *Physaloptera* parasitando *Aplastodiscus perviridis* e um novo registro geográfico.

Referências: TRAVASSOS (1925); FABIO (1982); BOQUIMPANI-FREITAS et al. (2001); BURSEY et al. (2001); GONZÁLEZ; HAMANN (2006); GONZÁLEZ; HAMANN (2007); GONZÁLEZ; HAMANN (2008); GOLDBERG et al. (2009); PINHÃO et al. (2009); GONZÁLEZ; HAMANN (2010); KLAION et al. (2011); GONZÁLEZ; HAMANN (2012).

Rhabdiasidae (RAILLIET, 1915)

***Rhabdias* sp. 1**

(Figura 23)

Hospedeiros: *Aplastodiscus perviridis* e *Physalaemus cuvieri*.

Prevalência: *Aplastodiscus perviridis* 5,56% e *Physalaemus cuvieri* 9,43%.

Intensidade média de infecção: *Aplastodiscus perviridis* $3,5 \pm 2,5$ e *Physalaemus cuvieri* $1,4 \pm 0,2$.

Sítio de infecção: Pulmão.

Estágio: Adulto.

Hospedeiros conhecidos: *Hypsiboas albopunctatus*, *Leptodactylus chaquensis*, *L. latrans*, *L. podicipinus*, *Pseudis platensis*, *Rhinella bergi*, *R. crucifer*, *R. icterica* e *R. marina*.

Comentários: Esse é o primeiro registro de *Rhabdias* sp. parasitando *Aplastodiscus perviridis* e um novo registro geográfico. A identificação foi realizada apenas em nível de gênero pois as espécies parasitárias são todas fêmeas partenogênicas e 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).

Referências: VICENTE; SANTOS (1976); RODRIGUES et al. (1990); HAMANN et al. (2006); GONZÁLEZ; HAMANN (2007), HOLMES et al. (2008); CAMPIÃO et al. (2009); CAMPIÃO et al. (2010),

***Rhabdias* sp. 2**

(Figura 24)

Hospedeiro: *Leptodactylus latrans*.

Prevalência: 56,67%.

Intensidade média de infecção: $5,5 \pm 1,0$.

Sítio de infecção: Pulmão.

Estágio: Adulto.

Hospedeiros conhecidos: *Hypsiboas albopunctatus*, *Leptodactylus chaquensis*, *L. latrans*, *L. podicipinus*, *Pseudis platensis*, *Rhinella bergi*, *R. crucifer*, *R. icterica* e *R. marina*.

Comentários: As espécies parasitárias são todas fêmeas partenogênicas e morfologicamente semelhantes, dificultando a sua identificação. Por isso identificamos apenas em nível de gênero.

Referências: VICENTE; SANTOS (1976); RODRIGUES et al. (1990); HAMANN et al. (2006); GONZÁLEZ; HAMANN (2007); HOLMES et al. (2008); CAMPIÃO et al. (2009); CAMPIÃO et al. (2010).

***Rhabdias* sp. 3**

(Figura 25)

Hospedeiro: *Physalaemus cuvieri*.

Prevalência: 5,66%.

Intensidade média de infecção: $3,0 \pm 2,0$.

Sítio de infecção: Pulmão.

Estágio: Adulto.

Hospedeiros conhecidos: *Hypsiboas albopunctatus*, *Leptodactylus chaquensis*, *L. latrans*, *L. podicipinus*, *Pseudis platensis*, *Rhinella bergi*, *R. crucifer*, *R. icterica* e *R. marina*.

Comentários: Nematoides do gênero *Rhabdias* 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.

Referências: VICENTE; SANTOS (1976); RODRIGUES et al. (1990); HAMANN et al. (2006); GONZÁLEZ; HAMANN (2007); HOLMES et al. (2008); CAMPIÃO et al. (2009); CAMPIÃO et al. (2010).

Nematoides não identificados

Hospedeiro: *Leptodactylus latrans*.

Prevalência: *Leptodactylus latrans* 16,67%.

Intensidade média de infecção: *Leptodactylus latrans* $48,5 \pm 33,0$.

Sítio de infecção: Estômago e intestino delgado.

Estágio: Larva.

Comentários: Na fase larval dos nematoides, não é possível visualizar as estruturas que caracterizam gêneros e espécies, por isso a identificação foi apenas em nível de Filo.

Cistos não identificados

Hospedeiros: *Aplastodiscus perviridis*, *Leptodactylus latrans*, *Physalaemus cuvieri*, *Pseudis cardosoi* e *Sphaenorhynchus surdus*.

Prevalência: *Aplastodiscus perviridis* 11,11%, *Leptodactylus latrans* 1,0%, *Physalaemus cuvieri* 9,43%, *Pseudis cardosoi* 5,0% e *Sphaenorhynchus surdus* 7,14%.

Intensidade média de infecção: *Aplastodiscus perviridis* $2,7 \pm 2,9$, *Leptodactylus latrans* $3,5 \pm 2,7$, *Physalaemus cuvieri* $6,0 \pm 5,4$, *Pseudis cardosoi* $5,0 \pm 3,7$ e *Sphaenorhynchus surdus* $1,0 \pm 0$.

Sítio de infecção: Musculatura cavidade estômago e intestino delgado.

Estágio: Cisto.

Comentários: É comum encontrar parasitas encistados em anuros, já que esta condição faz parte do desenvolvimento de alguns parasitas como por exemplo nematoides, trematódeos e cestoides.

Nossas curvas do coletor mostraram uma curva ascendente para *Aplastodiscus perviridis* e *Hypsiboas leptolineatus*, para *Leptodactylus latrans* a curva mostrou forte tendência à estabilização e para *Physalaemus cuvieri* e *Pseudis Cardoso* a curva está estabilizada (Figura 26).

DISCUSSÃO

Os anfíbios anuros são animais ectotérmicos e as condições ambientais podem influenciar o recrutamento de helmintos parasitas em potencial e o desenvolvimento da comunidade parasitária, que é afetada pelas taxas de alimentação e pelo comportamento de forrageio que podem ser aumentadas quando o hospedeiro possui hábitos alimentares generalistas e que utiliza mais habitats como terrestre e aquático (AHO, 1990; AMO et al., 2005). O tamanho do corpo do hospedeiro pode oferecer maior espaço e diversidade de microhabitats, suportando uma riqueza maior de parasitas (POULIN; MORAND, 2004), além de hospedeiros maiores apresentarem maior área de contato, aumentando a oportunidade de penetração de larvas de parasitas (MCALPINE, 1997; POULIN; MORAND, 2004). Adicionalmente a forma de exploração do habitat também pode explicar diferenças na riqueza e diversidade parasitária entre as espécies de hospedeiros (POULIN; MORAND, 2004), já que 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. Além

disso, o sistema digestório dos anfíbios possui número potencial de nichos disponíveis para a exploração por parte dos parasitas reduzidos, pois eles são morfológicamente simples em todo seu comprimento (AHO, 1990; BARTON, 1999). Isso é corroborado neste estudo, no qual cada indivíduo das espécies de anuros avaliados apresentaram no máximo duas espécies de parasitas no mesmo sítio.

As relações dos parasitas com seus hospedeiros refletem os seus lugares na cadeia alimentar e também seus modos de vida, como por exemplo, nos anuros, os helmintos da família Cosmocercidae são em sua maioria larvas de ciclo de vida direto e infectam seus hospedeiros por penetração ativa das larvas infectantes pela pele, a larva então migra para o intestino onde atinge o estágio adulto e libera ovos larvados com as fezes do hospedeiro e se desenvolvem no solo até o estágio de larva infectante (ANDERSON, 2000). A infecção por *Rhabdias* sp. ocorre de modo semelhante, porém esses nematoides alternam entre um ciclo de vida livre e outro parasitário, sendo que apenas as fêmeas partenogenéticas atuam como parasitas e infectam os pulmões de seus hospedeiros (ANDERSON, 2000). Já os trematódeos digenéticos requerem um molusco como hospedeiro intermediário para completar seu ciclo de vida e os anfíbios podem atuar como hospedeiro definitivo ou intermediário/paratênico (ESCH et al., 2002). No presente estudo, *Leptodactylus latrans* e *Pseudis cardosoi* apresentaram trematódeos adultos, o que dá a ideia de atuaram como hospedeiros definitivos. *Aplastodiscus perviridis*, *Hypsiboas leptolineatus*, *Leptodactylus latrans*, *Physalaemus cuvieri*, *Pseudis cardosoi* e *Sphaenorhynchus surdus* também atuaram como hospedeiros definitivos para os cestoides encontrados, já que a maioria dos parasitas dessa classe também necessita de um hospedeiro intermediário para completar o seu ciclo de vida. Entretanto, ainda se conhece pouco do ciclo destes helmintos. Em todo caso, a infecção dos hospedeiros intermediários e definitivos ocorre por via oral (YAMAGUTI, 1959). Os monogenoides possuem ciclo de vida monoxênico e alta especificidade ao hospedeiro, sendo espécies do gênero *Polystoma* - como a encontrada no estudo (*Polystoma cuvieri*) - as mais comuns que parasitam anfíbios (SMYTH, 1994; SANTOS; AMATO, 2012). Monogenoides da família Polystomatidae possuem ciclo de vida bem conhecido: a infecção ocorre no ambiente aquático, onde os parasitas entram pelo poro branquial do hospedeiro ainda na fase de girino e migram para a bexiga. No período reprodutivo, os anfíbios se deslocam até corpos d'água para a reprodução e os parasitas completam seu ciclo de vida reproduzindo-se e liberando seus ovos na água (SMYTH, 1994).

As curvas do coletor mostraram que *Physalaemus cuvieri* e *Pseudis cardosoi* atingiram a assíntota com seis e oito espécies de helmintos respectivamente e não se espera

um incremento no número de espécies com a continuidade do esforço amostral. Para *Aplastodiscus perviridis* e *Hypsiboas leptolineatus* espera-se que o número de espécies aumente em uma e três espécies respectivamente com a continuidade do esforço amostral. A curva de *Leptodactylus latrans* apresenta tendência à estabilização, porém não podemos descartar um incremento na riqueza com a continuidade do esforço amostral.

Esse estudo contribui para o conhecimento da helmintofauna associada aos anuros na região dos Campos de Altitude de Santa Catarina e Paraná. Foi registrado pela primeira vez dados sobre a helmintofauna associada a cinco espécies de anfíbios: *Aplastodiscus perviridis*, *Hypsiboas leptolineatus*, *Leptodactylus plaumanni*, *Pseudis cardosoi* e *Sphaenorhynchus surdus*. Apenas dois hospedeiros (*Leptodactylus latrans* e *Physalaemus cuvieri*) possuem estudos no continente, mas esse é o primeiro estudo que caracterizou a helmintofauna dos Campos de Altitude em dois dos estados de abrangência dos Campos Sulinos, sul do Brasil.

REFERÊNCIAS

- AHO, J. M. Helminth communities of amphibians and reptiles: Comparative approaches to understanding patterns and processes. In: ESCH, G. et al. (edit). **Parasite communities: Patterns and processes**. New York: Chapman and Hall, 1990. p. 157-196.
- 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, 1991. 81 p.
- AMO, L.; FARGALLO, J. A.; MARTÍNEZ-PADILLA, J.; MILLA´N, J.; LO´PEZ, P.; MARTÍN, J. Prevalence and intensity of blood and intestinal parasites in a field population of a Mediterranean lizard, *Lacerta lepida*. **Parasitological Research**, v. 96, p. 413-417, 2005.
- ANDERSON, R. C. **Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission**. 2 ed. UK: CABI Publishing Wallingford, 2000. 650 p.
- ANDERSON, R. C.; CHABAUD, A. G.; WILLMOTT, S. **Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates: Archival Volume**. London: CAB International, 2009. 463 p.
- ANDRADE, C. M. **Meios e soluções comumente empregados em laboratórios**. Rio de Janeiro: Editora Universidade Rural, 2000. 353 p.
- BAKER, M. R. **Synopsis of the nematoda parasitic in amphibians and reptiles**. Canada: Memorial University of Newfoundland, 1987. 325 p.
- BAKER, M. R.; VAUCHER, C. Parasitic helminths from Paraguay VI: *Cosmocerca* Diesing, 1861 (Nematoda: Cosmocercoidea) from frogs. **Revue Suisse de Zoologie**, v. 91, p. 925-934, 1984.
- BAKER, M. R.; VAUCHER, C. Parasitic helminths from Paraguay VII: systematic position of *Oxyascaris* Travassos, 1920 (Nematoda: Cosmocercoidea). **Revue Suisse de Zoologie**, v. 92, p. 303-310, 1985.
- BARTON, D. P. Ecology of helminth communities in tropical Australian amphibians. **International Journal for Parasitology**, v. 29, p. 921-926, 1999.
- BENCKE, G. A. Diversidade e conservação da fauna dos Campos do Sul do Brasil. In: PILLAR, V. P. et al. (eds). **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 101-121.
- BOLDRINI, I. I. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V. P. (eds). **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 63-77.
- BOLEK, M. G.; COGGINS, J. R. Helminth community structure of sympatric eastern American toad, *Bufo americanus americanus*, northern leopard frog, *Ranapipiens*, and blue-spotted salamander, *Ambystomalaterale*, from southeastern Wisconsin. **Journal of Parasitology**, v. 89, p. 673-680, 2003.

- BOQUIMPANI-FREITAS, I. D.; VRCIBRADIC, D.; VICENTE, J. J.; BURSEY, C. R.; ROCHA, C. F. D.; SLUYS, M. V. Helminths of the horned leaf frog, *Proceratophrys appendiculata*, from southeastern Brazil. **Journal of Helminthology**, v. 75, p. 233-236, 2001.
- BROOKS, D. R. Five species of Platyhelminths from *Bufo marinus* L. (Anura: Bufonidae) in Colombia with descriptions of *Creptotrema lynchi* sp. n. (Digenea: Allocreadiidae) and *Glypthelmins robustus* sp. n. (Digenea: Macroderoididae). **Journal of Parasitology**, v. 62, p. 429-433, 1976.
- BROOKS, D. E.; HOBERG, E. P. Parasite Biodiversity triage for biosphere: The need and rationale for taxonomic inventories and phylogenetic studies of parasites. **Comparative Parasitology**, v. 67, p. 1-25, 2000.
- BROOKS, D. R.; LEÓN-RPGAGNON, V.; MCLENNAN, D. A.; ZELMER, D. Ecological fitting as a determinant of the community structure of platyhelminthes parasites of anurans. **Ecology**, v. 87, p. 76-85, 2006.
- BURSEY, C. R.; BROOKS, D. R. Nematode parasites of 41 anuran species from the Area de Conservación Guanacaste, Costa Rica. **Comparative Parasitology**, v. 77, p. 221-231, 2010.
- BURSEY, C. R.; GOLDBERG, S. R.; PAMARLEE, J. R. Gastrointestinal helminths of 51 species of anurans from Reserva Cuzco Amazónico, Peru. **Comparative Parasitology**, v. 68, p. 21-35, 2001.
- 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, p. 575-583, 1997.
- 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.
- CAMPIÃO, K. M.; SILVA, R. J.; FERREIRA, V. L. Helminth component community of the paradoxal frog *Pseudis platensis* Gallardo, 1961 (Anura: Hylidae) from south-eastern Pantanal, Brazil. **Parasitology Research**, v. 106, p. 747-751, 2010.
- CHABAUD, A. G. Keys to the genera of the superfamily Cosmocercoidea, Seuratoidea, Heterakoidea and Subuluroidea. In: ANDERSON, R. C. et al. (eds.). **CHI Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates**. England: Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal Bucks, 1978. 671 p.
- DIESING, K. **Revision der nematoden**. German: Nabu Press, v. 42, p. 595-736, 1861.
- COLWELL, R. K. **EstimateS 7.0: Statistical estimation of species richness and shared species from samples**. Colorado, 2016. Disponível em: <http://viceroy.eeb.unconn.edu/estimates>. Acesso em: fev. 2017.
- DOBBIN, JR., J. E. Fauna helmintológica de batráquios de Pernambuco, Brasil. I. Trematoda. **Anais da Sociedade de Biologia de Pernambuco**, v. 15, p. 23-61, 1957.

DOBSON, A.; LAFFERTY, K. D.; KURIS, A. M.; HECHINGER, R. F.; JETZ, W. Homage to Linnaeus: How many parasites? How many hosts? **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 105, p. 11482-11489, 2008.

DUELLMAN, W. E. Patterns of species diversity in anuran amphibians in the American tropics. **Annals of Missouri Botanical Garden**, v. 75, p. 79-104, 1988.

ESCH, G. W.; BARGER, M. A.; FELLIS, K. J. The Transmission of Digenetic Trematodes: Style, Elegance, Complexity. **Integrative and Comparative Biology**, v. 42, p. 304-312, 2002.

FABIO, S. P. Helminhos de populações simpátricas de algumas espécies de anfíbios anuros de família Leptodactylidae. **Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, v. 5, p. 69-83, 1982.

FAHEL, J. Fauna helminthologica das "guas" de Salvador (*Leptodactylus pentadactylus* (Laur.)). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 24, p. 389-436, 1952.

FERNANDES, J. C. Notas sobre algumas espécies do gênero *Gorgoderina* Looss, 1902 (Trematoda, Gorgoderidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 56, p. 1-15, 1958.

FERNANDES, B. M. M.; KOHN, A. South American Trematodes Parasites of Amphibians and Reptiles. Rio de Janeiro: Oficina de Livros, 2014. 226 p.

FREITAS, J. F. T. Sobre alguns trematódeos parasitos de rãs. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 1, p. 31-40, 1941.

FREITAS, J. F. T.; LENT, H. Contribuição ao conhecimento da subfamília Kathlaniinae Lane, 1914 (Nematoda, Subuluroidea). **Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo**, v. 3, p. 13-41, 1941.

GIBBONS, L. **Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates**. Supplementary Volume. Wallingford: CABI International, 2010. 416 p.

GIBSON, D.; JONES, A.; BRAY, R. **Keys to the Trematoda**. London: CAB International, 2002. 521 p.

GOLDBERG, S. R.; BURSEY, C. R.; CALDWELL, J. P.; SHEPARD, D. B. Gastrointestinal helminths of six sympatric species of *Leptodactylus* from Tocantins state, Brazil. **Comparative Parasitology**, v. 76, p. 258-266, 2009.

GOLDBERG, S. R.; BURSEY, C. R.; CALDWELL, J. P.; VITT, L. J.; COSTA, G. C. Gastrointestinal helminths from six species of frogs and three species of lizards, sympatric in Pará state, Brazil. **Comparative Parasitology**, v. 74, p. 327-342, 2007.

GOMES, D. C.; VICENTE, J. J. Ocorrência de "*Falcaustra mascula*" (Rudolphi, 1819) em "*Crossodactylus gaudichaudii*" Dum. & Bibr. (Nematoda, Kathlaniidae). **Atas Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, v. 10, p. 113-116, 1966.

GONÇALVES, A. Q.; VICENTE, J. J.; PINTO, R. M. Nematodes of amazonian vertebrates deposited in the helminthological collection of the Oswaldo Cruz Institute with new records. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, p. 453-465, 2002.

GONZÁLEZ, C. E.; HAMANN, M. I. Helmitos parásitos de *Leptodactylus bufonius* Boulenger, 1894 (Anura: Leptodactylidae) de Corrientes, Argentina. **Revista Española de Herpetología**, 20, p. 39-46, 2006.

GONZÁLEZ, C. E.; HAMANN, M. I. Nematode parasites of two species of *Chaunus* (Anura: Bufonidae) from Corrientes, Argentina. **Zootaxa**, v. 1393, p. 27-34, 2007.

