

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

CAMPUS DE BOTUCATU

HELMINTOFAUNA ASSOCIADA A *LEPTODACTYLUS FUSCUS*
(ANURA: LEPTODACTYLIDAE) EM REGIÕES DE CERRADO,
PANTANAL E CAATINGA NO BRASIL



Aline Gouveia de Souza Lins

Botucatu

2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

CAMPUS DE BOTUCATU

HELMINTOFAUNA ASSOCIADA A *LEPTODACTYLUS FUSCUS*
(ANURA: LEPTODACTYLIDAE) EM REGIÕES DE CERRADO,
PANTANAL E CAATINGA NO BRASIL

Aline Gouveia de Souza Lins

Orientador: Prof. Adj. Reinaldo José da Silva

Coorientador: Dr. Drausio Honorio Moraes

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biociências – UNESP – Campus de
Botucatu, como parte dos requisitos
exigidos para a obtenção do título
de Mestre em Ciências Biológicas, Área de
concentração: Zoologia.

Botucatu

2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Lins, Aline Gouveia de Souza.

Helminthofauna associada a *Leptodactylus fuscus* (Anura: Leptodactylidae) em regiões de Cerrado, Pantanal e Caatinga no Brasil / Aline Gouveia de Souza Lins. - Botucatu, 2016

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Reinaldo José da Silva

Coorientador: Drausio Honorio Moraes

Capes: 21302022

1. Anuro. 2. Bray-Curtis. 3. *Leptodactylus*. 4. Métodos estatísticos. 5. Indicadores estatísticos.

Palavras-chave: Anuros; Bray-Curtis; Diagonal aberta; Dissimilaridade; Helminthofauna.

*Dedico este trabalho a meus pais, Antonia e Elizio,
pilares da minha vida e aos meu amados irmãos
por acreditarem em mim. Amo vocês.*

*"A natureza é o único livro que oferece um
conteúdo valioso em todas as suas folhas."*

(Johann Goethe)

Agradecimentos

Agradeço à minha família por todo tipo de apoio nessa caminhada acadêmica, seja financeiro, por me dizer uma palavra de afeto para continuar e enfrentar as dificuldades.

Ao Professor e orientador Reinaldo José da Silva pelo ensinamento. Obrigada por me dar uma chance.

Ao Drausio pela paciência e energia boa.

Aos amigos do LAPAS pelas conversas bem humoradas muitas vezes acompanhadas de uma boa cervejinha, pelos ensinamentos e parcerias adquiridos nestes poucos anos de laboratório, porém de grande valia e rendimento de bons frutos.

Aos colegas da URCA pela ajuda e ao Prof. Robson Ávila por ceder os alunos para as animadas coletas em campo e proporcionar a infraestrutura das coletas.

As minhas amigas-irmãs Bianca (Ponei), Jana e Raissa por todo carinho e palavras de incentivo.

Ao órgão de fomento CNPq e à UNESP por me darem o suporte financeiro e tecnológico para o desenvolvimento desta pesquisa.

SUMÁRIO

Resumo	01
Abstract	02
Considerações iniciais	03
Hospedeiros da Família Cosmocercidae	06
Referências	10
Artigo: Helmintofauna associada a <i>Leptodactylus fuscus</i> (Anura: Leptodactylidae)	17
em regiões de Cerrado, Pantanal e Caatinga no Brasil	
Resumo	18
Abstract	19
Introdução	20
Material e métodos	21
Áreas de estudo	21
Coleta de hospedeiros	22
Coleta e preparo dos helmintos	23
Análise dos dados	23
Resultados	25
Discussão	36
Referências	41

RESUMO

As espécies diferem em suas preferências ambientais, isto conduz a processos na comunidade baseados em variações de gradiente que decrescem com o aumento da distância, sobretudo em faixas de áreas contínuas como a diagonal aberta sul-americana, apresentando um mosaico paisagístico que se estende desde a Caatinga até as regiões do Chaco. O Cerrado, Pantanal e Caatinga são caracterizados pela grande diversidade de espécies de vertebrados anuros, incluindo o hospedeiro *Leptodactylus fuscus*, e estas regiões estão inseridas na diagonal aberta Sul Americana. Foi descrita a composição e a relação entre parasita-hospedeiro de infra-populações das espécies de helmintos associados com espécimes do *Leptodactylus fuscus* em três regiões diferentes do Brasil. Os anfíbios são encontrados em uma variedade de habitats e exibem diversos padrões reprodutivos e comportamentais, por isso são considerados bons modelos de estudo para a parasitologia. O trabalho avaliou se há um decaimento na similaridade entre comunidades geograficamente distantes, e concluiu que estas duas variáveis se associam positivamente. Foram avaliados 155 espécimes de hospedeiros totalizando 16 *taxas* de helmintos, *Aplectana membranosa*, *Aplectana pintoii*, *Schankiana formosula*, *Cosmocerca podicipinus*, *Oswaldocruzia lopesi*, *Oxyascaris necopinus*, *Glypthelmins linguatula*, *Catadiscus cf. marinholutzi*, *Physaloptera* sp., *Physalopteroides* sp., *Rhabdias* sp., metacercárias da Família Diplostomidae, nematodas da Família Cosmocercidae, larvas de cestóide, cistacanto e larvas encistadas não identificadas. A comunidade componente de helmintos do Pantanal e Cerrado foram as mais similares e tiveram um maior compartilhamento de espécies (n=10) gerando um ramo a parte no cluster para a região da Caatinga. Algumas espécies de helmintos contribuíram para essa dissimilaridade influenciando os resultados da análise discriminante canônica, caracterizando os agrupamentos formados para cada bioma. As variações taxonômicas entre os hospedeiros das diferentes localidades pode ter sido resultado da diversificação da espécie hospedeira durante o período evolutivo que é considerada um complexo de espécies ou ainda pelas características ambientais de cada local. Apresentamos uma composição da helmintofauna associada a *L. fuscus* além de contribuir para estudos ecológicos sobre a relação parasita-hospedeiro.

Palavras-chave: anuros, diagonal aberta, helmintofauna, dissimilaridade, *L. fuscus*

ABSTRACT

Species differ in their environmental preferences, leading to processes in the community based in gradient variations that decrease as the distance increases. This process diminishes faster in heterogeneous landscapes, especially in solid areas of bands like South American open diagonally, that is characterized by horizontal stratification environments, presenting a landscape mosaic that extends from the Caatinga to the regions of Chaco, through the Pantanal. The Cerrado, Pantanal and Caatinga are characterized by great diversity of vertebrate anuran species, including the host *Leptodactylus fuscus*. These regions are inserted in the open diagonal South American. The composition and the relationship between parasite-host infra-populations of helminth species associated with *L. fuscus* specimens were described in three different regions of Brazil. Amphibians are found in a variety of habitats and exhibit different reproductive and behavioral patterns, considered good models to study parasitology. The study evaluated if there is a decay on the similarity between geographically distant communities and concluded that these two variables are positively associated. This study assessed 155 hosts and found a total of 16 taxa: *Aplectana membranosa*, *Aplectana pintoii*, *Schankiana formosula*, *Cosmocerca podicipinus*, *Oswaldocruzia lopesi*, *Oxyascaris necopinus*, *Glythelmins linguatula*, *Catadiscus cf. marinhoi*, *Physaloptera* sp., *Physalopteroides* sp., *Rhabdias* sp., metacercariae (Diplostomidae), nematodes of Cosmocercidae, larval cestode, cystacant and encysted unidentified larvae. The helminth component community of the Pantanal and Cerrado were the most similar and showed higher species sharing (n = 10) generating another clade in the cluster for Caatinga area. Some helminth species contributed to this dissimilarity influencing the results of the canonical discriminant analysis, characterizing the grouping formed for each biome. The taxonomic variation among hosts of different localities may be a result of the diversification of the host species during the evolutionary period, considered a complex species or even by the environmental characteristics of each site. This study presents a characterization of helminth fauna associated with *L. fuscus* and contributes to ecological studies of the host-parasite relationship.

Key words: anurans, open diagonal, helminthfauna, distance decay, parasite diversity

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A biodiversidade não é distribuída de maneira uniforme no planeta. Como definido por PÉREZ-DEL-OLMO et al. (2009), nem tudo está em toda parte. A biodiversidade varia enormemente entre habitats e regiões (KREBS, 1994), seja em ambientes existentes entre as latitudes tropicais quanto em faixas de áreas contínuas como a diagonal aberta sul-americana. A diagonal Sul Americana ou "diagonal seca" é caracterizada por uma estratificação horizontal de ambientes, apresentando um gradiente que se estende desde a região árida que corresponde à Caatinga, passando por uma ampla área formada pelo Cerrado até as zonas do Chaco (VANZOLINI, 1963; BEGON et al., 1996; COLLI et al., 2002; RECODER & NOGUEIRA, 2007). A diversificação de espécies pode ocorrer sem que haja necessariamente barreiras físicas ao longo de um gradiente horizontal.