GONZÁLEZ, C. E.; HAMANN, M. I. Nematode parasites of two anuran species *Rhinella schneideri* (Bufonidae) and *Scinax acuminatus* (Hylidae) from Corrientes, Argentina. **Revista de Biología Tropical**, v. 56, p. 2147-2161, 2008.

GONZÁLEZ, C. E.; HAMANN, M. I. First report of nematodes in the common lesser escuerzo *Odontophrynus americanus* (Duméril and Bibron 1841) (Amphibia: Cycloramphidae) from Corrientes Argentina. **Comparative Parasitology**, v. 76, p. 122-126, 2009.

GONZÁLEZ, C. E.; HAMANN, M. I. First report of nematode parasites of *Physalaemus santafecinus* (Anura: Leiuperidae) from Corrientes, Argentina. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, v. 81, p. 677-687, 2010.

GONZÁLEZ, C. E.; HAMANN, M. I. First report of nematode of *Physalaemus albonotatus* (Steindachner, 1864) (Anura: Leiuperidae) from Corrientes, Argentina. **Neotropical Helminthology**, v. 6, p. 9-23, 2012.

GRABDA-KAZUBSKA, B. Abbreviation of the life cycles of plagiorchid trematodes. General remarks. **Acta Parasitologica Polonica**, v. 24, p. 125-141, 1976.

GREENE, H.; LOSOS, J. Systematics, Natural History, and Conservation: Field Biologists Must Fight a Public-Image Problem. **Bioscience**, v. 38, p. 458-462, 1988.

GUIMARAES, J. F.; CRISTOFARO, R.; OLIVEIRA RODRIGUES, H. Alguns nematódeos de anfíbios de Salvador, Bahia. **Atas Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, v. 18, p. 71-74, 1976.

HAMANN, M. I. Seasonal maturation of *Catadiscus propinquus* (Digenea: Diplodiscidae) in *Lysapsus limellus* (Anura: Pseudidae) from an Argentinean subtropical permanent pond. **Physis**, v. 59, p. 29-36, 2004.

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, p. 214-218, 2009.

HOFF, G. L.; FRYE, F. L.; JACOBSON, E. R. **Diseases of amphibians and reptiles**. New York: Plenum Press, 1984. 784 p.

HOLMES, R. M.; BOCCHIGLIERI, A.; ARAÚJO, F. R. R. C.; SILVA, R. J. New records of endoparasites infecting *Hypsiboas albopunctatus* (Anura: Hylidae) in a savanna area in Brasília, Brazil. **Parasitology Research**, v. 102, p. 621-623, 2008.

HUECK, K. **Die wälder südamerikas**. Stuttgart: Fischer, 1966. 422 p.

IANNACONE, J. Hemintos parasitos de *Telmatobius jeiskii* (Peters) (Anura, Leptodactylidae) de Lima, Perú. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, p. 131-134, 2003a.

IANNACONE, J. Helmitos parasitos de *Atelopus bomolochus* Peters 1973 (Anura: Bufonidae) de Piura, Peru. **Gavana**, v. 67, p. 9-15, 2003b.

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, p. 630-640, 1992.

KEMLER, M.; LUTZ, M.; GÖKER, M.; OBERWINKLER, F.; BEGEROW, D. Hidden diversity in the non-caryophyllaceous plant-parasitic members of *Microbotryum* (Pucciniomycotina: Microbotryales). **Sistematics and Biodiversity**, v. 7, p. 297-306, 2009.

KLAION, T.; GOMES, M. A.; TAVARES, L. E. R.; ROCHA, C. F. D.; SLUYS, M. V. Diet and nematode infection in *Proceratophrys boiei* (Anura: Cycloramphidae) from two Atlantic rainforest remnants in Southeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 83, p. 1303-1312, 2011.

LENT, H.; FREITAS, J. F. T. Una colecao de nematodeos, parasitos de vertebrados, do museu de Historia Natural de Montevideo. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 46, p. 1-71, 1948.

LENT, H.; FREITAS, J. F. T.; PROENÇA, M. C. Alguns helmintos de batráquio colecionados no Paraguai. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 44, p. 195-214, 1946.

LUNASCHI, L. I.; DRAGO, F. B. Platyhelminthes, Trematoda, Digenea Carus, 1863: distribution extension in Argentina and new Anura and Ophidia hosts. **Check List**, v. 6, p. 447-450, 2010.

LUQUE, J. L.; MARTINS, A. N.; TAVARES, L. E. R. Community structure of metazoan parasites of the yellow Cururu toad, *Bufo ictericus* (Anura, Bufonidae) from Rio de Janeiro, Brazil. **Acta Parasitologica**, v. 50, p. 215-220, 2005.

LUQUE, J. L.; POULIN, R. Metazoan parasite species richness in Neotropical fishes: hotspots and the geography of biodiversity. **Parasitology**, v. 134, p. 865-878, 2007.

LUX HOPPE, E. G.; PEDRASSANI, D.; HOFFMANN-INOCENTE, A. C.; TEBALDI, J. H.; STORTI, L. F.; ZANUZZO, F. S.; AVANCINI, N.; NASCIMENTO, A. A. 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**, v. 17, p. 166-169, 2008.

MADELAIRE, C. B.; GOMES, C. R.; SILVA, R. J. Helminth Parasites of *Hypsiboas prasinus* (Anura: Hylidae) from Two Atlantic Forest Fragments, São Paulo State, Brazil. **Journal of Parasitology**, v. 98, p. 560-564, 2012.

MAÑE-GARZON, F.; HOLCMAN-SPECTOR, B. *Styphlodora gili* nov. sp. (Digenea) parásito de las vías urinárias de *Bothrops alternata*. **Zoologicas del Museo de Historia Natural de Montevideo**, v. 9, p. 1-6, 1967.

MARTINS, A. N.; FABIO, S. P. Parasitismos por nematoides em populações simpátricas de *Eleutherodactylus parvus* (Girard, 1853) e *Eleutherodactylus guentheri* (Steindachner, 1864) – (Anura: Leptodactylidae). **Acta Biologica Leopoldensia**, v. 27, p. 47-50, 2005.

MCALLISTER, C. T.; BURSEY, C. R.; FREED, P. S. Helminth Parasites of Selected Amphibians and Reptiles from the Republic of Ecuador. **Comparative Parasitology**, v. 77, p. 52-66, 2010a.

MCALLISTER, C. T.; BURSEY, C. R.; FREED, P. S. Helminth parasites (Cestoidea: Nematoda) of select herpetofauna from Paraguay. **Journal of Parasitology**, v. 96, p. 222-224, 2010b.

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, p. 1883-1890, 1997.

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.

MORDEGLIA, C.; DIGIANI, M. C. *Cosmocerca parva* Travassos, 1925 (Nematoda: Cosmocercidae) in Toads from Argentina. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 93, p. 737-738, 1998.

MUNIZ-PEREIRA, L. C.; VIEIRA, F. M.; LUQUE, J. L. Checklist of helminth parasites of threatened vertebrate species from Brazil. **Biologia**, v. 45, p. 5326-5326, 2009.

NIMER, E. Climatologia do Brasil. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. In: PILLAR, V. P. et al. (eds.). **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 1989. p. 13-25.

NITZSCH, C. L. Ascaris. In: ERSCH, J.S.; GRUBER, J.G. (eds.). **Allgemeine Enzyklopädie der Wissenschaften und Kuenste**. Leipzig: [s.n.], v. 6, p. 44-49, 1821.

OVERBECK, G. E.; MÜLLER, S. C.; FIDELIS, A.; PFADENHAUER, J.; PILLAR, V. D.; BLANCO, C. C.; BOLDRINI, I. I.; BOTH, R.; FORNECK, E. D. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. **Perspectives in plant ecology, evolution and systematic**, v. 9, p. 101-116, 2007.

PAREDES-CALDERÓN, L.; LEÓN-REGAGNON, V.; GÁRCIA-PRIETO, L. Helminth infracommunities of *Rana vaillanti* Brocchi (Anura: Ranidae) in Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. **Journal of Parasitology**, v. 90, p. 692-696, 2004.

PEREZ, M. D. **Trematódeos digenéticos parasitos de Anura (Amphibia) da América do Sul**. 1964. 152 p. Tese (Livre Docência)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 1964.

PILLAR, V. P.; VÉLEZ, E. Extinção dos Campos Sulinos em Unidades de Conservação: um Fenômeno Natural ou um Problema Ético? **Natureza e Conservação**, v. 8, p. 84-86, 2010.

PINHÃO, R.; WUNDERLICH, A. C.; ANJOS, L. A.; SILVA, R. J. Helminths of the toad *Rhinella icterica* (Bufonidae), from the municipality of Botucatu, São Paulo state, Brazil. **Neotropical Helminthology**, v. 3, p. 35-40, 2009.

POULIN, R. **Evolutionary ecology of parasites**. London: Chapman and Hall, 1998. 212 p.

POULIN, R. **Evolutionary ecology of parasites from individuals to communities**. New Jersey: Princeton University Press, 2007. 212 p.

POULIN, R.; MORAND, S. **Parasite biodiversity**. Washington: Smithsonian Books, 2004. 216 p.

RAILLIET, A. L'évolution des Schistosomes ou Bilharzioes D'après. **Recueil de Médecine Veterinaire**, v. 92, p. 426, 1916.

REY, L. **Parasitologia: parasitos e doenças parasitárias do homem nas Américas e na África**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 856 p.

RODRIGUES, H. O. Contribuição ao estudo da fauna helmintológica de vertebrados de Nova Iguaçu, RJ. **Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, v. 26, p. 27-28, 1986.

RODRIGUES, H. O.; RODRIGUES, S. S.; CRISTOFARO, R. Contribuição ao conhecimento da fauna helmintológica de Barra do Piraí, estado do Rio de Janeiro. **Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, v. 23, p. 5-8, 1982.

RODRIGUES, H. O.; RODRIGUES, S. S.; FARIA, Z. Contribution to the knowledge of the helminthological fauna of vertebrates of Maricá, Rio de Janeiro state, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 85, p. 115-116, 1990.

RUIZ, J. M. Considerações sobre o gênero *Chloledocystus* Pereira & Cuocolo, 1941 (Trematoda: Plagiorchiidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 9, p. 167-174, 1949.

SÁNCHEZ, S. M.; ARAQUE, G. A.; GUTIÉRREZ-CÁRDENAS, P. D. A. The first report of *Cosmocerca parva* (Nematoda: Cosmocercidae) from *Colostethus fraterdanieli* (Anura: Dendrobatidae) in Colombia. **Phyllomedusa**, v. 9, p. 133-139, 2010.

SANTOS, T. G.; KOPP K.; SPIES M. R.; TREVISAN R.; CECHIN S. Z. Distribuição temporal e espacial de anuros em área de Pampa, Santa Maria, RS. **Iheringia**, v. 98, p. 244-253, 2008.

SANTOS, T. G.; IOP, S.; ALVES, S. S. Anfíbios dos Campos Sulinos: diversidade, lacunas e conhecimento, desafios para conservação e perspectivas. **Herpetologia Brasileira**, v. 3, p. 51-59, 2014.

SANTOS, V. G. T.; AMATO, S. B. Helminth fauna of *Rhinella fernandezae* (Anura: Bufonidae) from the Rio Grande do Sul coastland, Brazil: analysis of the parasite community. **Journal of Parasitology**, v. 96, p. 823-826, 2010.

SANTOS, V. G. T.; AMATO, S. B. *Polystoma cuvieri* (Monogenea, Polystomatidae) in *Physalaemus cuvieri* (Anura, Leiuperidae) in Southern Brazil. **Neotropical Helminthological**, v. 6, p. 1-7, 2012.

SCHAEFER, E. F.; HAMANN, M. I.; KEHR, A. I.; GONZÁLEZ, C. E.; DURÉ, M. I. Trophic, reproductive and parasitological aspects of the ecology of *Leptodactylus chaquensis* (Anura: Leptodactylidae) in Argentina. **Herpetological Journal**, v. 16, p. 387-394, 2006.

SCHMIDT, G. D. **CRC Handbook of tapeworm identification**. Florida: CRC Press, 1986. 675 p.

SCOTT, JR. N. J.; WOODWARD, B. D. Surveys at breeding sites. In: HEYER, W. R. et al. (eds.). **Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians**. Washington: Smithsonian Institution Press, 1994. p. 84-92.

SILVA, J. A. A. Nova espécie do gênero *Cosmocerca* Diesing, 1861 (Nematoda, Cosmocercidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 14, p. 163-165, 1954.

SMYTH, J. D. **Introduction to Animal Parasitology**. Cambridgeshire: Cambridge University Press, 1994. 572 p.

STUMPF, I. V. K. Aspectos biológicos da *Cylindrotaenia americana* Jewell, 1916 (Cyclophyllidae: Nematotaeniidae) em *Bufo ictericus* Spix, 1824. **Acta Biologica Paranaense**, v. 10, p. 41-52, 1981.

STUMPF, I. V. K. Helminthos em *Leptodactylus ocellatus* (L. 1758) em Curitiba, Brasil. **Acta Biologica Paranaense**, v. 10, p. 215-218, 1982.

TODD, B. D. Parasites lost? An overlooked hypothesis for the evolution of alternative reproductive strategies in Amphibians. **The American Naturalist**, v. 170, p. 793-799, 2007.

TOLEDO, G. M. **Supracomunidade de helmintos associados a anfíbios: uso do hábitat, modo reprodutivo dos hospedeiros e distribuição espacial dos parasitas**. 2013. 104 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)-Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

TRAVASSOS, L. Contribuições para o conhecimento da fauna helmintológica brasileira. **Archivos da Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária**, v. 4, p. 17-20, 1920.

TRAVASSOS, L. Informações sobre a fauna helmintológica de Mato Grosso. **Folha Médica**, v. 3, p. 187-190, 1922.

TRAVASSOS, L. Contribuições para o conhecimento da fauna helmintológica dos batráquios do Brasil. Nematódeos intestinais. **Sciencia Medica**, v. 3, p. 673-687, 1925.

TRAVASSOS, L. Trematódeos intestinais dos batráquios do Brasil. **Scientia Medica**, v. 4, p. 89, 1926.

TRAVASSOS, L.; FREITAS, J. F. T. Relatório da sexta excursão realizada à zona da estrada de ferro Noroeste do Brasil em novembro de 1941. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 37, 259-286, 1942.

TRAVASSOS, L.; FREITAS, J. F. T.; MENDONÇA, J. M. Relatório da excursão do Instituto Oswaldo Cruz ao Parque de Reserva e Refúgio Sooretama no Estado do Espírito Santo, em outubro de 1963. **Boletim do Museu de Biologia Professor Mello Leitão**, v. 23, p. 1-26, 1964.

TRAVASSOS, L.; FREITAS, J. F. T.; KOHN, A. **Trematódeos do Brasil**. Rio de Janeiro: Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 67, 1969. 886 p.

VAUCHER, C. *Polystoma cuvieri* n. sp. (Monogenea: Polystomatidae), a parasite of the urinary bladder of the leptodactylid frog *Physalaemus cuvieri* in Paraguay. **Journal of Parasitology**, v. 76, p. 501-504, 1990.

VICENTE, J. J.; SANTOS, E. Fauna helmintológica de *Leptodactylus ocellatus* (L.) de Volta Redonda, Estado do Rio de Janeiro. **Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, v. 18, p. 27-42, 1976.

VICENTE, J. J.; RODRIGUES, H. O.; GOMES, D. C.; PINTO, R. M. Nematoides do Brasil. Parte II: Nematoides de anfíbios. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 7, p. 549-626, 1990.

WINDSOR, D. A. Equal rights for parasites. **Conservation Biology**, v. 9, p. 1-2, 1995.

WONG, M. S.; BUNDY, D. A. P. Population distribution of *Ochoterenella digiticauda* (Nematoda: Onchocercidae) and *Mesocoelium monas* (Digenea: Brachycoeliidae) in naturally infected *Bufo marinus* (Amphibia: Bufonidae) from Jamaica. **Parasitology**, v. 90, p. 457-461, 1985.

YAMAGUTI, S. **Systema Helminthum**: The digenetic trematodes of vertebrates, Vol. I – Part I and II. London: Interscience Publishers, 1958. 1575 p.

YAMAGUTI, S. **Systema Helminthum**: The Cestodes of Vertebrates, Vol. II. New York: Interscience Publishers, 1959. 860 p.

YAMAGUTI, S. **Systema Helminthum**: The Nematodes of Vertebrates, Vol. III. - Part I and II. London: Interscience Publishers, 1961. 1261 p.

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, p. 435-436, 2004.

FIGURAS

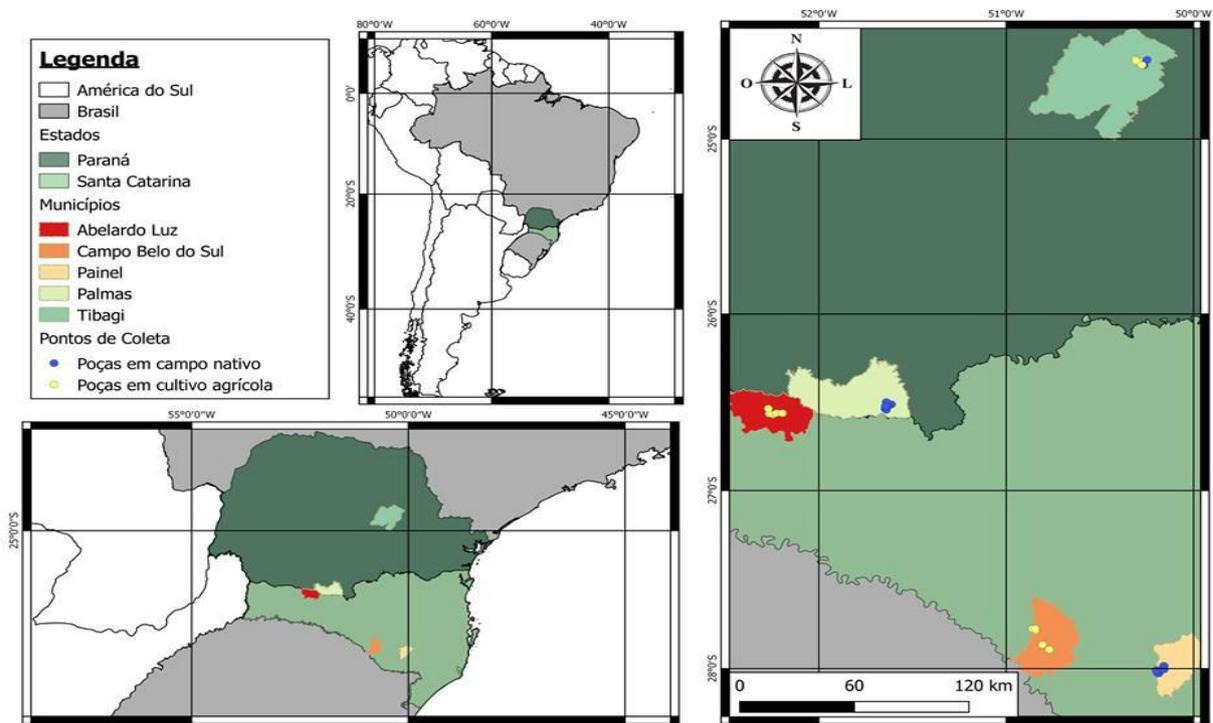


Figura 1: Mapa da localização dos municípios de coleta nos Campos de Altitude de Santa Catarina e Paraná e dos corpos d'água amostrados quanto a anuros hospedeiros entre janeiro e fevereiro de 2016.

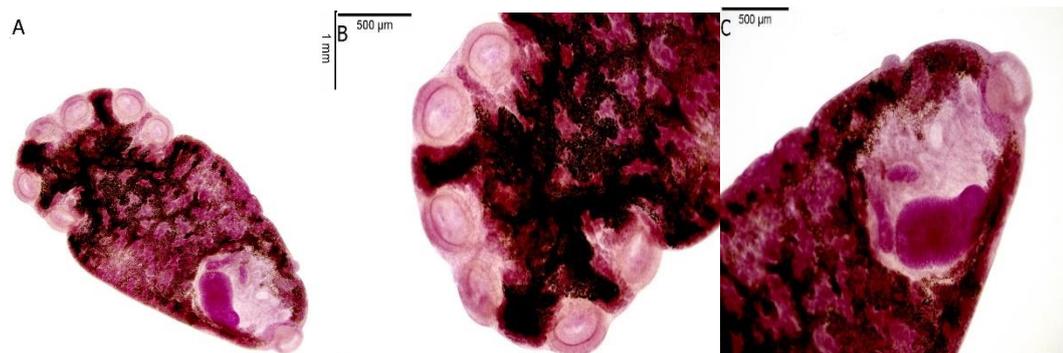


Figura 2. *Polistoma cuvieri* coletado na bexiga urinária de *Physalaemus cuvieri*. A) visão geral do corpo, B) porção anterior e C) porção posterior.

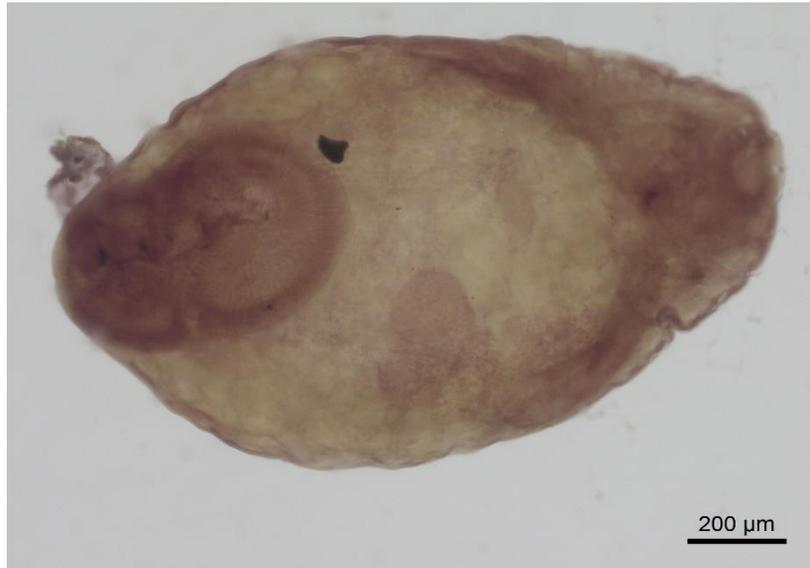


Figura 3. Visão geral de *Catadiscus* sp. 1 coletado no intestino grosso de *Leptodactylus latrans* e *Pseudis cardosoi*.



Figura 4. Visão geral de *Catadiscus* sp. 2 coletado no intestino grosso de *Pseudis cardosoi*.



Figura 5. *Choledocystus elegans* coletado no intestino grosso de *Leptodactylus latrans*. A) visão geral do corpo, B) porção anterior e C) porção posterior.

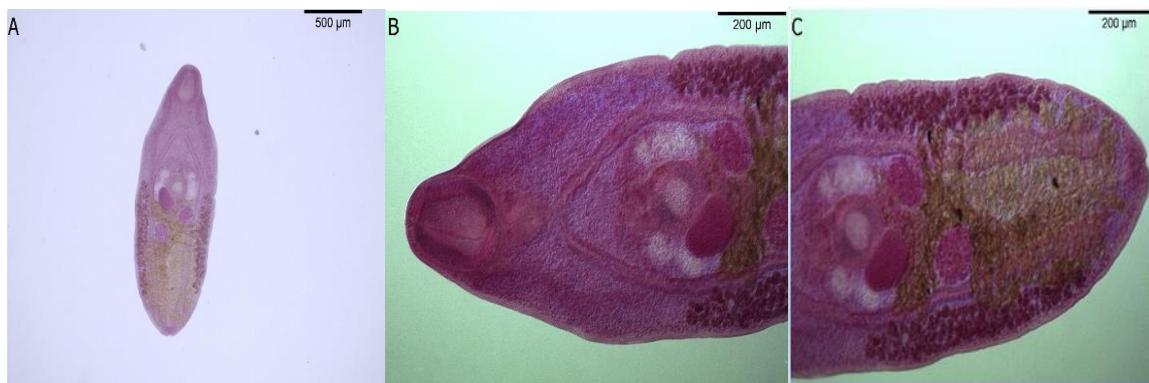


Figura 6. *Choledocystus pseudium* coletado no intestino grosso de *Pseudis cardosoi*. A) visão geral do corpo, B) porção anterior e C) porção posterior.

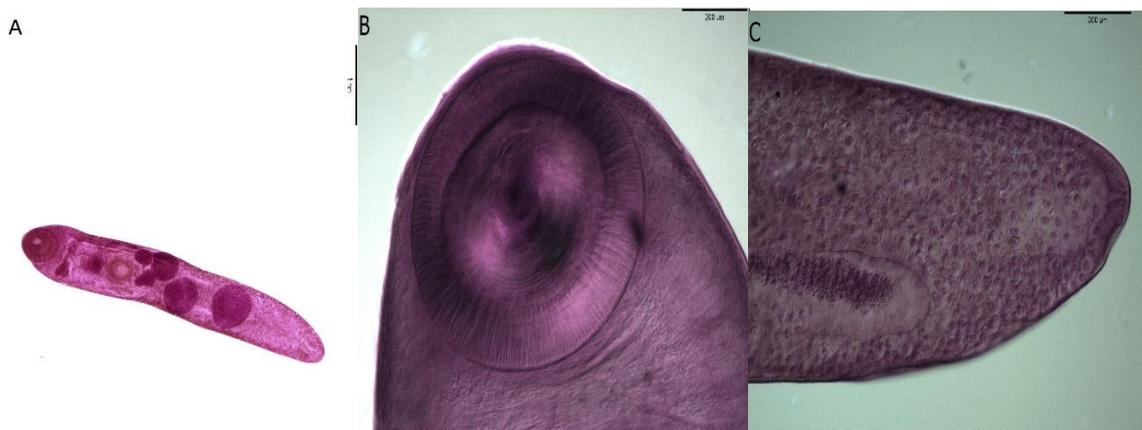


Figura 7. *Gorgoderina* sp. coletado na bexiga urinária de *Leptodactylus latrans*. A) visão geral do corpo, B) ventosa oral e C) porção posterior.

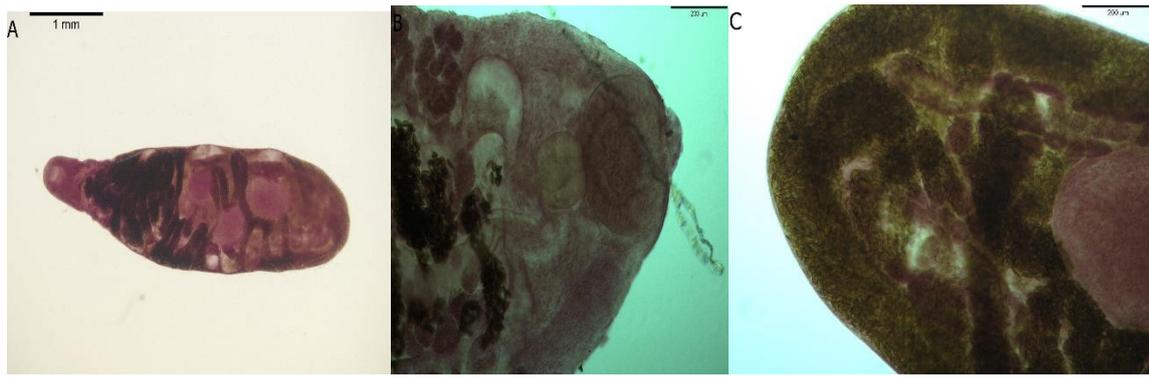


Figura 8. *Haematoloechus ozorioi* coletado no pulmão de *Leptodactylus latrans*. A) visão geral do corpo, B) porção anterior e C) porção posterior.

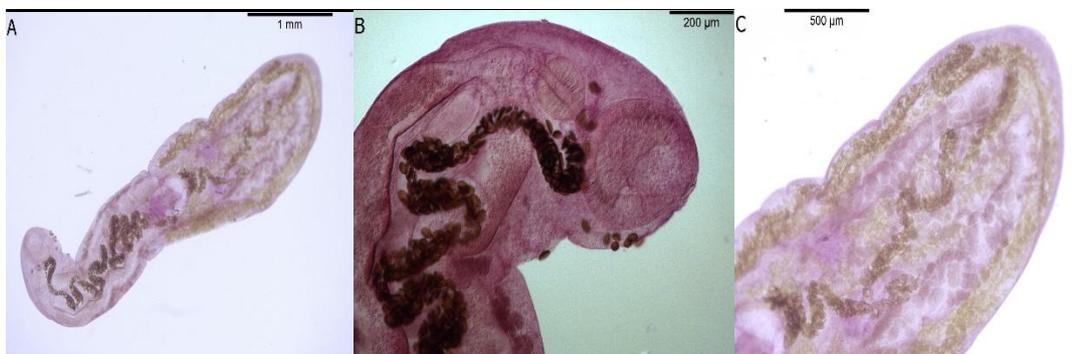


Figura 9. *Neohaematoloechus neivai* coletado no pulmão de *Pseudis cardosoi*. A) visão geral do corpo, B) porção anterior e C) porção posterior.



Figura 10. *Rauschiella proxima* coletado no intestino grosso de *Leptodactylus latrans*. A) visão geral do corpo, B) porção anterior e C) porção posterior.

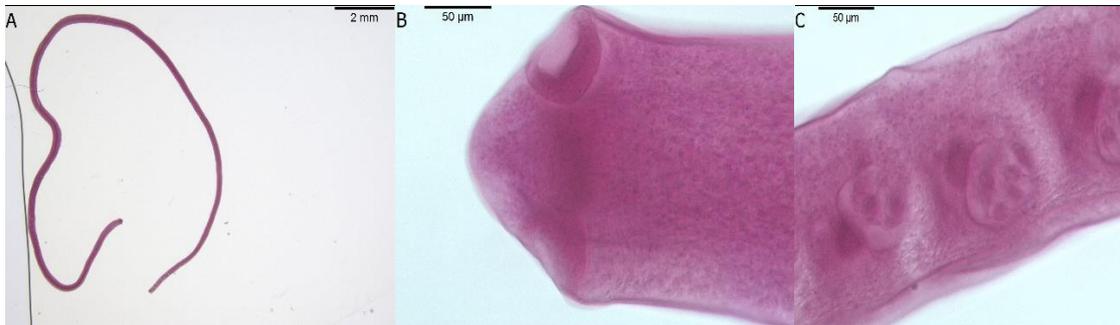


Figura 11. *Cylandrotaenia americana* coletado no intestino grosso *Hypsiboas leptolineatus* e *Physalaemus cuvieri*. A) visão geral do corpo, B) escólex e C) proglótides.



Figura 12. *Ophiotaenia* sp. coletado no intestino grosso de *Leptodactylus latrans*, *Pseudis cardosoi* e *Sphaenorhynchus surdus*. A) visão geral do corpo, B) escólex e C) proglótides.



Figura 13. Larva plerocercóide coletado no intestino grosso e encistado na musculatura e nos órgãos e na cavidade de *Aplastodiscus perviridis*.

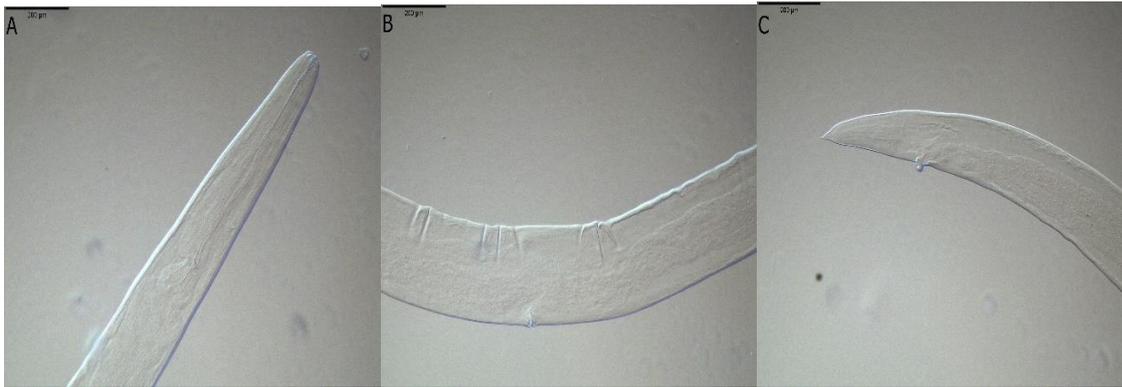


Figura 14. Cosmocercidae coletado em *Aplastodiscus perviridis*, *Hypsiboas leptolineatus*, *Leptodactylus latrans*, *Physalaemus cuvieri* e *Pseudis cardosoi*. A) porção anterior, B) porção mediana e C) porção posterior.

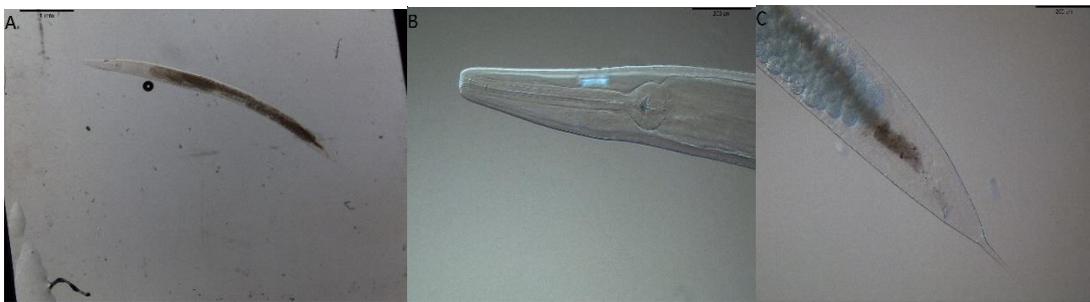


Figura 15. *Aplectana* aff. *membranosa* coletado no intestino grosso de *Leptodactylus plaumanni*. A) visão geral do corpo, B) porção anterior e C) porção posterior.

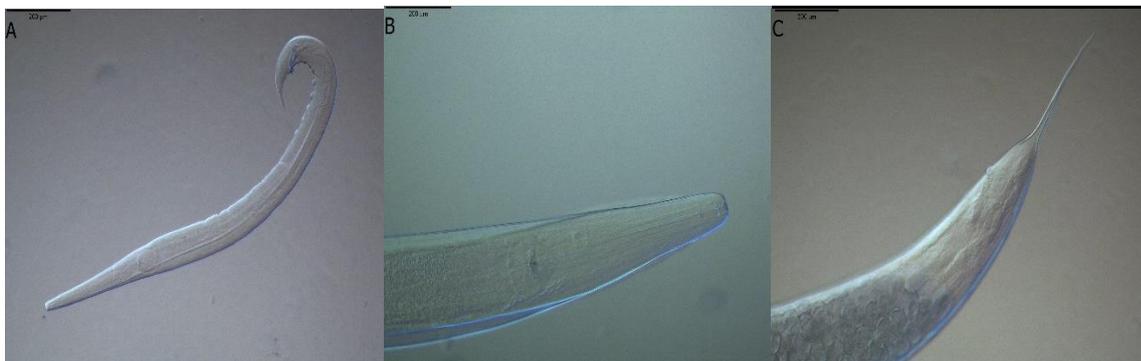


Figura 16. *Cosmocerca parva* coletado no intestino delgado e grosso de *Aplastodiscus perviridis*, *Hypsiboas leptolineatus*, *Leptodactylus latrans*, *Leptodactylus plaumanni*, *Physalaemus cuvieri* e *Pseudis cardosoi*. A) visão geral do corpo, B) porção anterior e C) porção posterior.

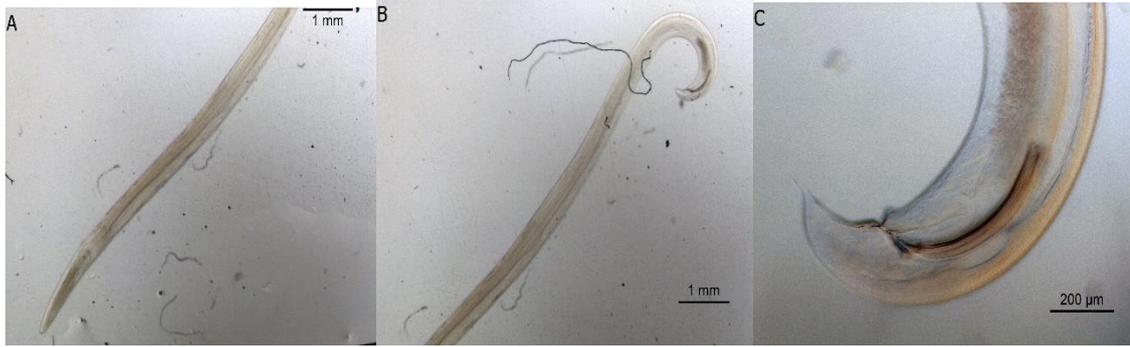


Figura 17. *Falcaustra* aff. *mascula* coletado no intestino grosso e delgado de *Leptodactylus latrans*. A) porção anterior do corpo, B) porção posterior do corpo e C) espícula do macho.

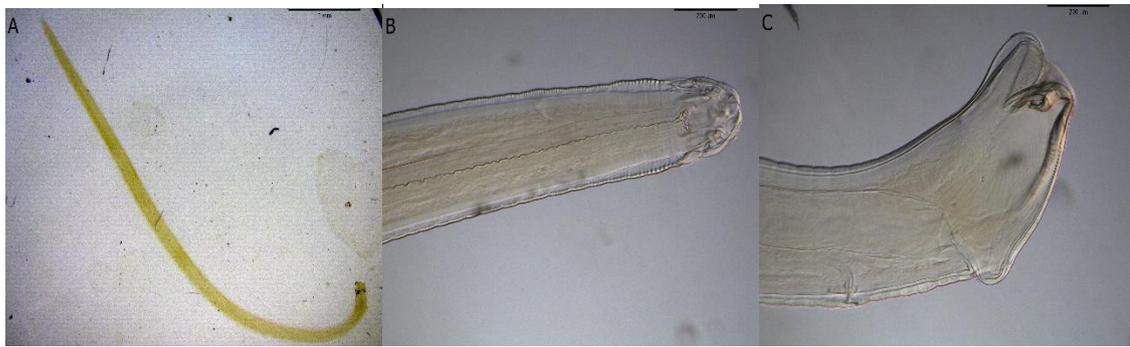


Figura 18. *Hedruris* sp. coletado no estômago de *Leptodactylus latrans*. A) visão geral do corpo, B) porção anterior e C) porção posterior.



Figura 19. *Ochoterrella* sp. coletado entre os órgãos de *Aplastodiscus perviridis*. A) porção anterior, B) porção posterior e C) detalhe da porção posterior.