A distância geográfica entre as comunidades pode ser uma importante fonte de semelhança em termos de composição e riqueza de espécies, ou seja, a similaridade entre duas comunidades, muitas vezes a similaridade na composição entre as comunidades diminui à medida que a distância entre eles aumenta, o que não se aplica somente em animais de vida livre, mas também às comunidades parasitárias (THIELTGES et al., 2009). As espécies diferem em suas preferências ambientais, isto conduz a processos na comunidade baseados em variações de gradiente, e assim, a similaridade decrescem com o aumento da distância (NEKOLA e BRANCO, 1999; TUOMISTO et al., 2003; GILBERT & LECHOWICZ, 2004).

O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul, ocupando uma área de 2.036.448 km², cerca de 22% do território nacional. A sua área contínua incide sobre os Estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal, além dos encaves no Amapá, Roraima e Amazonas, e é superado em área apenas pela Amazônia (RATTER et al. 1997). É considerado um dos 25 *hotspots* do planeta, apresentando 47 espécies de anuros endêmicos (32%) restritas a esse bioma e um total de 150 espécies de anfíbios denotando números bastante elevados (BASTOS, 2007). Considerada a savana brasileira, o Cerrado apresenta 11 fitofisionomias desde formações florestais, savânicas e campestres (RIBEIRO & WALTER, 2008). Apresenta grande representatividade como elo entre o Cerrado do Brasil e Chacos da Bolívia e do Paraguai e a Região Amazônica. Depois da Mata Atlântica, o Cerrado é o bioma brasileiro que mais sofreu alterações com a ocupação humana. Com a crescente pressão para a abertura de novas áreas, visando incrementar a produção de carne e

grãos para exportação, tem havido um progressivo esgotamento dos recursos naturais da região (KLINK & MACHADO, 2005; BRASIL, 2015).

O Pantanal é a maior planície de inundação contínua do planeta (AB'SABER, 1988; BRASIL, 1982; ALLEN & VALLS, 1987). O Pantanal mantém 86,77% de sua cobertura vegetal nativa e abriga aproximadamente 41 espécies de anfíbios. Sua área aproximada é de 150.355 km² (1,76% da área total do território brasileiro). É uma planície aluvial, e sofre influencia dos rios que drenam a bacia do Alto Paraguai (BRASIL, 1982). As características topográficas e as inundações permitem a formação de lagoas temporárias e permanentes, conectadas às vazantes de acordo com a sazonalidade e delimitadas por formações florestais (RODELA & QUEIROZ NETO, 2007), característica essa que favorece o desenvolvimento de muitas espécies de anfíbios anuros. O Pantanal é caracterizado por paisagens que se assemelham fortemente ao Cerrado, Amazônia, Mata Atlântica e ao Chaco (POTT et al., 2009), além disso, os pulsos anuais de inundação e escoamento das águas podem determinar uma grande variação de espécies, sendo o regime de inundações um fator fundamental que determina os principais processos bióticos e abióticos desse ecossistema (ADAMOLI, 1995). Esta diversidade ambiental é considerada um indicador para a biodiversidade de anuros, pois o mosaico de habitat proporciona uma gama maior de recursos (CONTE & ROSSA-FERES, 2007).

Um dos biomas brasileiros pouco conhecido e muito ameaçado no território brasileiro é a Caatinga, que cobre cerca de 850.000 Km² e representa cerca de 11% do território brasileiro (ANDRADE-LIMA, 1981). Apesar de ser a única região natural brasileira cujos limites estão inteiramente restritos ao território nacional, pouca atenção tem sido dada à conservação da paisagem da Caatinga e à diversidade da sua biota (SILVA et al., 2004). Engloba os Estados Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e o Norte de Minas Gerais e abriga 79 espécies de anfíbios (BRASIL 2015). Por apresentar uma característica climática peculiar, o bioma pode servir de base para estudos de organismos que se adaptem ao clima severo com baixa quantidade de chuvas o que prolonga os períodos de estiagem. Ainda são escassos trabalhos sobre a anurofauna da Caatinga (RODRIGUES, 2003).