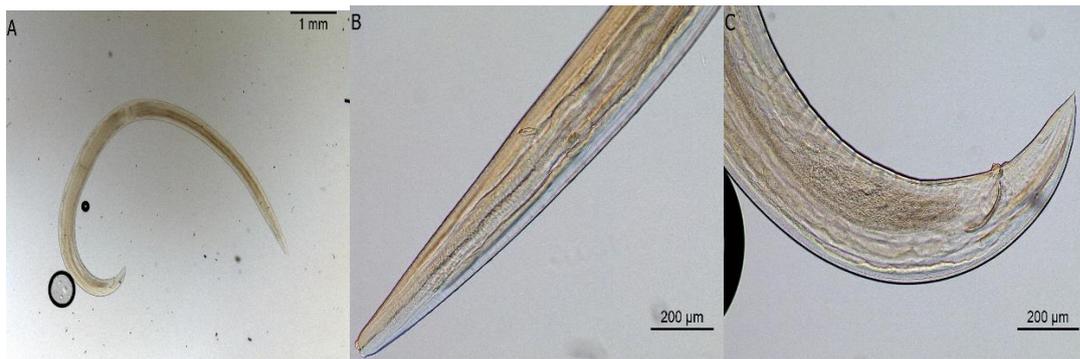


Figura 20. *Oxyascaris oxyascaris* coletado no intestino delgado e grosso de *Aplastodiscus perviridis*, *Hypsiboas leptolineatus*, *Leptodactylus latrans*, *Leptodactylus plaumanni*, *Physalaemus cuvieri* e *Pseudis cardosoi*. A) visão geral do corpo, B) porção anterior e C) porção posterior.

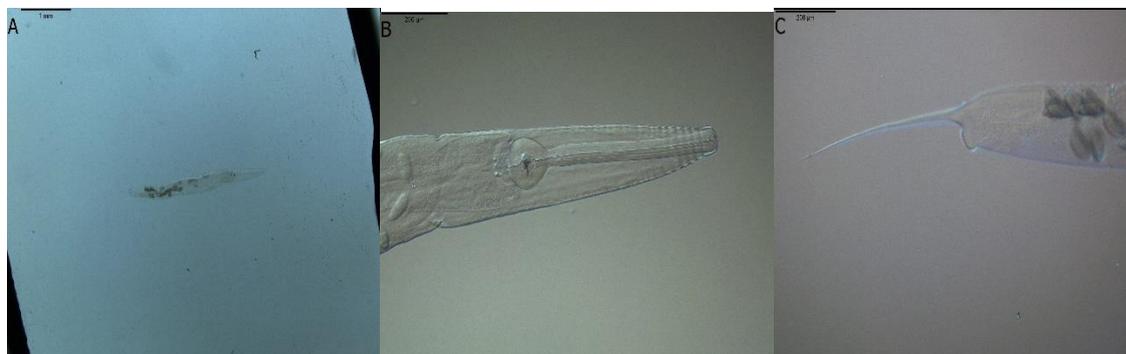


Figura 21. *Pharyngodon* sp. coletado no intestino delgado de *Pseudis cardosoi*. A) visão geral do corpo, B) porção anterior e C) porção posterior.



Figura 22. *Physalopteridae* coletado no intestino delgado de *Aplastodiscus perviridis* e *Leptodactylus latrans*. A) visão geral do corpo, B) porção anterior e C) porção posterior.

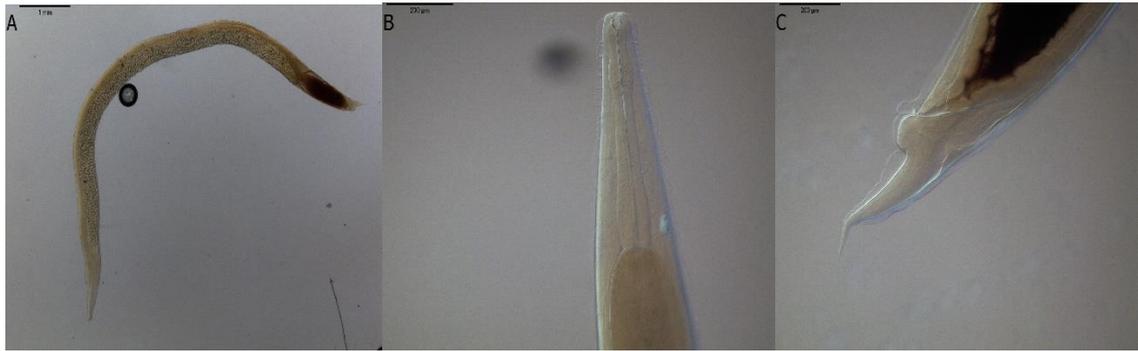


Figura 23. *Rhabdias* sp. 1 coletado no pulmão de *Aplastodiscus perviridis* e *Physalaemus cuvieri*. A) visão geral do corpo, B) porção anterior e C) porção posterior.

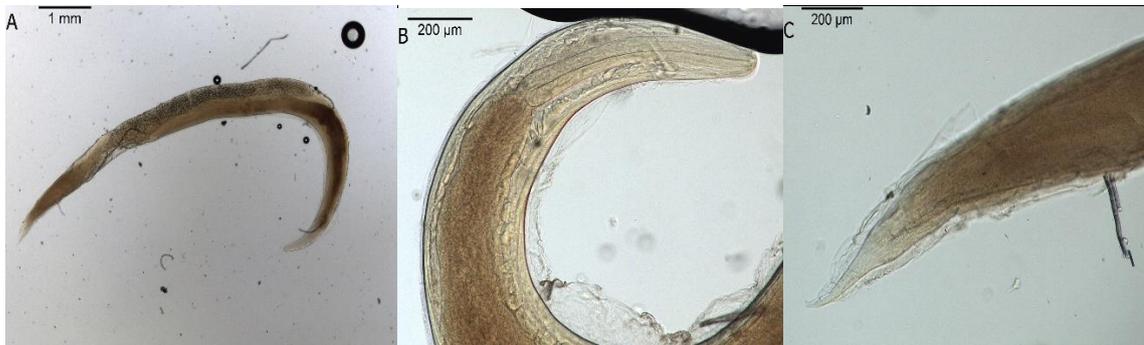


Figura 24. *Rhabdias* sp. 2 coletado no pulmão de *Leptodactylus latrans*. A) visão geral do corpo, B) porção anterior e C) porção posterior.



Figura 25. *Rhabdias* sp. 3 coletado no pulmão de *Physalaemus cuvieri*. A) visão geral do corpo, B) porção anterior e C) porção posterior.

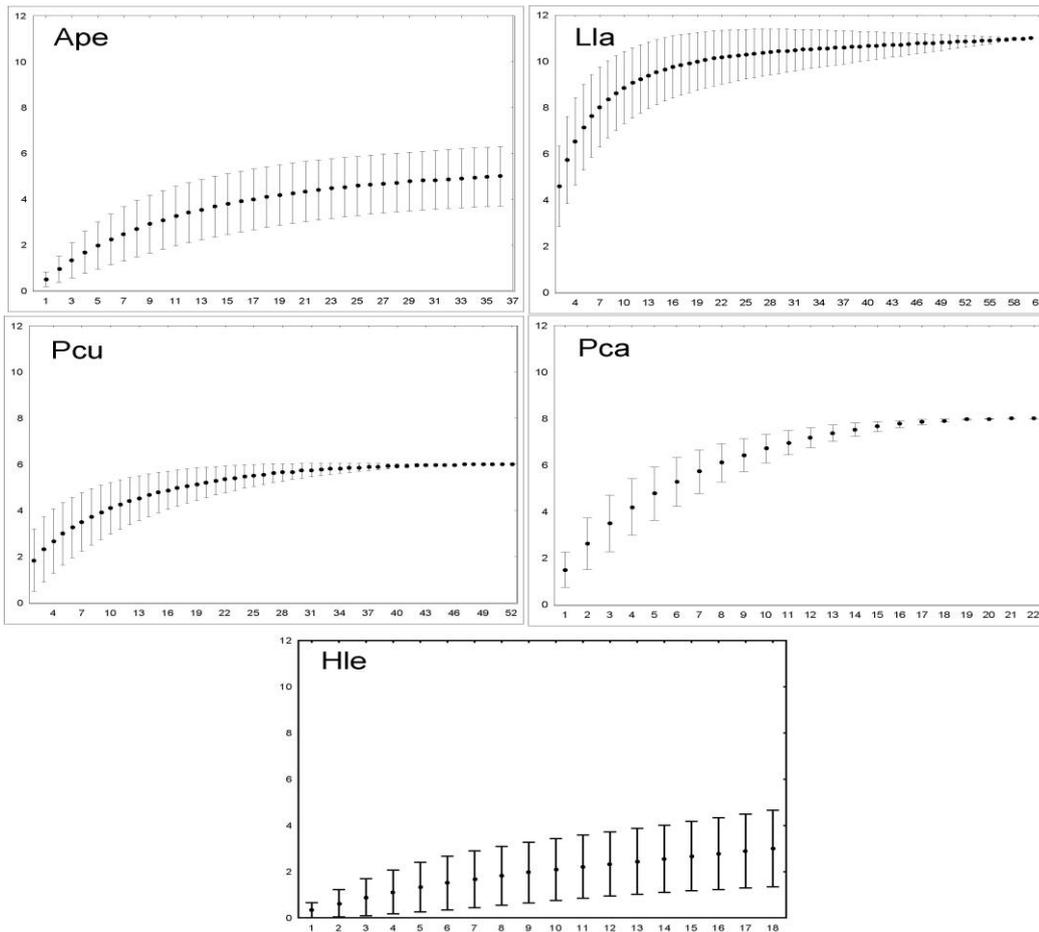


Figura 26. Curvas cumulativas para cinco espécies de anuros hospedeiros coletados nos Campos de Altitude de Santa Catarina e Paraná. *Aplastodiscus perviridis* (Ape), *Leptodactylus latrans* (Lla), *Physalaemus cuvieri* (Pcu), *Pseudis cardosoi* (Pca) e *Hypsiboas leptolineatus* (Hle). Os pontos expressam a curva cumulativa média, gerada por 100 adições aleatórias das amostras, e as barras verticais indicam a variação possível em torno da curva média (intervalo de confiança de 95%).

TABELAS

Tabela 1 - Anfíbios anuros hospedeiros e respectivos helmintos coletados na região dos Campos de Altitude nos estados de Santa Catarina e Paraná: Hospedeiros Parasitados (HP), Helmintos Coletados (HC), Prevalência (P%), Abundância Média (AM \pm Erro Padrão), Intensidade Média de Infecção (IMI \pm Erro Padrão), Riqueza Total (RT).

Hospedeiro	HP	HC	P%	AM \pm EP	IMI \pm EP	RT
<i>Aplastodiscus perviridis</i>	25/36	508	69,44	14,1 \pm 0,1	20,3 \pm 8,5	5
<i>Hypsiboas leptolineatus</i>	9/18	10	50,00	0,5 \pm 0	1,1 \pm 0,1	3
<i>Leptodactylus latrans</i>	59/60	2452	98,33	40,9 \pm 0,2	41,6 \pm 5,8	11
<i>Physalaemus cuvieri</i>	46/53	229	86,79	4,3 \pm 0	5,0 \pm 0,6	6
<i>Pseudis cardosoi</i>	20/22	113	90,90	5,1 \pm 0	5,6 \pm 0,9	8
<i>Sphaenorhynchus surdus</i>	2/14	3	14	0,2 \pm 0	1,5 \pm 0,5	1

ARTIGO 2

HELMINTOFAUNA DE ANUROS EM CAMPO NATIVO E ÁREA DE CULTIVO AGRÍCOLA NOS CAMPOS DE ALTITUDE DO SUL DO BRASIL

Aline Aparecida Bastos Portela, Tiago Gomes dos Santos & Luciano Alves dos Anjos

RESUMO

A descaracterização e a perda de habitat nos Campos Sulinos têm impactado negativamente os organismos, incluindo a dinâmica e a composição das comunidades de parasitas de anuros. Este estudo teve como objetivo caracterizar a riqueza, a abundância, a composição taxonômica, a prevalência e a intensidade de infecção por helmintos em quatro espécies de anuros (*Aplastodiscus perviridis*, *Leptodactylus latrans*, *Physalaemus cuvieri* e *Pseudis cardosoi*), prevendo que: i) anuros de áreas nativas e agrícolas apresentam helmintofauna distinta, com áreas nativas mantendo maior riqueza de helmintos parasitas do que áreas agrícolas; ii) áreas de cultivo agrícola apresentam anuros hospedeiros com maior prevalência e intensidade de infecções por helmintos, devido à maior abundância de hospedeiros intermediários (caramujos) promovida pelos efeitos em cascata do influxo de nutrientes nos corpos d'água; iii) os descritores ambientais (medidos em múltipla escala) estão relacionados aos parâmetros de infecção parasitária por helmintos em anuros, já que o uso do solo, a dispersão de hospedeiros e características dos corpos d'água podem afetar as relações parasita-hospedeiro. Os anuros hospedeiros foram coletados nos Campos de Altitude nos estados de Santa Catarina e Paraná, no verão de 2016, em 34 poças (19 em campo nativo e 15 em cultivo agrícola). Registramos pela primeira vez o gênero *Hedruris* no Brasil, encontrado em *Leptodactylus latrans* no cultivo agrícola. A primeira hipótese foi corroborada quanto à estrutura das comunidades de helmintos, já que as análises evidenciaram diferença significativa entre campo nativo e cultivo agrícola quanto aos hospedeiros *Aplastodiscus perviridis*, *Leptodactylus latrans* e *Pseudis cardosoi*, bem como revelaram parasitas indicadores áreas nativas e cultivadas. Entretanto, a riqueza de helmintos foi similar entre campo nativo e cultivo agrícola. A segunda hipótese foi corroborada, já que em geral houve maior prevalência e intensidade de infecção em anuros no cultivo agrícola do que naqueles em campo nativo. Porém registramos assimetria na resposta parasitária, o que parece estar relacionado ao hábito de vida do hospedeiro e requerimentos do parasita, dentre outros fatores. Corroboramos a terceira hipótese e registramos que os descritores ambientais explicaram a maioria dos parâmetros de infecção parasitária. Os descritores locais (i.e. das poças) foram mais importantes para explicar as métricas do parasitismo, seguidos pelos descritores da paisagem. Os descritores ligados à espacialidade das poças não foram significativos, sugerindo que processos ligados à dispersão dos parasitas foram pouco importantes na região estudada. Nosso trabalho mostra que a conversão do campo nativo em cultivo agrícola altera a comunidade de helmintos dos anuros que vivem nessas áreas. Nesse sentido, enfatizamos que a perda de hábitat campestre devido à conversão em cultivo agrícola configura alterações negativas na relação parasita-hospedeiro para anuros e a fauna de helmintos associada.

PALAVRAS-CHAVE: parasitas; anfíbios; Campos Sulinos; perda de habitat.

ABSTRACT

Degradation and habitat loss of in the Campos Sulinos have negatively impacted the organisms, potentially including the dynamics and composition of the anuran parasite communities. The objective of this study was to characterize the richness, abundance, taxonomic composition, prevalence and intensity of helminth infection in four anurans species (*Aplastodiscus perviridis*, *Leptodactylus latrans*, *Physalaemus cuvieri*, and *Pseudis cardosoi*), forecasting that: i) native and agricultural areas present distinct helminthofauna, with native areas maintaining greater parasite helminth richness than agricultural areas; ii) agricultural cultivation areas have host anurans with higher prevalence and intensity of helminth infections, due to the greater abundance of intermediate hosts (snails) promoted by the cascade effects of the nutrient influxes in the waterbodies; iii) environmental descriptors (measured in multiple scales) are related to the parameters of helminth infections in anurans, since soil use, host dispersion, and waterbodies characteristics may affect parasite-host relationships. Host anurans were collected in the Campos de Altitude in the Brazilian states of Santa Catarina and Paraná in the summer of 2016, in 34 ponds (19 in native grasslands and 15 in agricultural cultivation). We reported by the first time the genus *Hedruris* in Brazil, found in *Leptodactylus latrans* collected in agricultural cultivation. The first hypothesis was corroborated regarding the structure of helminth communities, since the analyzes revealed a significant difference between native grasslands and agricultural areas in the hosts *Aplastodiscus perviridis*, *Leptodactylus latrans*, and *Pseudis cardosoi*, as well as showed parasites indicative of native and cultivated areas. However, the helminth richness was similar between native grasslands and agricultural areas. The second hypothesis was corroborated, since generally there was a greater prevalence and intensity of infection in anurans of agricultural areas than in those in native grasslands. However, we observed asymmetry in the parasite response, which seems to be related to host life history and parasite requirements, among other factors. We corroborated the third hypothesis and recorded that the environmental descriptors explained most of parasitic infection parameters. Local descriptors (i.e. of ponds) were more important to explain the parasitism metrics, followed by landscape descriptors. Descriptors related to the pond spatiality were not significant, suggesting that processes related to the parasite dispersion were of little importance in the studied region. Our study showed that the conversion of the native grasslands into agricultural cultivations alters the helminth community of anurans living in these areas. In this sense, we emphasized that the loss grassy habitat due to conversion to agricultural cultivation configures negative changes in the parasite-host relationship for anurans and the associated helminth fauna.

KEY-WORDS: parasites; amphibians; Campos Sulinos; habitat loss.

INTRODUÇÃO

O Brasil abriga uma imensa diversidade biológica e é um dos países detentores de megadiversidade do Planeta, possuindo entre 15% a 20% das 1,5 milhão de espécies descritas na Terra, por conta de sua extensão territorial, diversidade geográfica e climática (MMA, 2002). Também é em nosso país, onde ocorre umas das maiores perdas de biodiversidade do mundo, principalmente por meio de fragmentação do ambiente natural pela ação humana (MMA, 2003). Dentre os ecossistemas mais ameaçados estão os Campos Sulinos, formações campestres inseridas no bioma Pampa e Mata Atlântica, com grande biodiversidade de espécies vegetais (BOLDRINI, 2009) e animais, que inclui espécies endêmicas e ameaçadas de extinção (BENCKE, 2009). No bioma Mata Atlântica estão os Campos de Altitude, que além de sua relevância biológica cumprem funções abióticas relacionadas à manutenção, filtragem e regularização dos sistemas hidrográficos. Cumprem ainda incomum valor de fixação de carbono em todos os solos que possuam horizontes hísticos e húmicos, frequentes em áreas cobertas pelos Campos de Altitude (MMA, 2008).

A conservação desses campos tem sido negligenciada (OVERBECK et al., 2007), já que a maior parte das áreas campestres no sul do Brasil está em áreas privadas com uso pastoril, sob a iminência de conversão para outros usos (PILLAR; VÉLEZ, 2010). Associada a estes fatores ocorre a falta de conhecimento sobre a biodiversidade em áreas campestres, que vem sendo ameaçada pela conversão dos campos nativos em silvicultura e cultivos anuais (principalmente soja). Dessa forma, poucas áreas de campo (~0,5% do total) estão protegidas em Unidades de Conservação de Proteção Integral e estima-se que nos últimos 30 anos cerca de 25% da área total dos campos nativos já desapareceram, devido a conversão das áreas naturais em áreas agrícolas (OVERBECK et al., 2007).

A descaracterização e a perda de habitat impactam negativamente os organismos, já que processos associados, como a fragmentação do habitat, implicam em redução da abundância local de espécies, bem como em aumento do isolamento entre populações, afetando processos ecológicos em nível de populações e comunidades (RATHCKE; JULES, 1993). Dentre os organismos que mais sofrem com as alterações ambientais estão os anfíbios (MIGUEL et al., 2007), os quais são considerados sensíveis a alterações hidrológicas, bem como à contaminação do ar e da água por agentes químicos e variações climáticas de larga escala (VITT et al., 1990), experimentando altas taxas de declínios populacionais e risco de extinção sem precedentes (VERDADE et al., 2010).

A perda de habitat influencia também a dinâmica e a composição das comunidades de parasitas de anuros. A estrutura da comunidade de parasitas depende de muitos fatores, incluindo a história de vida do hospedeiro e do parasita (co-evolução) (JANOVY et al., 1992; BROOKS et al., 2006), como a dieta, o hábitat e a distribuição geográfica dos hospedeiros (MCALPINE; BURT, 1998; POULIN, 1998; BOLEK; COGGINS, 2003; ZELMER; ARAI, 2004). De fato, as infecções por helmintos causam diversos efeitos negativos no desenvolvimento e *fitness* dos anuros. Metacercárias de trematódeos, por exemplo, podem interferir no desenvolvimento normal das pernas em larvas de anfíbios, resultando em pernas estruturalmente anormais, incluindo duplicação das pernas (JOHNSON et al., 2007). Em contrapartida, hospedeiros podem exibir diferentes defesas contra infecções, incluindo variações na imunidade, no comportamento, *stress* e respostas fisiológicas (HART, 1994; SCHMID-HEMPEL; EBERT, 2003), mas isso inclui perdas para o hospedeiro devido ao gasto energético para o desenvolvimento de tais respostas, que poderia ser utilizado para outros fins, como reprodução. Assim, estudos parasitológicos podem contribuir para o entendimento de questões mais amplas como processos seletivos, estratégias reprodutivas (TODD, 2007), evolução da relação parasita-hospedeiro e biogeografia (POULIN, 2007; BENTZ et al., 2006).

Os parasitas são indicativos de muitos aspectos biológicos de seus hospedeiros, incluindo a dieta, ocupação do habitat e a filogenia, podendo também ser bons indicadores diretos do estado de qualidade ambiental (AGUIAR, 2013). Desta forma, é de suma importância o conhecimento dos processos ecológicos dos parasitas e patógenos sobre as espécies de hospedeiro em declínio (MCCALLUM; DOBSON, 1995, 2002), principalmente em áreas de intensa atividade agrícola, onde ocorre um incremento no número de anuros infectados (KIESECKER et al., 2004). Esse fenômeno está relacionado à acumulação de fertilizantes nos ecossistemas aquáticos, que resulta em eutrofização e conseqüente aumento da abundância de hospedeiros intermediários de helmintos (especialmente gastrópodes) em áreas cultivadas (JOHNSON; CHASE, 2004).

O estudo em diferentes condições ambientais utilizando o parasita como indicador da qualidade do ambiente vem sendo utilizada em muitos trabalhos (GIBB; HOCHULI, 2002; LAURANCE et al., 2002; HAMANN et al., 2006; MCKENZIE, 2007). De fato, a associação de espécies de helmintos com anuros hospedeiros é um bom modelo para examinar a estrutura da comunidade de parasitas (AHO, 1990), podendo ser utilizado para acessar os possíveis impactos da perda entre campo nativo e área de cultivo agrícola. Desta forma, considerando a falta de conhecimento acerca da helmintofauna de anfíbios anuros na região dos Campos

Sulinos, bem como as grandes extensões de áreas campestres convertidas em cultivo o presente estudo teve como objetivo preencher lacunas desse conhecimento na região dos Campos de Altitude dos estados de Santa Catarina e Paraná. Para tanto, nós comparamos a helmintofauna de anuros em áreas nativas com anuros em áreas agrícolas em quatro espécies de anuros (*Aplastodiscus perviridis*, *Leptodactylus latrans*, *Physalaemus cuvieri* e *Pseudis cardosoi*) e, através de testes de hipóteses sobre os padrões de riqueza, abundância, composição taxonômica, prevalência e a intensidade de infecção parasitária, bem como a influência dos descritores ambientais em múltipla escala. Nossas hipóteses são de que: i) anuros de áreas nativas e agrícolas apresentam helmintofauna distinta, com áreas nativas mantendo maior riqueza de helmintos parasitas do que áreas agrícolas; ii) áreas de cultivo agrícola apresentam anuros hospedeiros com maior prevalência e intensidade de infecções por helmintos, devido à maior abundância de hospedeiros intermediários (caramujos) promovida pelos efeitos em cascata do influxo de nutrientes nos corpos d'água; iii) os descritores ambientais estão relacionados aos parâmetros de infecção parasitária por helmintos em anuros, já que o uso do solo, a dispersão de hospedeiros (BARRETT et al., 2008; MAZÉ-GUILMO et al., 2016) e características dos corpos d'água podem afetar as relações parasita-hospedeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi realizado na região dos Campos de Altitude dos estados de Santa Catarina e Paraná, em seis Unidades Amostrais (UA's) de 5 km x 5 km, sendo três caracterizadas por campo nativo e outras três UA's caracterizadas por cultivo agrícola (soja e/ou milho), cujas altitudes variam entre 1.000 e 1.400 m (HUECK, 1966). Todas as UA's foram previamente selecionadas através da análise de imagens de satélite (Google Earth). Desta forma, as UA's estabelecidas em cultivo agrícola foram escolhidas considerando locais onde o campo foi substituído por algum cultivo agrícola e as UA's campestres tiveram posterior certificação *in loco* quanto ao estado de conservação da vegetação. O delineamento desse estudo faz parte da rede de amostragem vinculada ao Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) - Rede Campos Sulinos (www.ufrgs.br/redecampossulinos), vinculado ao subprojeto "Padrões de diversidade e distribuição de anfíbios anuros dos Campos Sulinos do extremo sul do Brasil". As UA's em campo nativos estavam localizadas nos municípios de Paineira-SC, Palmas e

Tibagi-PR, enquanto em cultivo agrícola estavam localizadas nos municípios de Campo Belo do Sul, Cerro Negro e Abelardo Luz, no estado de Santa Catarina, e em Tibagi, no estado do Paraná (Figura 1). As áreas campestres nativas estão organizadas em sistemas de mosaico campo-floresta do Domínio Mata Atlântica: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista e Florestas Estacionais. A temperatura média anual da região varia geralmente entre 12° e 18°C, com chuvas distribuídas ao longo do ano (NIMER, 1989). Noites frias de inverno podem atingir temperaturas de -4° até -8°C na região mais alta da Serra Geral (NIMER, 1989), onde a ocorrência de geada e neve é comum.

Amostragem dos anfíbios hospedeiros

Foi amostrado um total de 34 poças, 15 em área de cultivo agrícola e 19 em campo nativo (Figura 2). Nós selecionamos quatro espécies de anuros hospedeiros (Hylidae: *Aplastodiscus perviridis* e *Pseudis cardosoi*; Leptodactylidae: *Leptodactylus latrans* e *Physalaemus cuvieri*), consideradas comuns na região de amostragem e com possibilidade de encontro tanto em áreas nativas quanto em áreas antropizadas. A amostragem dos anuros adultos foi realizada entre janeiro e fevereiro de 2016, meses que compreendem a estação de verão e corresponde ao período de maior atividade reprodutiva dos anuros no sul do Brasil (SANTOS et al., 2008). O método de procura dos anuros foi baseado na ‘busca em sítios de reprodução’ (*sensu* SCOTT JR.; WOODWARD, 1994). Assim, a procura por anuros hospedeiros selecionados foi realizada durante o período crepuscular e noturno, ao longo de todo o perímetro dos corpos d’água selecionados nas UA’s. O esforço de amostragem foi proporcional ao tamanho e complexidade dos ambientes (*sensu* SCOTT JR.; WOODWARD, 1994). Os indivíduos adultos foram transportados vivos até o laboratório, onde foram eutanasiados com aplicação de anestésico sobre a pele (Lidocaína® 10%) e os órgãos internos (pulmão, estômago, intestino, rins, vesícula biliar, bexiga), bem como a musculatura dos membros anterior e posterior e a cavidade celomática foram examinados quanto à presença de parasitas. Os nematoides encontrados foram mortos em solução quente (~60°C) de álcool etílico 70% e fixados em álcool 70%. Os trematódeos, cestoides e monogenoides foram mortos por meio de compressão com lâmina e lamínula, mantidas úmidas com álcool absoluto. Todos os espécimes coletados (licença SISBIO #49876-1) foram depositados na Coleção de Anfíbios da Universidade Federal de Santa Maria (ZUFISM).

Amostragem dos descritores ambientais

Descritores da paisagem: para representar a paisagem foram registradas as seguintes métricas: tipo de uso da terra predominante em um *buffer* de 500 m no entorno de cada corpo d'água (e.g. cultivos agrícolas, pecuária sobre campo nativo); menor distância dos corpos d'água em relação a fragmentos florestais e residências humanas.

Descritores de espacialidade: a distribuição espacial das poças amostradas foi descrita através dos Mapas de Autovetores de Moran (MEMs, "Moran's Eigenvector Maps"), com base nas coordenadas geográficas registradas para cada poça amostrada (BORCARD et al., 2011).

Descritores locais: As variáveis locais utilizadas como descritoras da heterogeneidade dos corpos d'água foram: área do corpo d'água (m²); número de tipos estruturais de hidrófitas presentes nos corpos d'água (emersas, imersas e flutuantes); número de tipos estruturais de vegetação presentes nas margens (rasteira, arbustivas ou arbórea); hidroperíodo (permanente ou temporário); número de planos de inclinação das margens (plana, inclinada ou barranco); origem dos corpos d'água (natural ou antrópica) e profundidade (m). As medidas para o cálculo da área das poças foram tomadas com o uso de trena laser e, GPS quando necessário. A área dos corpos d'água foi calculada de acordo com os respectivos formatos (quadrado, trapézio, elipse ou retângulo). Foram registradas cinco variáveis físico-químicas da água (pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, salinidade e turbidez) e a presença de moluscos gastrópodes (possíveis vetores de parasitas). As variáveis da água foram medidas usando uma sonda multi-parâmetro Horiba®. A amostragem de moluscos foi realizada em varredura com puçá de cabo longo (malha metálica de 4 mm²) somente uma vez, em toda margem das poças. Os moluscos coletados foram armazenados em um recipiente com formalina 5% devidamente identificados.

Amostragem, preparação e identificação dos helmintos

A coleta e processamento dos helmintos seguiram as técnicas utilizadas por Amato et al. (1991). Assim, os espécimes foram conservados em solução de álcool 70% até o momento de preparação das lâminas temporárias para identificação. Os trematódeos, monogenoides e cestoides foram corados com carmin clorídrico (ANDRADE, 2000; REY, 2001) e diafanizados com eugenol. Já os nematóides foram clarificados com a técnica do lactofenol de Aman (ANDRADE, 2000). Posteriormente, foram montadas lâminas temporárias e

examinadas em microscópio. Os dados morfométricos e fotomicrografias dos helmintos foram obtidos em sistema computadorizado para análise de imagens LAZ V4 (LeicaApplicationSuite), adaptado aos microscópios DM 2500-Leica, com o sistema de contraste interferencial de fase. A determinação das espécies dos helmintos foi realizada com o auxílio dos trabalhos de Schmidt (1986), Gibson et al. (2002), Vaucher (1990), Vicente et al. (1990), Anderson et al. (2009) e Gibbons (2010). As análises foram realizadas no Laboratório de Ecologia do Parasitismo (LECOP), do Departamento de Biologia e Zootecnia da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Unesp, Campus Ilha Solteira. Os espécimes-testemunho foram depositados na Coleção Helminológica do Instituto de Biociências de Botucatu (CHIBB).

Análise de dados

Foram calculados os descritores quantitativos do parasitismo (*sensu* BUSH et al., 1997) para todas as espécies de parasitas (prevalência, abundância média e intensidade média) e de hospedeiros (riqueza parasitária total, amplitude e riqueza rarefeita) registrados. Adicionalmente, para cada média foi calculado o respectivo erro padrão. Utilizamos o método de rarefação de cobertura baseada em amostras para calcular a riqueza rarefeita (CHAO; JOST, 2012), no programa INEXT online (HSIEH et al., 2016, disponível em: <http://chao.stat.nthu.edu.tw/blog/software-download/>). Adotamos a técnica de rarefação para comparar a riqueza parasitária registrada em campo nativo com aquela registrada em cultivo agrícola, para duas das espécies de hospedeiro (*Leptodactylus latrans* e *Physalaemus cuvieri*) cuja abundância total de helmintos coletados diferiu marcadamente entre os dois ambientes estudados, impedindo comparações diretas.

Utilizamos a Análise de Espécies Indicadoras (ISA) (DUFRENE; LEGENDRE, 1997) para determinação de espécies indicadoras da heterogeneidade ambiental (campo nativo x cultivo agrícola) na região de estudo. A ISA foi realizada no programa PC-ORD 5 (MCCUNE; MEFFORD, 1999). A análise pondera a associação dos dados de abundância de uma espécie em certo grupo e sua frequência de ocorrência nesse mesmo grupo. O resultado gera um valor indicador (VI) para cada espécie em cada grupo e a significância da diferença de um valor gerado pelo acaso é determinada pelo teste de permutação de Monte Carlo (4.999 permutações). Então, para ser considerada uma espécie indicadora de um ambiente ela precisa apresentar o alto valor indicador para o mesmo e o resultado do teste de Monte Carlo ser significativo ($p \leq 0,05$). Nós testamos possíveis diferenças entre campo nativo e cultivo

agrícola quanto à fauna helmíntica em Análises de Similaridades (ANOSIM) (CLARKE; GORLEY, 2006), utilizando o índice de Bray-Curtis e 9.999 permutações. Os padrões de similaridade foram representados em espaço bidimensional através de ordenação por Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS). As análises de ANOSIM e NMDS foram realizadas com o programa PRIMER-E® 6.0 (CLARKE; GORLEY, 2006).

Nós descrevemos a distribuição espacial das poças amostradas através dos Mapas de Autovetores de Moran (MEMs, "Moran's Eigenvector Maps") (BORCARD et al., 2011), utilizando as coordenadas geográficas registradas em campo com GPS Garmin modelo GPSMap 62. Realizamos uma análise para três dos quatro hospedeiros (i.e. *Leptodactylus latrans*, *Physalaemus cuvieri* e *Aplastodiscus perviridis*) já que eles não foram coletados sempre nas mesmas poças. Não foi possível realizar essa análise para *Pseudis cardosoi*, pois esse hospedeiro ocorreu em apenas duas das unidades amostrais (Painel e Campo Belo do Sul), totalizando um baixo número de poças. Os filtros espaciais foram obtidos no programa SAM 4.0 (Análise Espacial em Macroecologia) (RANGEL et al., 2006) e foram utilizados como preditores espaciais em análises de Regressão Generalizada. Isso possibilitou descrever o arranjo espacial de todas as poças para verificar se a distância ou proximidade entre elas influencia as métricas de infecção parasitária (prevalência, intensidade e abundância). A distância de truncagem para poças com amostras de *Leptodactylus latrans* foi de 253,435 m (i.e. a distância mínima que conecta todas as poças), de 253,338 m para *Physalaemus cuvieri* e de 253,565 m para *Aplastodiscus perviridis*. Nós utilizamos o correlograma espacial que descreve a magnitude e a direção da autocorrelação espacial do Coeficiente de Moran (RANGEL et al., 2006), para verificar a relação entre preditores espaciais e as métricas de infecção parasitária (prevalência, intensidade e abundância). Na sequência, foram utilizados modelos de regressão generalizados (GRM, "Generalized Regression Models") (NELDER; WEDDERBURN, 1972; MCCULLAGH; NELDER, 1989) para avaliar a influência de cada conjunto de descritores (locais, espaciais e da paisagem) como possíveis preditores das métricas de infecção parasitária (prevalência, intensidade e abundância). Os modelos foram construídos com a inclusão de variáveis passo-a-passo ("forward stepwise", ZAR, 1999) e uma análise de partilha da variância (BORCARD et al., 1992) foi realizada para avaliar a explicabilidade independente e compartilhada entre os diferentes conjuntos de preditores (local, espacial e da paisagem), incluindo apenas os descritores previamente selecionados pelos modelos individuais. A matriz das métricas de infecção parasitária foi logaritimizada e as matrizes de variáveis locais e da paisagem foram transformadas por arcoseno ou

logaritimizadas, dependendo da variável. As análises foram realizadas no programa STATISTICA 10 (STATSOFT, 2000) e SAM 4.0 (RANGEL et al., 2006).

RESULTADOS

Foi coletado um total de 171 anuros, 84 indivíduos em campo nativo e 87 indivíduos em cultivo agrícola (lavoura de soja e/ou milho): *Aplastodiscus perviridis* (n=36), *Leptodactylus latrans* (n=60), *Physalaemus cuvieri* (n=53) e *Pseudis cardosoi* (n=22). Na análise parasitológica, foram encontrados 2.137 helmintos em anuros provenientes do cultivo agrícola e 1.569 daqueles oriundos do campo nativo, pertencentes a 25 taxa (Tabela 1). O nematoda *Hedruris* sp. (Figura 3), encontrado no estômago de um *Leptodactylus latrans* em área de cultivo agrícola, representa o primeiro registro do gênero no Brasil.

A ANOSIM revelou diferença significativa entre campo nativo e cultivo agrícola quanto à estrutura das comunidades de helmintos nos hospedeiros *Aplastodiscus perviridis* (R=0,25; p=0,01), *Leptodactylus latrans* (R=0,13; p=0,001) e *Pseudis cardosoi* (R=0,39; p=0,52) (Figura 5A e B e C respectivamente). Entretanto, não houve diferença significativa nas comunidades de helmintos em *Physalaemus cuvieri* (R=-0,01; p=0,52) quando comparados campo nativo e cultivo agrícola (Figura 5C). Adicionalmente, a Análise de Espécies Indicadoras (ISA) apontou dois helmintos como indicadores de campo nativo, um no hospedeiro *Physalaemus cuvieri* (o monogenoide *Polystoma cuvieri*) e outra no hospedeiro *Pseudis cardosoi* (o cestódeo *Ophiotaenia* sp.). Para o cultivo agrícola, as espécies indicadoras foram o trematódeo *Choledocystus elegans* em *Leptodactylus latrans* e a larva plerocercóide da Classe Cestoda, encontrada em *Aplastodiscus perviridis* (Tabela 2).

Para os parâmetros de infecção geral, os helmintos apresentaram porcentagem de prevalência de infecção e intensidade de infecção maiores no cultivo agrícola do que no campo nativo (Tabela 3). Dos 84 anuros coletados em campo nativo, 71 estavam parasitados por pelo menos uma espécie de helminto (prevalência total de 84%). Dos 87 anuros coletados no cultivo agrícola, 82 estavam parasitados (prevalência total de 94%). Exemplo desse padrão foi observado em *Aplastodiscus perviridis*, com prevalência de infecção de 88,24% em cultivo agrícola e 52,63% em área de campo nativo, bem como abundância média de parasitas de 26,5 em cultivo agrícola e 3,0 em campo nativo (Tabela 4). *Leptodactylus latrans* foi o único hospedeiro que apresentou uma prevalência de infecção maior em área de campo nativo (Tabela 4).

A variação das métricas de infecção parasitária dos anuros hospedeiros ao longo das poças amostradas não foi relacionada com os descritores do espaço ($p > 0,05$). Já para os descritores locais representando a altura da vegetação nas margens das poças e a porcentagem de cobertura vegetal das poças foram relacionados com o aumento da intensidade de infecção ($r^2_{ajustado} = 0,348$; $F = 6,34$; $p = 0,008$) e com o aumento da abundância de helmintos ($r^2_{ajustado} = 0,342$; $F = 6,21$; $p = 0,008$) no hospedeiro *Leptodactylus latrans*.

A prevalência de infecção em *Aplastodiscus perviridis* foi relacionada com três descritores locais: porcentagem de vegetação arbustiva na margem das poças, porcentagem de gramíneas na margem das poças e salinidade da água ($r^2_{ajustado} = 0,98$; $F = 227,3$; $p = 0$). Além disso, o aumento da intensidade de infecção ($r^2_{ajustado} = 0,375$; $F = 6,41$; $p = 0,035$) e da abundância dos helmintos ($r^2_{ajustado} = 0,397$; $F = 6,93$; $p = 0,03$) foi relacionado com o descritor de paisagem representando o tipo de matriz onde as poças foram amostradas, se em matriz campestre ou em cultivo agrícola.