Tanto Cerrado quanto a Caatinga apresentam baixo índice pluviométrico anual e estação seca bem marcante e as precipitações nas depressões interplanálticas correspondem a médias que variam entre 200 e 700 mm e as temperaturas médias anuais estão na ordem de 25 °C - 27 °C (VIEIRA et al., 2007). A concentração das chuvas ao longo do ano é um importante fator regulador nas comunidades de anuros no Cerrado (VASCONCELOS et al.,

2010). Além de apresentarem esta característica em comum, ainda devemos levar em consideração as fitofisionomias distintas que ambos apresentam, dentre elas formações vegetais densas até ambientes savânicos, demonstrando alta heterogeneidade em sua área (ANDRADE-LIMA, 1981). Na região do Pantanal mato-grossense, a precipitação varia entre 800 e 1400 mm/ano, dos quais 80% ocorrem entre novembro e março (SILVA et al., 2000).

Fatores físicos, históricos e biológicos devem ser considerados ao tentar fornecer uma explicação para os padrões de diversidade de espécies em anuros neotropicais (DUELLMAN, 1989). Os anfíbios são encontrados em uma variedade de habitats e exibem diversos padrões reprodutivos, tamanhos de corpo, modo de forrageamento e relações tróficas, por isso são considerados bons preditores de padrões e processos que influenciam a composição, distribuição e abundância da comunidade de helmintos (AHO, 1990). São conhecidas cerca de 7.455 espécies de anfíbios no mundo (FROST, 2015) e, destas, 1.026 ocorrem distribuídas por seis grandes biomas no Brasil. Até o momento, com um total de 988 anuros (SEGALLA et al. 2014), considerada como a maior diversidade do mundo para esse grupo e, portanto, é de grande importância ecológica.

Dentro de toda a biodiversidade descrita no enunciado acima, é fundamental incluir a grande diversidade existente na fauna oculta que são os parasitas, pois apresentam uma relação biológica importante nas relações tróficas e ainda contribuem tanto para a manutenção da diversidade quanto na evolução de seus hospedeiros, apresentando estratégias de consumidor mais comum no planeta (MARCOGLIESE, 2004; POULIN & MORAND, 2000; 2004). Em um contexto geográfico, o principal responsável pela variação na riqueza de espécies de parasitas em diferentes áreas é a riqueza de espécies hospedeiras locais, ou seja, o que vai proporcionar uma variedade nas espécies de parasitas é a quantidade de espécies de hospedeiros oriundos de uma determinada região amostrada em um período e de acordo com as características ecológicas do anfitrião (POULIN, 2003)

Parasitas são apontados como parte da grande diversidade encontrada no planeta, e por isso tem sido desenvolvidos trabalhos abordando esta temática usando como modelo as comunidades parasitárias de anfíbios (TOLEDO et al., 2013; CAMPIÃO et al., 2012, 2015a; AGUIAR et al., 2014). Data de 1925 as pesquisas de Travassos sobre parasitas de anfíbios. Recentemente, um checklist elaborado por CAMPIÃO et al. (2014) reporta trabalhos que foram desenvolvidos na América do Sul e que apresentam como modelo de estudo da diversidade e taxonomia de parasitas de hospedeiros anuros. Dados acerca desse grupo apresentam generosas contribuições para o entendimento dos padrões biogeográficos e co-

evolução parasita-hospedeiro (PLATT, 1992; BENTZ, 2006; CAMPIÃO, 2015a, 2015b; NELSON, 2015).

Além disso, a distância geográfica entre habitat influencia condições locais importantes na determinação de espécies que vão compor a comunidade parasitária, sendo estas condições ambientais bons indicadores para as investigações das taxas de declínio da distância e ainda podem influenciar a capacidade de dispersão do hospedeiro e, por conseguinte, determinando a propagação do parasita, desempenhando um papel importante no ciclo de vida de alguns helmintos (POULIN, 2003; GONZÁLEZ & HAMANN, 2010). Muita atenção tem sido dada à composição das comunidades de parasitas, as quais variam amplamente entre populações de hospedeiros da mesma espécie, ou seja, algumas espécies de parasitas podem ocorrer em uma ampla área geográfica no mesmo hospedeiro ou surgem apenas em determinadas localidades (POULIN, 2011; BEZERRA et al., 2016).

Hospedeiros da família Leptodactylidae

A família Leptodactylidae é representada por 200 espécies, distribuídas em cinco gêneros, sendo *Leptodactylus* composto por 74 espécies e, destas, 57 ocorrem no Brasil (FROST, 2015; DE SÁ 2014). Este gênero é dividido em quatro grandes grupos (*L. fuscus*, *L. pentadactylus*, *L. latrans* e *L. melanonotus*) e inclui espécies que podem tanto apresentar tamanho grande quanto pequeno e são amplamente distribuídos por toda a América do Sul (DE SÁ, 2014). Vivem associados à serrapilheira de florestas tropicais úmidas ou próximos à água, com exceção de algumas espécies que habitam ambientes áridos e cujos modos reprodutivos e alimentares são bastante variados (DUELLMAN & TRUEB 1994; RODRIGUES et al., 2004).