Para *Physalaemus cuvieri*, a abundância de helmintos foi relacionada com o descritor de paisagem representando a distância das poças em relação ao fragmento florestal mais próximo ($r^2_{ajustado} = 0,437$; $F = 11,12$; $p = 0,005$). Já o aumento da intensidade de infecção foi relacionado com descritor local de porcentagem de vegetação arbustiva na margem das poças ($r^2_{ajustado} = 0,28$; $F = 5,09$; $p = 0,04$) e com o descritor de paisagem representando a distância das poças em relação ao fragmento florestal ($r^2_{ajustado} = 0,42$; $F = 10,44$; $p = 0,007$). Nesse caso, o modelo que considerou os dois grupos de preditores em conjunto (local e da paisagem) explicou 48% da variação na intensidade de infecção em *P. cuvieri*. A análise de partição da variância mostrou que 8,7% dessa variabilidade total na intensidade de infecção em *Physalaemus cuvieri* foi resultado do efeito combinado dos preditores locais e da paisagem. A contribuição isolada dos preditores locais e de paisagem foi equivalente, pois a proporção da variância explicada exclusivamente por preditores da paisagem foi de 19,9% e a proporção da variância explicada exclusivamente de preditores locais foi de 19,4%. Os demais 52% da variabilidade permaneceram não explicados pelo modelo.

DISCUSSÃO

Nossos resultados mostraram que a fauna helmíntica dos anuros na região dos Campos de Altitude no sul do Brasil é influenciada pelo ambiente de cultivo agrícola. No presente estudo, a prevalência, a intensidade de infecção parasitária e abundância de helmintos foram maiores em anuros no cultivo agrícola do que no campo nativo e essas métricas foram influenciadas por alguns descritores ambientais. Desta forma, nossas análises sugerem que a

substituição do campo nativo pelo cultivo agrícola altera a estrutura e a composição da comunidade de helmintos, modificando as métricas do parasitismo analisadas.

Dentre os parasitas registrados no presente estudo, o nematoide *Hedruris* sp. (encontrado no estômago de um *Leptodactylus latrans* em poça no cultivo agrícola) representa o primeiro registro desse gênero no Brasil. Espécies *Hedruris* são parasitas de tratos digestivos de peixes, anuros, salamandras e répteis (BURSEY; GOLDBERG, 2007). Pelo menos duas espécies de *Hedruris* são reconhecidas por parasitar rãs do gênero *Lithobates*: *H. heyeri* parasitando *Lithobates warszewitschii* na Costa Rica (BURSEY; GOLDBERG, 2007) e *H. siredonis* parasitando *Lithobates clamitans* e *L. catesbeianus* na América do Norte (MUZZALL; BAKER, 1987). Curiosamente, o indivíduo de *Leptodactylus latrans* parasitado por *Hedruris* sp. foi coletado em poça infestada pela rã-touro norte-americana *Lithobates catesbeianus* (anuro considerado invasor no Brasil). Dessa forma, o presente registro pode indicar a ocorrência de infecção cruzada entre as duas espécies de anuros, já que *Hedruris* naturalmente parasita espécies do gênero *Lithobates*.

A hipótese de que anuros de áreas nativas e agrícolas apresentam helmintofauna distinta foi corroborada com os resultados da ANOSIM que revelou diferença significativa entre campo nativo e cultivo agrícola quanto à estrutura das comunidades de helmintos nos hospedeiros *Aplastodiscus perviridis*, *Leptodactylus latrans* e *Pseudis cardosoi*. Mas diferente do que supomos, a riqueza de helmintos registrada em anuros no campo nativo foi similar àquela registrada no cultivo agrícola. Esse último padrão difere dos estudos que reportam maior riqueza em áreas nativas florestais (KOPRIVNIKAR et al., 2006). Talvez em campo nativo existam antihelmínticos residuais nas fezes de gado, que podem afetar negativamente a riqueza de helmintos, reduzindo assim a sobrevivência dos estádios infecciosos de helmintos de vida livre (LUMARET et al., 2012). Isso potencialmente, pode reduzir o sucesso da transmissão do parasita, resultando em valores de riqueza similares ao registrados no cultivo agrícola. De qualquer forma, apenas a riqueza de parasitas não é um bom determinante para se inferir as condições ambientais (AHO, 1990), já que é através da composição da comunidade de helmintos que podemos entender melhor a dinâmica entre parasita, hospedeiro e ambiente (POULIN, 2007).

Já a diferenciação na estrutura das comunidades de helmintos entre hospedeiros do campo nativo x cultivo agrícola pode ser explicada pelas características distintas que caracterizam os dois ambientes estudados. As espécies de helmintos reagem de forma diferente frente aos mesmos problemas e isso altera e modela a estrutura das comunidades. Portanto, as associações entre padrões de uso da terra e a estrutura das comunidades de

parasitas de anfíbios parecem ser o resultado das respostas dos hospedeiros para as mudanças associadas ao uso da terra (MCKENZIE, 2007). De fato, nós encontramos duas espécies de helmintos indicadoras de hospedeiros em campo nativo: o monogenoide *Polystoma cuvieri* no hospedeiro *Physalaemus cuvieri*, e o cestódeo *Ophiotaenia* sp. no hospedeiro *Pseudis cardosoi*. Essas espécies informam a qualidade desse ambiente, já que suas frequências de ocorrência em anuros do cultivo agrícola foi muito baixa. Algumas espécies de helmintos são negativamente afetadas pelas condições adversas do ambiente, antes mesmo de conseguirem realizar a infecção em seus hospedeiros (KOPRIVNIKAR et al., 2006). No caso dessas duas espécies indicadoras, as características das poças em área de cultivo agrícola podem causar mortalidade ou diminuir o seu sucesso na reprodução e infecção. Um ambiente pobre para o hospedeiro pode se traduzir em um ambiente pobre para o parasita que depende apenas de seus hospedeiros para sobreviver. Assim, os parasitas que habitam hospedeiros em um ambiente pobre (como área de cultivo agrícola) podem ter menos alimento, o que pode reduzir a reprodução dos parasitas (BARBER et al., 2008; SEPPÄLÄ et al., 2008). Talvez por esses fatores *P. cuvieri* e *O. bonariensis* não obtenham sucesso de sobrevivência em cultivo agrícola por exigirem as características ambientais oferecidas pelo ambiente nativo.

Inversamente, hospedeiros em condições precárias podem ter menos recursos para alocar funções imunológicas ou outras defesas contra parasitas (SHELDON; VERHULST, 1996; SADD; SCHMID-HEMPEL, 2008), deixando assim o crescimento e/ou reprodução de alguns parasitas menos inibido pelo ataque das defesas do hospedeiro. Isso pode explicar a ocorrência das espécies indicadoras registradas na área de cultivo agrícola: *Choledocystus elegans* em *Leptodactylus latrans* e a larva plerocercóide (Cestoda), encontrada em *Aplastodiscus perviridis*. Esses helmintos dependem de hospedeiros intermediários invertebrados para completar seu ciclo de vida. Nesse sentido, esses dois helmintos se beneficiariam no ambiente agrícola, pois conseguem infectar um número maior de hospedeiros (KIESECKER et al., 2004), obtendo maior sucesso de infestação em relação ao campo nativo, pois a transmissão é facilitada pela maior disponibilidade de hospedeiros intermediários (MCKENZIE, 2007).

A hipótese de que áreas de cultivo agrícola apresentam anuros hospedeiros com maior prevalência e intensidade de infecções por helmintos foi corroborada em pelo menos uma das duas métricas nos anuros analisados. Mas diferente do que nós supomos, essas métricas não foram relacionadas com a possível maior abundância de hospedeiros intermediários (caramujos) nas poças do cultivo agrícola. Isso pode ser explicado pelo fato de que os nematoides foram os helmintos mais representativos no cultivo agrícola (em abundância e

número de *taxa*). Esses parasitas possuem ciclo direto, sem necessitarem de caramujos para completarem o seu ciclo biológico. Já os trematódeos digenéticos (para os quais caramujos são hospedeiros intermediários) foram menos expressivos no cultivo. Dentre os hospedeiros analisados, *Aplastodiscus perviridis* parece ser muito sensível às alterações no ambiente já que apresentou maior prevalência e intensidade de infecção na área de cultivo agrícola. Nós encontramos nesses hospedeiros em área de cultivo agrícola muitos cistos na musculatura, na cavidade e nos órgãos dos indivíduos. Este hospedeiro é um exemplo de como o uso e alterações na terra podem aumentar a intensidade de infecção, por facilitar a transmissão por incremento da abundância dos hospedeiros intermediários ou por suprimir o sistema imune dos hospedeiros (ROHR et al., 2008; SCHOTTHOEFER et al., 2011).

Leptodactylus latrans foi o único hospedeiro que apresentou maior prevalência de infecção parasitária no campo nativo, mas a abundância e a intensidade de infecção foram maiores no cultivo agrícola. *Leptodactylus latrans* é um anuro terrícola, mas frequentemente encontrado dentro ou à beira d'água, isso proporciona aos indivíduos o contato com infecção de parasitas em ambiente terrestre e aquático (CAMPIÃO et al., 2016). Em um ambiente perturbado, todas as espécies de hospedeiros acabam sendo mais vulneráveis à infecção e os invertebrados também sofrem um maior incremento de parasitas. Provavelmente esse déficit de saúde nos hospedeiros proporciona um maior sucesso de infecções em áreas “doentes”. Assim, os distúrbios que afetam os hospedeiros intermediários ou vetoriais envolvidos na transmissão influenciarão a abundância de um parasita em um dado sistema (MCKENZIE, 2007).

Pseudis cardosoi, apesar de ter apresentado prevalência parasitária maior em área de cultivo agrícola do que no campo nativo, apresentou intensidade de infecção e abundância maior no campo nativo. Isso pode estar relacionado ao hábito de vida aquático desse hospedeiro, já que anuros aquáticos são particularmente susceptíveis a mudanças nas comunidades de parasitas devido às mudanças ambientais (MCKENZIE, 2007). Possivelmente, ao mesmo tempo em que o organismo de um anuro aquático, como é o caso do *Pseudis cardosoi*, tenta lidar (através de mudanças no seu sistema imune) com a alta concentração de agrotóxicos e fertilizantes, bem como baixos níveis de oxigênio, por exemplo, ele pode acabar diminuindo ou eliminando grande parte de sua comunidade parasítica. Essas diferenças observadas em nosso estudo evidenciam a assimetria na resposta parasitária, que pode ser influenciada conjuntamente por características do parasita, estratégia de ciclo de vida, espécies de hospedeiros, bem como sua ecologia e filogenia (CAMPIÃO et al., 2016).

Corroboramos a hipótese de que os descritores ambientais estão relacionados aos parâmetros de infecção parasitária de anuros por helmintos, em escala local (principalmente) e da paisagem. Já os descritores espaciais não foram relacionados às métricas do parasitismo, já que a distribuição das poças não mostrou relação com as métricas analisadas, sugerindo que processos ligados à dispersão dos parasitas (BARRETT et al., 2008; MAZÉ-GUILMO et al., 2016) foram pouco importantes na região estudada. A perda de relação com os descritores espaciais pode estar relacionada ao fato de que a dispersão de parasitas também pode estar relacionada às aves que utilizam, se alimentam e defecam nas poças temporárias e/ou permanentes (PRESTON, et al, 2014). Nesse caso essa escala de observação e distância média entre as poças não é uma escala significativa para as aves, e conseqüentemente para a dispersão dos parasitas. Para *Leptodactylus latrans*, o aumento da intensidade de infecção e da abundância dos helmintos foi relacionado apenas com descritores locais (altura da vegetação nas margens das poças e com a porcentagem de cobertura vegetal nas poças). Isso parece estar relacionado com os ambientes preservados, que possuem vegetação heterogênea e que podem comportar fauna de invertebrados diversa e abundante, aumentando as chances do encontro do parasita com seus hospedeiros e de presas com seus predadores (AHO, 1990; POULIN, 2007). Nesse sentido, a vegetação aquática também aumenta a complexidade ambiental, afeta a produtividade primária, a ciclagem de nutrientes e, conseqüentemente, as populações de animais aquáticos, como os hospedeiros intermediários que utilizam esses ambientes para a sua sobrevivência (PADIAL et al., 2009; THOMAZ; CUNHA, 2010).

As métricas de infecção parasitária de *Aplastodiscus perviridis* foram as mais influenciadas pelos descritores ambientais, já que a prevalência foi relacionada com três descritores locais (porcentagem de vegetação arbustiva na margem das poças, porcentagem de gramíneas nas margens das poças e salinidade da água). Essa prevalência pode estar diretamente relacionada à alta abundância de invertebrados que um ambiente com uma alta porcentagem de vegetação possui em relação a um ambiente pobre em vegetação. A intensidade de infecção e a abundância de helmintos foram relacionadas com o descritor de paisagem representando o tipo de matriz onde a poça foi amostrada, já que mudanças no uso da terra podem aumentar a abundância de parasitas que não são patogênicos em baixas densidades, mas que se tornam patogênicos em densidades elevadas (i.e., a elevada intensidade no anuro) (MCKENZIE, 2007).

Physalaemus cuvieri teve a abundância de helmintos relacionada com um descritor da paisagem (a distância da poça em relação ao fragmento florestal mais próximo). Além disso, a intensidade de infecção aumentou em função de um descritor local (a porcentagem de

vegetação arbustiva na margem da poça) e de um descritor da paisagem (a distância da poça em relação ao fragmento florestal). Esses dois preditores juntos explicaram 48% da variação na intensidade de infecção. Fragmentos florestais servem de refúgio para as espécies de animais e sem esses fragmentos próximos as poças, a vegetação arbustiva das margens das poças torna-se esse refúgio, proporcionando um maior número de hospedeiros intermediários. A vegetação marginal dos corpos d'água torna-se muito importante para as espécies, pois propicia heterogeneidade estrutural no habitat, como microhabitats para forrageamento e reprodução, bem como proteção contra condições ambientais adversas como, contaminação por pesticidas, insolação e ressecamento (VASCONCELOS et al., 2009). Portanto, em poças distantes de fragmentos florestais, a vegetação marginal propicia a complexidade estrutural necessária para diferentes formas de exploração dos recursos ambientais (BAZZAZ, 1975), favorecendo assim a sobrevivência de um maior número de espécies, aumentando as chances da transmissão e infecção parasitárias.

No presente estudo nós analisamos anuros provenientes de campo nativo e de cultivo agrícola para comparar as comunidades de helmintos nesses dois tipos de ambiente e buscar possíveis impactos do cultivo agrícola sobre os helmintos dos anuros dessas áreas. Verificamos que o cultivo agrícola altera a estrutura e a composição das comunidades de helmintos em anuros, influenciando o aumento do número de anuros infectados, bem como a abundância e a intensidade de infecção parasitária, similar ao previamente reportado em outros estudos (KIESECKER, 2002; JOHNSON; CHASE, 2004; KOPRIVNIKAR et al., 2006). Os resultados obtidos são preocupantes quando se considera a acelerada conversão dos campos nativos em sistemas agrícolas. Estudos dessa natureza são relevantes para a conservação dos anfíbios, para nosso entendimento da ecologia de doenças da vida selvagem e das mudanças no meio ambiente (KOPRIVNIKAR et al., 2012). Diante disso, ressaltamos a importância de se conhecer os processos que regem a estrutura das comunidades de helmintos em anuros de áreas preservadas, bem como em áreas degradadas e/ou modificadas em cultivo agrícola.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. **Helmintofauna associada à anfíbios da Ilha Anchieta, litoral norte do estado de São Paulo, Brasil**. 2013. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)-Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.
- AHO, J. M. Helminth communities of amphibians and reptiles: Comparatives approaches to understanding patterns and processes. In: ESCH, G. et al. (edit). **Parasite communities: Patterns and processes**. New York: Chapman and Hall, 1990. p. 157-196.
- 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, 1991. 81 p.
- ANDERSON, R. C. **Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission**. 2 ed. UK: CABI Publishing Wallingford, 2000. 650 p.
- ANDERSON, R. C.; CHABAUD, A. G.; WILLMOTT, S. **Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates: Archival Volume**. London: CAB International, 2009. 463 p.
- ANDRADE, C. M. **Meios e soluções comumente empregados em laboratórios**. Rio de Janeiro: Editora Universidade Rural, 2000. 353 p.
- BARBER, I.; WRIGHT, H. A.; ARNOTT, S. A.; WOOTTON, R. J. Growth and energetics in the stickleback-*Schistocephalus* host-parasite system: a review of experimental infection studies. **Behaviour**, v. 145, p. 4-5, 2008.
- BARRETT, L. G.; THRALL, P. H.; BURDON, J. J.; LINDE, C. C. Life history determines genetic structure and evolutionary potential of host– parasite interactions. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 23, p. 678-685, 2008.
- BAZZAZ, F. A. Plant species diversity in old-field successional ecosystems in southern Illinois. **Ecology**, v. 56, p. 485-488, 1975.
- BENCKE, G. A. Diversidade e conservação da fauna dos Campos do Sul do Brasil. In: PILLAR, V. P. et al. (eds). **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 101-121.
- BENTZ, S.; SINNAPPAH-KANG, N. D.; LIM, L. H. S.; LEBEDEV, B.; COMBES, C.; VERNEAU, O. Historical biogeography of amphibian parasites, genus *Polystoma* (Monogenea: Polystomatidae). **Journal of Biogeography**, v. 33, p. 742-749, 2006.
- BOLDRINI, I. I. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V. P. (eds). **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 63-77.
- BOLEK, M. G.; COGGINS, J. R. Helminth community structure of sympatric eastern American toad, *Bufo americanus americanus*, northern leopard frog, *Ranapipiens*, and blue-

spotted salamander, *Ambystomalaterale*, from southeastern Wisconsin. **Journal of Parasitology**, v. 89, p. 673-680, 2003.

BORCARD, D.; LENGENDRE, P.; DRAPEAU, P. Partialling out the spatial component of ecological variation. **Ecology**, v. 73, p. 1045-1055, 1992.

BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical ecology with R. Use R!** New York: Springer, 2011. 306 p.

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. 76-85, 2006.

BURSEY, C. R.; GOLDBERG, S. R. New Species of *Hedruris* (Nematoda: Hedruridae), *Anuracanthorhynchus lutzi* (Hamann, 1891) n. comb. and other Helminths in *Lithobates warszewitschii* (Anura: Ranidae) from Costa Rica. **Caribbean Journal of Science**, v. 243, p. 1-10, 2007.

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, p. 575-583, 1997.

CAMPIÃO, K. M.; RIBAS, A. C. A.; SILVA, I. C. O.; DALAZEN, G. T.; TAVARES, L. E. R. Anuran helminth communities from contrasting nature reserve and pasture sites in the Pantanal wetland, Brazil. **Journal of Helminthology**, v. 23, p. 1-6, 2016.

CHAO, A.; JOST, L. Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. **Ecology**, v. 93, p. 2533-2547, 2012.

CLARKE, K. R.; GORLEY, R. N. **Software PRIMER v6**. PRIMER-E. UK: Plymouth, 2006. 172 p. DUFRENE, M.; LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs**, v. 67, p. 345-366, 2006.

DUFRENE, M.; LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: The need for a flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs**, v. 67, p. 345-366, 1997.

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

GIBSON, D.; JONES, A.; BRAY, R. **Keys to the Trematoda**. London: CAB International, 2002. 521 p.

GIBBONS, L. **Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates**. Supplementary Volume. Wallingford: CABI International, 2010. 416 p.

HAMANN, M. I.; KEHR, A. I.; GONZÁLEZ, 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, p. 1171-1179, 2006.

HART, B. L. Behavioral defense against parasites – interaction with parasite invasiveness. **Parasitology**, v. 109, p. 139-151, 1994.