A diversidade da helmintofauna de Leptodactylidae é escassa quando comparadas ao número de espécies dessa família, contudo, CAMPIÃO et al. (2015b) reporta que espécies de rãs do gênero *Leptodactylus* tem comunidades parasitárias mais ricas, apresentando maior diversidade taxonômica. No Brasil, as informações se restringem a poucas espécies, no Paraná, Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina para *Leptodactylus latrans* (VICENTE & SANTOS, 1976; STUMPF, 1982; RODRIGUES et al., 1982; RODRIGUES et al., 1990; SANTOS & AMATO, 2013; AGUIAR et al., 2014; TOLEDO et al., 2015;), no Mato Grosso do Sul para *L. podicipinus*, *L. chaquensis*, *L. albonotatus*, *Leptodactylus* sp. (= *Adenomera* sp.), *L. elenae*, *L. fuscus*, *L. labyrinthicus*, *L. mystacinus* e *L. syphax* (TROMBETA, 2008; CAMPIÃO et al., 2009, 2012a; DIAS, 2010), no Pará para

Leptodactylus fuscus, *L. martinezi*, *L. mystaceus* e *L. rhodomystax* (GOLDBERG et al., 2007) e Tocantins para *L. fuscus*, *L. leptodactyloides*, *L. mystaceus*, *L. latrans*, *L. petersii* e *L. pustulatus* (GOLDBERG et al., 2009).

Leptodactylus fuscus está inserida no grupo *fuscus* sendo encontrada em campo aberto, savanas, pastagens, áreas pantanosas, florestas degradadas e habitat urbano. Reproduz-se em áreas úmidas temporárias e em bordas de lagoas permanentes, depositando os ovos em ninhos de espuma dentro das tocas, que quando inundadas permitem a fuga dos girinos para zonas úmidas adjacentes e os machos iniciam a vocalização para acasalamento a partir do período chuvoso (IUCN, 2014; DE SÁ, 2014). Essas características reprodutivas e de habitat permitem intercâmbio de muitos grupos de parasitas (POULIN & MORAND, 1999) promovendo a diversificação dos grupos de parasitas encontrados nesse hospedeiro encontrado em ambientes diversificados (Tabela 1). Por se tratar de uma espécie hospedeira de ampla distribuição geográfica, *L. fuscus* pode ser um bom preditor de diversidade parasitária e está presente em grande parte das Américas Central e do Sul, do Panamá a Argentina em vários biomas, inclui ainda ilhas oceânicas, como Margarita e o arquipélago de Trinidad e Tobago (CAMARGO et al., 2006), sendo encontrada em grande parte da faixa correspondente à diagonal aberta da América do Sul (Figura 1).



Figura 1. A - *Leptodactylus fuscus* (Fotógrafo: Rivera Correa, Mauricio) Museu de Herpetologia da Universidade de Antioquia (MHUA); B e C - Distribuição geográfica de *L. fuscus* na América do Sul (Fonte: AmphibiaWeb Species - IUCN Red List Species).

Tabela 1. Registro de helmintos associados a *Leptodactylus fuscus* da América do Sul de acordo com Campião et al. (2014). MS (Mato Grosso do Sul), PA (Pará), ES (Espírito Santo), RJ (Rio de Janeiro), TO (Tocantins) e Paraguai.

Helminto	<u>País</u>	Estado	Referência
<i>Oswaldocruzia proencai</i>		Não reportado	Vicente et al., 1991
<i>Schrankiana formosula</i>	Brasil	PA	Goldberg et al., 2007
	Brasil	RJ	Freitas, 1959
<i>Schrankiana fuscus</i>	Brasil	PA	Goldberg et al., 2007
<i>Schrankiana larvata</i>	Brasil	PA	Goldberg et al., 2007
	Brasil	TO	Freitas, 1959
	Brasil	MS	Freitas, 1959
<i>Aplectana hylambatis</i>	Paraguai	Não reportado	Baker & Vaucher, 1986
<i>Aplectana</i> sp.	Brasil	MS	Freitas, 1959
<i>Cosmocerca parva</i>	Brasil	RJ	Vicente et al., 1991
<i>Cosmocerca podicipinus</i>	Brasil	TO	Baker & Vaucher, 1986
<i>Oxyascaris oxyascaris</i>	Brasil	MS	Baker & Vaucher, 1986
<i>Oxyascaris caudacutus</i>	Brasil	RJ	Vicente & Pinto, 1991
<i>Foleyella convoluta</i>	Brasil	Não reportado	Walton, 1935
<i>Ochoterenella convoluta</i>	Brasil	Não reportado	Vicente et al., 1991
<i>Oswaldocruzia mazzai</i>	Brasil	TO	Goldberg et al., 2009
<i>Oswaldocruzia vaucheri</i>	Brasil	PA	Goldberg et al., 2007
<i>Oswaldocruzia</i> sp.	Brasil	ES	Travassos et al., 1964
<i>Mesocoelium monas</i>	Brasil	RJ	Rodrigues et al., 1990

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. O Pantanal Mato-grossense e a teoria dos refúgios. *Revista Brasileira de Geografia* v. 2, p. 9-58, 1988
- ADAMOLI, J. Zoneamento ecológico do Pantanal baseado no regime de inundações. In: Encontro Sobre Sensoriamento Remoto Aplicado a Estudos no Pantanal, Corumbá. 1995 Anais. São José dos Campos: INPE, p.15-17, 2005.
- AGUIAR, A. Evaluation of helminths associated with 14 amphibian species from a neotropical Island near the southeast coast of Brazil. *Herpetological Review*, v. 45(2), p. 13–17, 2014.
- AHO, J. M. Helminthes communities of amphibians and reptiles: comparative approaches to understanding patterns and processes. In: ESCH, G.W., A.O. BUSCH, AND J. M. AHO (Eds) *Parasite Communities: Patterns and Processes*, p. 157-195, New York, Chapman & Hall, 1990.
- ALLEN, A. C. & VALLS, J. F. M. Recursos forrageiros Nativos do Pantanal Mato-Grossense. Brasília, DF: EMBRAPA-CENARGEN, p. 339, 1987.
- ANDRADE-LIMA, D. The Caatinga's dominium. *Revista Brasileira de Botânica*, v.4, p.149-153, 1981.
- BASTOS, R. P. Anfíbios do Cerrado. In *Herpetologia no Brasil II* (L.B. Nascimento & M.E. Oliveira, orgs.). Sociedade Brasileira de Herpetologia, Belo Horizonte, p.87-100, 2007.
- BEGON, M.; HARPER, J. L. & TOWNSEND, C. R. *Ecology: individuals, populations and communities*. 3th ed. Blackwell Science, Oxford. p.1068, 1996.
- 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.
- BEZERRA, C. H.; PINHEIRO, L. T.; MELO, G. C.; ZANCHI-SILVA, D.; QUEIROZ, M. S.; ANJOS, L. A.; HARRIS, D. J. & BORGES-NOJOSA, D. M. Assessing the influence of geographic distance in parasite communities of an exotic lizard. *Acta Parasitologica*, v. 61(1), p. 136–143, 2016.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. Levantamento de Recursos Naturais. Folha SE-21 Corumbá e Parte da Folha SE-20. Rio de Janeiro, 1982.

- BRASIL. Ministério do Meio ambiente (MMA). Programa Nacional de Florestas. Publicação da Diretoria do Programa Nacional de Florestas do MMA, 2015.
- CAMARGO, A.; SÁ, R. O. DE & HEYER, W. R. Phylogenetic analyses of mtDNA sequences reveal three cryptic lineages in the widespread neotropical frog *Leptodactylus fuscus* (Schneider, 1799) (Anura, Leptodactylidae). *Biological Journal of Linnean Society*, v. 87, p. 325-341, 2006.
- CAMPIÃO, K.M.; RIBAS, A. C. D. A.; MORAIS, D. H.; SILVA, R. J. D. & TAVARES, L. E. R. How Many Parasites Species a Frog Might Have? Determinants of Parasite Diversity in South American Anurans. *PLoS ONE*, v. 10(10), e0140577, 2015a.
- CAMPIÃO, K. M.; RIBAS, A. & TAVARES, L. E. R. Diversity and patterns of interaction of an anuran-parasite network in a neotropical wetland. *Parasitology*, v. 142, p. 1751-1757, 2015.
- CAMPIÃO, K. M.; MORAIS, D. H.; DIAS, O. T.; AGUIAR, A., TOLEDO, G.; TAVARES, L. E. R. & SILVA, R. J. Checklist of helminths parasites of amphibians from South America. *Zootaxa*, v. 30, p. 1-93, 2014.
- 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.
- COLLI G. R., BASTOS, R.P. & ARAÚJO, A. F. B. The character and dynamics of the Cerrado Herpetofauna. In *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. (Oliveira, P.S. & Marquis, R.J., eds.). Columbia University Press, New York. p. 223–24, 2002.
- CONTE, C. E. & ROSSA-FERES, D. C. Riqueza e distribuição espaço-temporal de anuros em um remanescente de Floresta com Araucária no sudeste do Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia*, vol. 24(4), p.1025-1037, 2007.
- DE SÁ, R. O.; GRANT, T.; CAMARGO, A.; HEYER, W. R.; PONSSA, M. L. & STANLEY, E. Phylogeny of the neotropical genus *Leptodactylus* Fitzinger, 1826 (Anura: Leptodactylidae): Phylogeny, the relevance of non-molecular evidence, and species account. *South American Journal of Herpetology*, v. 9, p. 1-128, 2014.
- DUELLMAN, W.E., TRUEB, L. *Biology of Amphibians*. Ed. Johns Hopkins, New York. 1994.