HSIEH, T. C.; MA, K. H.; CHAO, A. iNEXT online: interpolation and extrapolation (Versão 1.0) [Software]. Disponível em: <http://chao.stat.nthu.edu.tw/blog/software-download/>. Acesso em: jun. de 2016.

HUECK, K. **Die wälder südamerikas**. Stuttgart: Fischer, 1966. 422 p.

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, p. 630-640, 1992.

JOHNSON, P. T. J.; CHASE, J. M. Parasites in the food web: linking amphibian malformations and aquatic eutrophication. **Ecology Letters**, v. 7, p. 521-526, 2004.

JOHNSON, P. T. J.; CHASE, J. M.; DOSCH, K. L.; HARTSON, R. B.; GROSS, J. A.; LARSON, D. J.; SUTHERLAND, D. R.; CARPENTER, S. R. Aquatic eutrophication promotes pathogenic infection in amphibians. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.14, p. 15781-15786, 2007.

KIESECKER, J. M. Synergism between trematode infection and pesticide exposure: A link to amphibian limb deformities in nature? **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 99. p. 9900-9904, 2002.

KIESECKER, J. M.; BELDEN, L. K.; SHEA, K.; RUBOO, M. J. Amphibian decline and emerging disease. **American Scientist**, v. 92, p. 138-147, 2004.

KOPRIVNIKAR J.; FORBES M. R.; BAKER R. L. Effects of atrazine on cercarial longevity, activity, and infectivity. **Journal of Parasitology**, v. 923, p. 306-311, 2006.

KOPRIVNIKAR J.; GIBSON C. H.; REDFERN J. C. Infectious personalities: behavioural syndromes and disease risk in larval amphibians. **Proceedings of the Royal Society of London**, v. 279, p. 1544-1550, 2012.

LAURANCE, W. F.; LOVEJOY, T. E.; VASCONCELOS, H. L.; BRUNA, E. M.; DIDHAM, R. K.; STOUFFER, P. C.; GASCON, C.; BIERREGAARD, R. O.; LAURANCE, S. G.; SAMPAIO, E. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: A 22-year investigation. **Conservation Biology**, v. 16, p. 605-618, 2002.

LUMARET, J. P.; ERROUISSI, F.; FLOATE, F.; RÖMBKE, J.; WARDHAUGH, K. A review on the toxicity and non-target effects of macrocyclic lactones in terrestrial and aquatic environments. **Current Pharmaceutical Biotechnology**, v.1 3, p. 1004-1060, 2012.

MAZÉ-GUILMO, E.; BLANCHET, S.; MCCOY, K. D.; LOOT, G. Host dispersal as the driver of parasite genetic structure: a paradigm lost? **Ecology Letters**, v. 19, p.3 36-347, 2016.

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, 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. J. Human land use and patterns of parasitism in tropical amphibian hosts. **Biological Conservation**, v. 137, p. 102-116, 2007.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. **PC-ORD Multivariate Analysis of Ecological Data**, version 4.2. Oregon: MjM Software Design, 1999.

MCCULLAGH, P.; NELDER, J. A. **Generalized Linear Models**. London: Chapman and Hall, 1989. p. 532.

MIGUEL, P. S.; TAVELA, R. C.; MARTINS-NETO, R. G. O declínio populacional de anfíbios e suas consequências ecológicas. In: Congresso de Ecologia do Brasil 2007, Caxambu, MG. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**. Sociedade de Ecologia do Brasil, 2007. p. 1-3.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade Brasileira: Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília, 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/arquivos/Bio5.pdf>. Acesso em: out. 2016.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília, 2003. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/arquivos/fragment.pdf>. Acesso em: out. 2016.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Análise e sugestão de Emendas à Propos de Resolução sobre parâmetros básicos para identificação e análise da vegetação primária e dos estágios sucessionais da vegetação secundária nos campos de altitude associados ou abrangidos pela Mata Atlântica**. Brasília, 2008. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/3AA1D219/ParecerMMA_CamposAltitude_270209.pdf. Acesso em: out. 2016.

MUZZALL, P. M.; BAKER, M. R. First Report of *Hedruris siredonis* (Nematoda: Hedruridae) from North American Frogs. **Proceedings of the Helminthological Society of Washington**, v. 54, p. 276-277, 1987.

NELDER, J. A.; WEDDERBURN, R. W. M., Generalized linear models. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 135, p. 370-384, 1972.

NIMER, E. Climatologia do Brasil. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. In: PILLAR, V. P. et al. (eds.). **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 1989. p. 13-25.

OVERBECK, G. E.; MÜLLER, S. C.; FIDELIS, A.; PFADENHAUER, J.; PILLAR, V. D.; BLANCO, C. C.; BOLDRINI, I. I.; BOTH, R.; FORNECK, E. D. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. **Perspectives in plant ecology, evolution and systematic**, v. 9, p. 101-116, 2007.

PADIAL, A. A.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A. Effects of structural heterogeneity provided by the floating macrophyte *Eichhornia azurea* on the predation efficiency and habitat use of the small Neotropical fish *Moenkhausia sanctaefilomenae*. **Hydrobiologia**, v. 624, p. 161-170, 2009.

PILLAR, V. P.; VÉLEZ, E. Extinção dos Campos Sulinos em Unidades de Conservação: um Fenômeno Natural ou um Problema Ético? **Natureza e Conservação**, v. 8, p. 84-86, 2010.

POULIN, R. **Evolutionary ecology of parasites**. London: Chapman and Hall, 1998, 212 p.

POULIN, R. **Evolutionary ecology of parasites from individuals to communities**, 2 ed. New Jersey: Princeton University Press, 2007. 212 p.

PRESTON, D. L.; JACOBS, A. Z.; ORLOFSKE, S. A.; JOHNSON, P. T. J. Complex life cycles in a pond food web: effects of life stage structure and parasites on network properties, trophic positions and the fit of a probabilistic niche model. **Oecologia**, v. 174, p. 956-965, 2014.

RANGEL, T. F. L.V. B.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; BINI, L. M. Towards an integrated computational tool for spatial analysis in macroecology and biogeography. **Global Ecology and Biogeography**, v. 15, p. 321-327, 2006.

RATHCKE, B. J.; JULES E. S. Habitat fragmentation and plant-pollinator interactions. **Current Science**, v. 65, p. 273-277, 1993.

REY, L. **Parasitologia: parasitos e doenças parasitárias do homem nas Américas e na África**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 856 p.

ROHR, J. R.; RAFFELA, T. R.; ROMANSICA, J. M.; MCCALLUMB, H.; HUDSON, P. J. Evaluating the links between climate, disease spread, and amphibian declines. **Proceedings of the National Academy of Science**, v. 105, p. 17436-17441, 2008.

SADD, B. M.; SCHMID-HEMPEL, P. Principles of ecological immunology. **Evolutionary Applications**, v. 2, p. 113-121, 2008.

SANTOS, T. G.; KOPP, K.; SPIES, M. R.; TREVISAN, R.; CECHIN, S. Z. Distribuição temporal e espacial de anuros em área de Pampa, Santa Maria, RS. **Iheringia**, v. 98, p. 244-253, 2008.

SCHMID-HEMPEL, P.; EBERT, D. On the evolutionary ecology of specific immune defence. **Trends in Ecology and Evolution**, v.18, p. 27-32, 2003.

SCHMIDT, G. D. **CRC Handbook of tapeworm identification**. CRC Press, Florida, 1986. 675p.

SCOTT, JR. N. J.; WOODWARD, B. D. Surveys at breeding sites. In: HEYER, W. R. et al. (eds.). **Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians**. Washington: Smithsonian Institution Press, 1994. p. 84-92.

SEPPÄLÄ, O.; LILJEROOS, K.; KARVONEN, A.; JOKELA, J. Host condition as a constraint for parasite reproduction. **Oikos**, v. 117, p. 749-753, 2008.

SHELDON, B. C.; VERHULST, S. Ecological immunology - costly parasite defenses and trade-offs in evolutionary ecology. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 11, p. 317-321, 1996.

STATSOFT INC. **STATISTICA for Windows** (Com- Kevan P. G. and Baker H. G. (1983), Insects as flower puter program manual). OK: Tulsa, 2000.

SCHOTTHOEFER, A. M.; ROHR, J. R.; COLE, R. A.; KOEHLER, A. V.; JOHNSON, C. M.; JOHNSON, L. B.; BEASLEY, V. R. Effects of wetland and landscape variables on parasite communities of *Rana pipiens*: links to anthropogenic changes. **Ecological Applications**, v. 21, p. 1257-1271, 2011.

TODD, B. D. Parasites lost? An overlooked hypothesis for the evolution of alternative reproductive strategies in Amphibians. **The American Naturalist**, v. 170, p. 793-799, 2007.

THOMAZ, S. M.; CUNHA, E. R. The role of macrophytes in habitat structuring in aquatic ecosystems: methods of measurement, causes and consequences on animal assemblages' composition and biodiversity. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 22, p. 218-236, 2010.

TRAVASSOS, L.; FREITAS, J. F. T.; KOHN, A. **Trematódeos do Brasil**. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 1969. 886 p.

VASCONCELOS, T. S.; SANTOS, T. G.; ROSSA-FERES, D. C.; HADDAD, C. F. B. Influence of the environmental heterogeneity of breeding ponds on anuran assemblages from southeastern Brazil. **Canadian Journal of Zoology**, v. 87, p. 699-707, 2009.

VAUCHER, C. *Polystoma cuvieri* n. sp. (Monogenea: Polystomatidae), a parasite of the urinary bladder of the leptodactylid frog *Physalaemus cuvieri* in Paraguay. **Journal of Parasitology**, v. 76, p. 501-504, 1990.

VERDADE, V. K.; DIXO, M.; CURCIO, F. F. Os riscos de extinção de sapos, rãs e pererecas em decorrência das alterações ambientais. **Estudos Avançados**, v. 24, p. 161-172, 2010.

VICENTE, J. J.; RODRIGUES, H. O.; GOMES, D. C.; PINTO, R. M. Nematódeos do Brasil. Parte II: Nematódeos de anfíbios. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 7, p. 549-626, 1990.

VITT, L. J.; CALDWELL, J. P.; WILBUR, H. M.; SMITH, D. C. Amphibians as harbingers of decay. **BioScience**, v. 40, p. 418, 1990.

YAMAGUTI, S. **Systema Helminthum**: The Cestodes of Vertebrates, Vol. II. New York: Interscience Publishers, 1959. 860 p.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 4 ed. New Jersey: Upper Saddle River, 1999.

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, p. 435-436, 2004.

FIGURAS

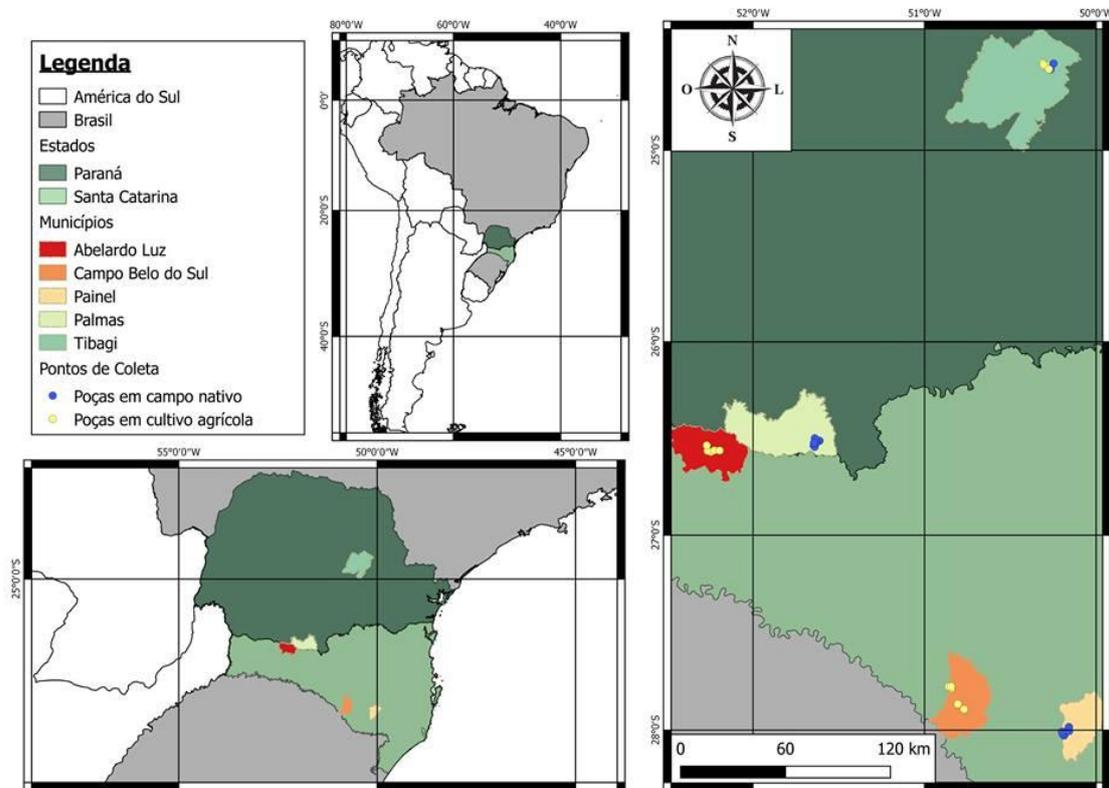


Figura 1. Mapa da localização dos municípios de coleta nos Campos de Altitude de Santa Catarina e Paraná e dos corpos d'água amostrados quanto a anuros hospedeiros entre janeiro e fevereiro de 2016.



Figura 2. Exemplos de poças amostradas em campo nativo (A, C e E) e áreas de cultivo agrícola (B, D e F) nas unidades amostrais situadas Campos de Altitude dos estados de Santa Catarina e Paraná, nos municípios de Paineira/SC (A e B), Palmas/PR (C e D) e Tibagi-PR (E e F).

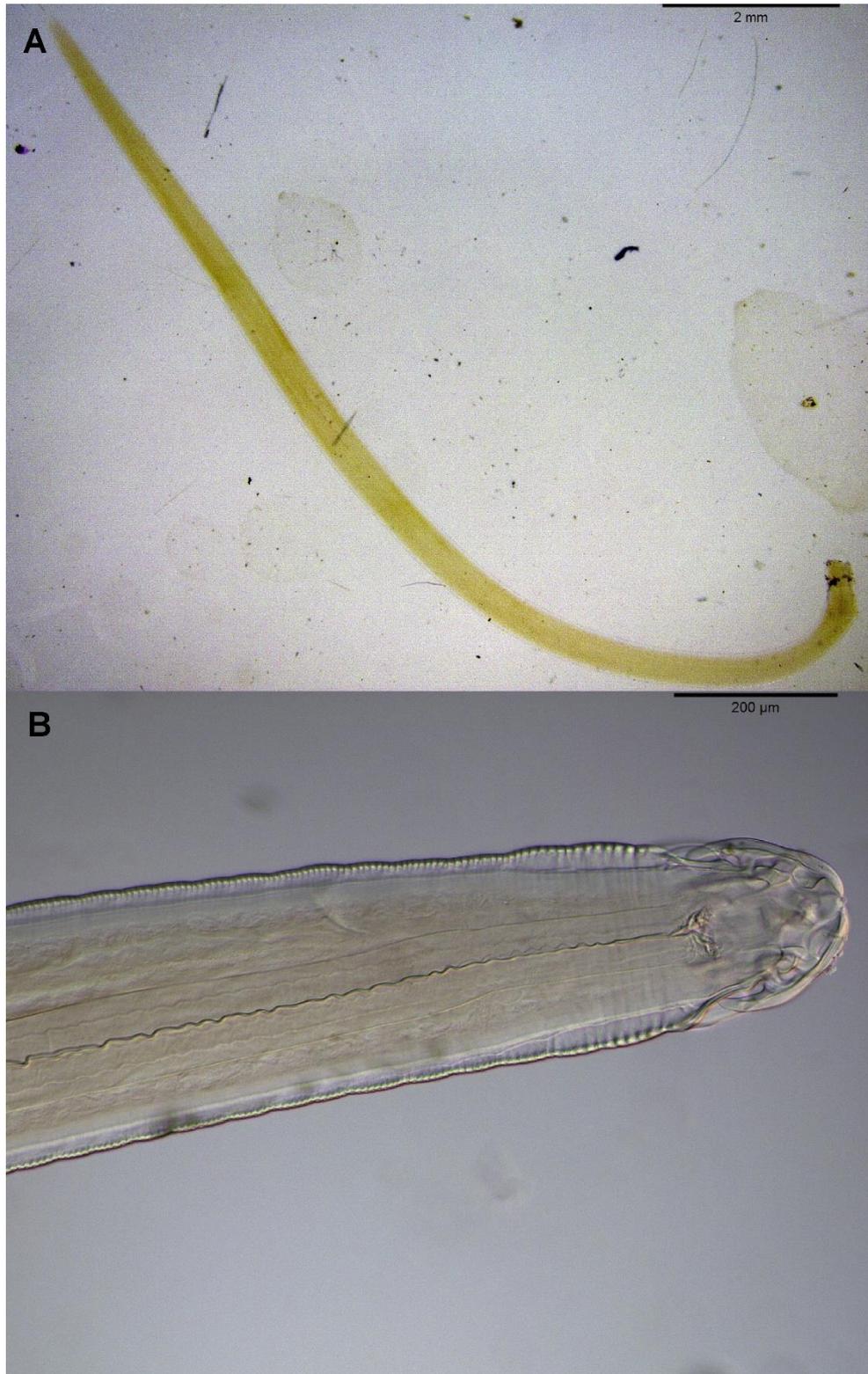


Figura 3. *Hedruris* sp. (Nematoda), coletado no estômago de *Leptodactylus latrans* em cultivo agrícola na região dos Campos de Altitude dos estados de Santa Catarina e Paraná, representa o primeiro registro do gênero no Brasil: vista geral do corpo (A) e detalhe da extremidade anterior (B).



Figura 4. Helminthos parasitas de anuros, indicadores do tipo de uso da terra na região dos Campos de Altitude nos estados de Santa Catarina e Paraná: **A)** Larva plerocercóide (Cestoda) indicadora de cultivo agrícola, coletada encistada nos músculos e pele de *Aplastodiscus perviridis*; **B)** *Choledocystus elegans* (Trematoda), espécie indicadora de cultivo agrícola, coletada no intestino grosso de *Leptodactylus latrans*; **C)** *Polystoma cuvieri* (Monogenea), espécie indicadora de campo nativo, coletado na bexiga urinária de *Physalaemus cuvieri*; e **D)** *Ophiotaenia* sp. (Cestoda), espécie indicadora de campo nativo, coletado no intestino grosso de *Pseudis cardosoi*.