- DUELLMAN, W. E. Alternative life-history styles in anuran amphibians: evolutionary and ecological implications. In: BRUTON, M. N (Ed.), Alternative life-history styles of animals. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p.101-126, 1989.
- FROST, D. R. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 (Date of access). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA, 2015.
- GILBERT, B. & LECHOWICZ, M. J. Neutrality, niches, and dispersal in a temperate forest understory. Proceedings of the National Academy of Sciences USA, v. 101, p.7651- 7656, 2004.
- 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.
- GONZÁLEZ, C. E., HAMANN, M.I. Larval nematodes found in amphibians from northeastern Argentina. Brazilian Journal Biology, 70 v. 4, p.1089-1092, 2010.
- IUCN. REYNOLDS, R.; CARAMASCHI, U.; MIJARES, A.; ACOSTA-GALVIS, A.; HEYER, R.; LAVILLA, E. & HARDY, J. *Leptodactylus fuscus*. In: IUCN 2014
- KLINK, C. A. & MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. Conservation Biology, v. 19(3), p. 707-713, 2005.
- KREBS, C. S. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. 4th ed. Harper Collins College Publishers, New York. p. 801, 1994.
- MARCOGLIESE, D. J. Parasites: Small players with crucial roles in the ecological theatre. Ecohealth, v. 1, p. 151-164, 2004.
- NEKOLA, J. C.; WHITE, P. S. The distance decay of similarity in biogeography and ecology. Journal of Biogeography, v. 26, p. 867-878, 1999.
- NELSON, F. B. L., BROWN, G. P., SHILTON, C., & SHINE, R. Host–parasite interactions during a biological invasion: The fate of lungworms (*Rhabdias* spp.) inside native and novel anuran hosts. International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife, v. 4(2), p. 206–215, 2015.

- PLATT, T. R. A phylogenetic and biogeographic analysis of the genera of Spirorchinae (Digenea: Spirorchidae) parasitic in freshwater turtles. *Journal of Parasitology*, v.78, p. 616-629, 1992.
- POTT A.; POTT, V. J. & DAMASCENO JÚNIOR, G. A. Fitogeografia do pantanal. III CLAE E IXCEB, São Lourenço - MG, 2009.
- POULIN, R.; BLANAR, C. A.; THIELTGES, D. W. & MARCOGLIESE, D. J. The biogeography of parasitism in sticklebacks: distance, habitat differences and the similarity in parasite occurrence and abundance. *Ecography*, v. 34, p. 540-551, 2011.
- POULIN, R.; MORAND, S. *Parasite Biodiversity*. Smithsonian Books: Washington, DC, p. 216, 2004.
- POULIN, R. The decay of similarity with geographical distance in parasite communities of vertebrate hosts. *Journal of Biogeography*, v. 30, p. 1609–1615, 2003.
- POULIN, R. & MORAND, S. The diversity of parasites. *The Quarterly Review of Biology*, v. 75, p. 277-293,
- POULIN, R & MORAND, S. Geographical distances and the similarity among parasite communities of conspecific host populations. *Parasitology*, v. 119, p. 369-374, 1999.
- RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F. & BRIDGEWATER, S. The brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany*, v. 80, p. 223-230, 1997.
- RECODER, R. & NOGUEIRA, C. Composição e diversidade de répteis Squamata na região sul do Parque Nacional Grande Sertão Veredas, Brasil Central. *Biota Neotropica*, Campinas , v. 7, n. 3, p. 267-278, 2007 .
- RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. Pp. 153- 212. In: S.M. SANO; S.P. ALMEIDA & J.F. RIBEIRO (eds.). *Cerrado: ecologia e flora*. vol. 1. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2008.
- PÉREZ-DEL-OLMO, A.; FERNÁNDEZ, M.; RAGA1, J. A.; KOSTADINOVA, A. & MORAND, S. Not everything is everywhere: the distance decay of similarity in a marine host–parasite system. *Journal of Biogeography*, v. 36, p. 200–209, 2009.
- RODELA, L. G. e QUEIROZ NETO, J. P. Estacionalidade do Clima no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do sul, Brasil. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 59, p. 101-113, 2007.