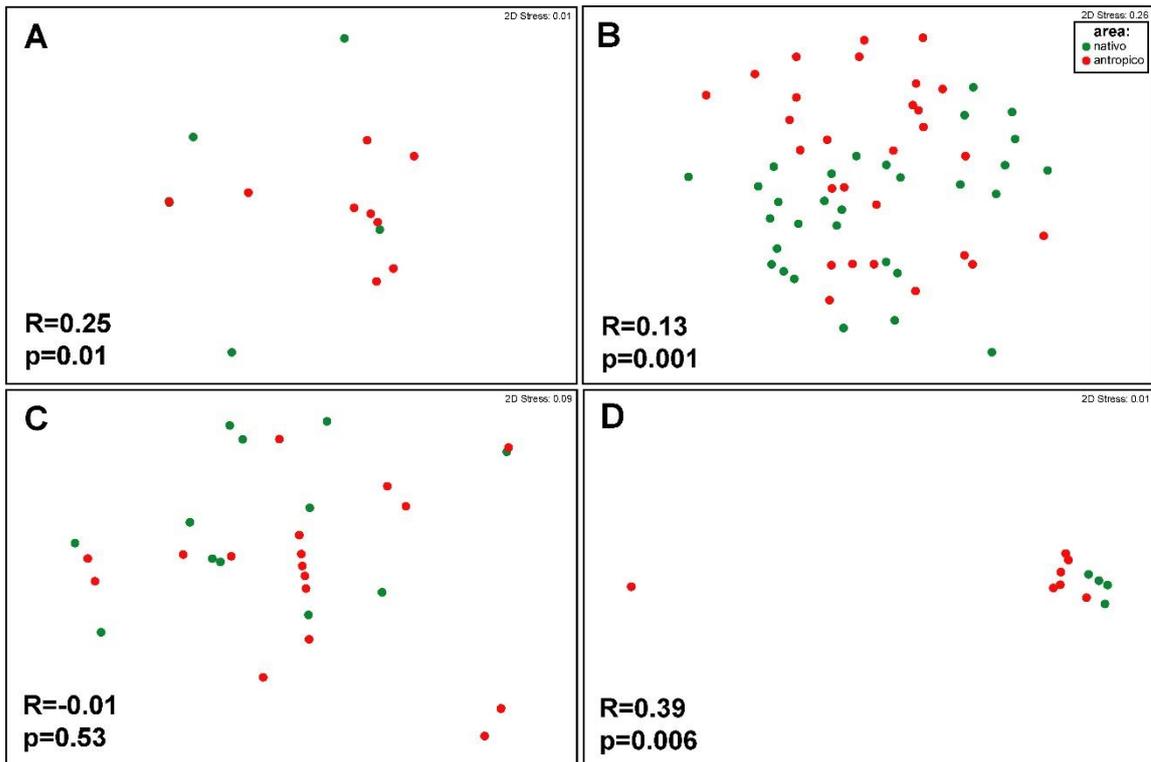


Figura 5. Ordenação NMDS e valores de ANOSIM para comparações das comunidades de helmintos parasitas de anuros de campo nativo com cultivo agrícola, região dos Campos de Altitude dos estados de Santa Catarina e Paraná. Anuros hospedeiros: *Aplastodiscus perviridis* (A), *Leptodactylus latrans* (B), *Physalaemus cuvieri* (C) e *Pseudis cardsoi* (D).

TABELAS

Tabela 1 - Relação de anuros hospedeiros com suas respectivas espécies de helmintos registrados em campo nativo (N) e cultivo agrícola (A) na região dos Campos de Altitude dos estados de Santa Catarina e Paraná: prevalência (P), abundância média (AM \pm erro padrão) e intensidade média de infecção (IMI \pm erro padrão).

Hospedeiro	Área	Helminto	P (%)	AM \pm EP	IMI \pm EP
<i>Aplastodiscus perviridis</i>	N	Cosmocercidae	10,53	2,0 \pm 1,7	19,5 \pm 0
	A		35,29	22,8 \pm 12,3	64,5 \pm 28,9
	N	<i>Cosmocerca parva</i>	26,32	0,3 \pm 0,1	1,2 \pm 0
	A		17,65	0,3 \pm 0,2	1,7 \pm 1,7
	N	<i>Ochoterenella</i> sp.	5,26	0,1 \pm 0,1	1,0 \pm 0,4
	A		0	0 \pm 0	0 \pm 0
	N	<i>Oxyascaris</i>	5,26	0,1 \pm 0,1	1,0 \pm 0
	A	<i>oxyascaris</i>	11,76	0,1 \pm 0,1	1,0 \pm 0
	N	Larva <i>Physalopteridae</i>	0	0 \pm 0	0 \pm 0
	A		5,88	0,1 \pm 0,1	2,0 \pm 0
	N	<i>Rhabdias</i> sp. 1	5,26	0,3 \pm 0,3	6,0 \pm 17,7
	A		5,88	0,1 \pm 0,1	1,0 \pm 0
	N	Larva	5,26	0,3 \pm 0,3	5,0 \pm 0
	A	Plerocercóide	52,94	2,5 \pm 0,9	4,7 \pm 1,4
N		0	0 \pm 0	0 \pm 0	
<i>Leptodactylus latrans</i>	A	Cisto não identificado	23,53	0,6 \pm 0,4	2,7 \pm 1,4
	N		26,67	2,5 \pm 0,9	9,7 \pm 2,2
	A	Cosmocercidae	13,33	0,9 \pm 0,3	6,5 \pm 0,7

Hospedeiro	Área	Helminto	P (%)	AM ± EP	IMI ± EP
	N	<i>Cosmocerca parva</i>	26,67	1,0 ± 0,4	3,9 ± 1,1
	A		3,33	0,3 ± 0,3	9,0 ± 0
	N	<i>Falcaustra</i> aff.	20,00	1,8 ± 1,0	9,0 ± 3,8
	A	<i>mascula</i>	6,67	0,3 ± 0,2	4,0 ± 2,0
	N	<i>Hedruris</i> sp.	0	0 ± 0	0 ± 0
	A		3,33	0,1 ± 0,1	3,0 ± 0
	N	Larva Nematoda	20,00	8,6 ± 4,3	43,2 ± 16,6
	A		20,00	7,6 ± 3,9	58,0 ± 13,3
	N	Larva	10,00	0,3 ± 0,2	3,3 ± 1,5
	A	Physalopteridae	10,00	0,6 ± 0,3	5,7 ± 1,2
	N	<i>Oxyascaris</i>	36,67	2,1 ± 0	5,7 ± 1,1
	A	<i>oxyascaris</i>	56,67	7,8 ± 3,9	13,8 ± 5,1
	N		56,67	1,8 ± 0,5	3,1 ± 0,7
	A	<i>Rhabdias</i> sp. 2	56,67	4,4 ± 1,3	7,8 ± 1,9
	N		70,00	8,7 ± 2,3	12,4 ± 3,0
	A	<i>Gorgoderina</i> sp.	53,33	6,2 ± 2,0	11,7 ± 3,2
	N		13,33	0,6 ± 0,4	4,7 ± 1,1
	A	<i>Catadiscus</i> sp. 1	3,33	0,1 ± 0	1,0 ± 0
	N	<i>Choledocystus</i>	3,33	1,8 ± 1,8	53,0 ± 0
	A	<i>elegans</i>	26,67	16,8 ± 8,4	63,0 ± 17,8
	N	<i>Haematoloechus</i>	23,33	0,8 ± 0,3	3,4 ± 0,9
	A	<i>ozorioi</i>	16,67	2,4 ± 1,8	14,6 ± 10,0

Hospedeiro	Área	Helminto	P (%)	AM ± EP	IMI ± EP
	N		6,67	0,2 ± 0,1	2,5 ± 0
	A	<i>Rhauschiella proxima</i>	10,00	0,2 ± 0,1	1,7 ± 0,7
	N		10,00	0,1 ± 0,1	3,4 ± 0,3
	A	Cisto não identificado	10,00	0,6 ± 0,3	1,3 ± 1,2
	N	<i>Ophiotaenia</i> sp.	26,67	1,4 ± 0,7	5,1 ± 2,0
	A		30,00	1,7 ± 0,7	5,7 ± 1,7
<i>Physalaemus cuvieri</i>	N	<i>Polystoma cuvieri</i>	16,67	0,9 ± 0,6	5,5 ± 2,5
	A		3,45	0,1 ± 0,1	2,0 ± 0
	N	Cosmocercidae	0	0 ± 0	0 ± 0
	A		6,90	0,2 ± 0,2	3,5 ± 2,5
	N	<i>Cosmocerca parva</i>	62,50	0,3 ± 0,3	4,0 ± 0,3
	A		68,97	1,9 ± 0,4	2,7 ± 0,5
	N	<i>Oxyascaris</i>	25,00	0,7 ± 0,4	2,8 ± 1,1
	A	<i>oxyascaris</i>	20,69	0,5 ± 0,2	2,7 ± 0,7
	N	<i>Rhabdias</i> sp. 1	4,17	0,1 ± 0	1,0 ± 0
	A		13,79	0,2 ± 01	1,5 ± 0,3
	N	<i>Rhabdias</i> sp. 3	4,17	0,2 ± 0	1,5 ± 0
	A		6,90	0,1 ± 0,2	1,0 ± 3,0
	N	<i>Cylindrotaenia americana</i>	12,50	0,7 ± 0,4	5,3 ± 1,2
	A		10,34	0,5 ± 0,3	5,3 ± 1,8
	N		4,17	0,2 ± 0,3	6,0 ± 0
	A	Cisto não identificado	13,79	0,8 ± 0,5	6,0 ± 3,1

Hospedeiro	Área	Helminto	P (%)	AM ± EP	IMI ± EP
<i>Pseudis cardosoi</i>	N	Cosmocercidae	9,09	0,1 ± 0,1	1,0 ± 0
	A		0	0 ± 0	0 ± 0
	N	<i>Cosmocerca parva</i>	0	0 ± 0	0 ± 0
	A		18,18	0,2 ± 0,1	1,0 ± 0
	N	<i>Oxyascaris oxyascaris</i>	0	0 ± 0	0 ± 0
	A		18,18	0,4 ± 0,3	2,0 ± 1,0
	N	<i>Pharyngodon sp.</i>	9,09	0,1 ± 0,1	1,0 ± 0
	A		0	0 ± 0	0 ± 0
	N	<i>Catadiscus sp. 1</i>	0	0 ± 0	0 ± 0
	A		9,09	0,1 ± 0,1	1,0 ± 0
	N	<i>Catadiscus sp. 2</i>	9,09	0,3 ± 0,3	3,0 ± 0
	A		27,27	0,5 ± 0,3	2,0 ± 0,6
	N	<i>Choledocystus pseudium</i>	0	0 ± 0	0 ± 0
	A		36,36	1,1 ± 0,5	3,0 ± 0,4
	N	<i>Neohaematoloechu s neivai</i>	18,18	0,3 ± 0,2	1,5 ± 0,5
	A		0	0 ± 0	0 ± 0
	N	<i>Ophiotaenia sp.</i>	45,45	2,1 ± 1,1	4,6 ± 1,8
	A		9,09	0,2 ± 0,2	2,0 ± 0
	N	Cisto não identificado	63,64	3,4 ± 1,3	5,4 ± 1,7
	A		36,36	1,5 ± 0,7	4,2 ± 1,1

Tabela 2 - Espécies de helmintos indicadoras de campo nativo (Grupo 1) e cultivo agrícola (Grupo 2), na região dos Campos de Altitude dos estados de Santa Catarina e Paraná: Campo Nativo (N) e Cultivo Agrícola (A).

Hospedeiro	Parasita	Grupo	Abundância			
			N	A	VI ± DP	P
<i>Aplastodiscus perviridis</i>	Larva plerocercóide (Fig. 4A)	2	05	42	70,3 ± 11,0	0,01
<i>Leptodactylus latrans</i>	<i>Choledocystus elegans</i> (Fig. 4B)	2	53	504	25,0 ± 4,4	0,001
<i>Physalaemus cuvieri</i>	<i>Polystoma cuvieri</i> (Fig. 4C)	1	22	02	19,8 ± 4,3	0,05
<i>Pseudis cardosoi</i>	<i>Ophiotaenia</i> sp. (Fig. 4D)	1	23	02	94,8 ± 13,8	0,002

Tabela 3 - Helmintos coletados em campo nativo e cultivo agrícola, na região dos Campos de Altitude dos estados de Santa Catarina e Paraná: Prevalência (P), Abundância Média (AM \pm Erro Padrão), Intensidade Média de infecção (IMI \pm Erro Padrão).

Hospedeiro	Nativa			Antropizada		
	P%	AM \pm EP	IMI \pm EP	P%	AM \pm EP	IMI \pm EP
<i>Polystoma cuvieri</i>	29,2	1,0 \pm 0,6	3,1 \pm 1,9	0,1	0,1 \pm 0,1	2,0 \pm 0
<i>Catadiscus</i> sp. 1	9,7	0,5 \pm 0,3	4,7 \pm 1,1	4,9	0,1 \pm 0	1,0 \pm 0
<i>Catadiscus</i> sp. 2	9,0	0,3 \pm 0,3	3,0 \pm 0,7	27,3	0,5 \pm 0,3	2,0 \pm 0,6
<i>Choledocystus elegans</i>	14,6	1,8 \pm 1,3	12,6 \pm 3,4	26,7	16,8 \pm 8,4	63,0 \pm 18,1
<i>Choledocystus pseudium</i>	0	0	0	36,4	1,1 \pm 0,5	3,0 \pm 0,4
<i>Gorgoderina</i> sp.	70,0	8,1 \pm 1,3	11,5 \pm 3,0	53,3	6,2 \pm 2,0	11,7 \pm 3,2
<i>Haematoloechus ozorioi</i>	23,3	0,8 \pm 0,3	3,4 \pm 0,9	16,7	2,4 \pm 1,8	14,6 \pm 10,4
<i>Neohaematoloechus neivai</i>	18,1	0,3 \pm 0,2	1,5 \pm 0	0	0	0
<i>Rhasschiella proxima</i>	6,6	0,1 \pm 0,1	2,5 \pm 0,5	10,0	0,2 \pm 0,1	1,7 \pm 34,0
<i>Cylindrotaenia americana</i>	12,5	0,6 \pm 0,4	5,3 \pm 0	0,1	0,6 \pm 0,4	5,3 \pm 1,7
Larva Plerocercóide	5,3	0,3 \pm 0,3	5,0 \pm 0	52,9	2,5 \pm 0,9	4,7 \pm 1,2
<i>Ophiotaenia</i> sp	26,7	1,4 \pm 0,7	5,1 \pm 2,0	24,4	1,3 \pm 0,5	5,3 \pm 1,5
Cosmocercidae	16,7	1,4 \pm 0,5	8,4 \pm 4,6	20,4	4,8 \pm 2,5	23,4 \pm 10,6
<i>Cosmocerca parva</i>	33,3	0,7 \pm 0,2	2,1 \pm 0,2	29,5	0,8 \pm 0,2	2,7 \pm 0,4
<i>Ochoterella</i> sp.	5,3	0,1 \pm 0,1	1,0 \pm 0	0	0	0
<i>Falcaustra</i> aff. <i>Mascula</i>	20,0	1,8 \pm 1,0	9,0 \pm 3,8	6,7	0,3 \pm 0,2	4,0 \pm 2,0
<i>Hedruris</i> sp.	0	0	0	3,3	0,1 \pm 0,1	3,0 \pm 06,9
<i>Pharyngodon</i> sp.	9,1	0,1 \pm 0,1	1,0 \pm 0	0	0	0
Larva Nematoda	10,5	4,5 \pm 2,3	43,5 \pm 7,0	10,5	3,8 \pm 2,0	38,2 \pm 14,9
Larva Physalopteridae	0	0	0	5,9	0,1 \pm 0,1	2,0 \pm 0
<i>Oxyascaris oxyascaris</i>	21,4	1,0 \pm 0,3	4,5 \pm 2,5	27,3	2,9 \pm 1,4	10,7 \pm 3,4
<i>Rhabdias</i> sp. 1	6,7	0,2 \pm 0,2	3,5 \pm 2,5	10,9	0,1 \pm 0,1	1,4 \pm 0,360,
<i>Rhabdias</i> sp. 2	40,5	1,3 \pm 0,3	3,1 \pm 9,2	60,0	4,4 \pm 1,3	7,4 \pm 1,8
<i>Rhabdias</i> sp. 3	4,2	0,1 \pm 0	1,0 \pm 0	6,9	0,3 \pm 0,2	4,0 \pm 3,0
Cisto não identificado	13,1	0,6 \pm 0,2	4,4 \pm 2,0	17,0	0,8 \pm 0,2	4,6 \pm 1,0
Prevalência	84			94		
Intensidade Média	20,0 \pm 1,4			24,0 \pm 2,3		
Abundância Média	15,0 \pm 0,5			21,4 \pm 2,3		
Riqueza Total	18			17		
Riqueza Média \pm EP(amplitude)	0,1 \pm 0,1(1-7)			0,1 \pm 0,1(1-7)		

Tabela 4 - Anfíbios anuros hospedeiros e respectivos helmintos coletados em campo nativo (N) e cultivo agrícola (A), na região dos Campos de Altitude dos estados de Santa Catarina e Paraná: Prevalência (P), Abundância Média (AM \pm Erro Padrão), Intensidade Média de infecção (IM – amplitude), Riqueza Total (RT), Riqueza Média (RM – amplitude) e Riqueza Rarefeita (RR – intervalo de confiança 95%) de helmintos parasitas.

Hospedeiro	Área	P (%)	AM \pm EP	IM (AMP)	RT	RM(amp)	RR (IC 95%)
<i>Aplastodiscus perviridis</i>	N	52,63	3,0 \pm 1,7	5,0 (1-32)	5	1,1 (1-2)	-
	A	88,24	26,5 \pm 12,2	5,8 (1-193)	4	1,5 (1-3)	-
<i>Leptodactylus latrans</i>	N	100	31,8 \pm 5,0	31,8 (1-130)	10	3,1 (1-8)	11,83 (10,25-13,4)*
	A	96,67	49,9 \pm 10,2	51,6 (1-223)	11	3,1 (1-7)	12,96 (9,66-16,27)*
<i>Physalaemus cuvieri</i>	N	79,16	3,9 \pm 0,8	5 (1-14)	6	1,6 (1-3)	6,00 (4,5-7,49)**
	A	93,1	4,6 \pm 0,8	30,0 (1-18)	6	1,3 (1-4)	5,60 (4,28-6,93)**
<i>Pseudis cardosoi</i>	N	81,81	6,3 \pm 1,7	7,7 (1-17)	4	1,8 (1-3)	-
	A	100	4,0 \pm 0,6	4,0 (1-7)	6	1,6 (1-3)	-

*Calculada para cobertura de amostragem = 0.98 ** Calculada para cobertura de amostragem = 0.99

CONCLUSÕES

- Registramos 26 *taxa* de helmintos pertencentes às classes Monogenea, Trematoda (Digenea), Cestoda e ao Filo Nematoda, parasitando as sete espécies de anuros hospedeiros analisadas (*Aplastodiscus perviridis*, *Hypsiboas leptolineatus*, *Leptodactylus latrans*, *Leptodactylus plaumanni*, *Physalaemus cuvieri*, *Pseudis cardosoi* e *Sphaenorhynchus surdus*).
- Registramos pela primeira no Brasil o nematoide do gênero *Hedruris*, cuja ocorrência no hospedeiro *Leptodactylus latrans* sugere um caso de infecção cruzada envolvendo a rã-touro (*Lithobates catesbeianus*), anuro exótico e invasor.
- A fauna helmíntica dos anuros na região dos Campos de Altitude no sul do Brasil é influenciada negativamente pelo cultivo agrícola. Nossas análises sugerem que a substituição do campo nativo pelo cultivo agrícola altera a estrutura e a composição da comunidade de helmintos, modificando inclusive as métricas do parasitismo analisadas, como a prevalência e a intensidade de infecções.
- Os anuros hospedeiros estudados apresentam assimetria na resposta parasitária, o que parece estar relacionado ao hábito de vida do hospedeiro e requerimentos do parasita, dentre outros fatores.
- As métricas do parasitismo não foram relacionadas com os descritores ambientais de espacialidade, mas foram influenciadas principalmente pelos descritores locais (i.e. das poças), seguidos pelos descritores da paisagem.
- Nossos resultados são preocupantes quando se considera a acelerada conversão dos campos nativos em sistemas agrícolas. Diante disso, ressaltamos a importância de se conhecer os processos que regem a estrutura das comunidades de helmintos em anuros de áreas preservadas, bem como em áreas degradadas e/ou modificadas pelo cultivo agrícola.