- RODRIGUES, M. T. Herpetofauna da Caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Orgs.), Ecologia e Conservação da Caatinga. Recife: UFPE, p. 489-540, 2003.
- RODRIGUES, H. O.; RODRIGUES, S. S. & CRISTOFARO, R. Contribuição ao conhecimento da fauna helmintológica de Barra do Pirai, 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.
- SANTOS, V. G. & AMATO, S. B. Species of *Cosmocerca* (Nematoda, Cosmocercidae) in anurans from Southern Santa Catarina State, Brazil. Comparative Parasitology, v. 80 (1), p. 123-129, 2013.
- SEGALLA, M. V., CARAMASCHI, U., CRUZ, C. A. G., GARCIA, P. C. A., GRANT, T., HADDAD, C. F. B. & LANGONE, J. 2014. Brazilian amphibians – List of species. [Accessed 11 Jan 2016].
- SILVA, J. M. C., TABARELLI, M.; FONSECA, M.T. & LINS, L.V. (orgs.). Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2004.
- SILVA, M. P., MAURO, R., MOURÃO, G. & COUTINHO, M. Distribuição e quantificação de classes de vegetação do Pantanal através de levantamento aéreo. Revista Brasileira de Botânica, vol. 23, p.143-152, 2000.
- STUMPF, I. V. K. Helintos em *Leptodactylus ocellatus* (L. 1758) em Curitiba, Brasil. Acta Biologica Paranaense, v. 10/11, p. 215-218, 1982.
- THIELTGES, D. W.; FERGUSON, M. A. D.; JONES, C. S.; KRAKAU, M.; MONTAUDOUIN, X.; NOBLE, L. R.; REISE, K. & POULIN, R. Distance decay of similarity among parasite communities of three marine invertebrate hosts. Oecologia, v. 160, p. 163-173, 2009.
- TOLEDO, G. M.; MORAIS, D. H.; SILVA, R. J.; ANJOS, L. A. Helminth communities of *Leptodactylus latrans* (Anura: Leptodactylidae) from the Atlantic rainforest, south-eastern Brazilian Journal of Helminthology, v. 89(2), p. 250-4, 2015.
- TOLEDO, G. M.; AGUIAR, A.; SILVA, R. J.; ANJOS, L. A. Helminth Fauna of Two Species of *Physalaemus* (Anura: Leiuperidae) from an Undisturbed Fragment of

- the Atlantic Rainforest, Southeastern Brazil. *Journal of Parasitology*, v. 99(5), p. 919–922, 2013.
- TRAVASSOS, L. Contribuições para o conhecimento da fauna helmintológica dos batráquios do Brasil. Nematódeos intestinais. *Scientia Medica*, v. 3 (1), p. 673-687, 1925.
- TROMBETA, A. M. Estudo da helmintofauna de anfíbios das famílias Ceratophryidae, Leptodactylidae e Leiuperidae do Pantanal Sul, Mato Grosso do Sul. 54 f. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual Paulista, Botucatu - SP, 2008.
- TUOMISTO, H.; RUOKOLAINEN, K. & YLI-HALLA, M. Dispersal, environment, and floristic variation of western Amazonian forests. *Science*, v. 299, p. 241-244, 2003.
- VANZOLINI, P. E. Problemas faunísticos do Cerrado. Simpósio sobre o Cerrado, São Paulo. p. 3305-321, 1963.
- VASCONCELOS, T.S., SANTOS, T.G., HADDAD, C.F.B. & ROSSAFERES, D.C. Climatic variables and altitude as predictors of anuran species richness and number of reproductive modes in Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, v. 26, p. 423-432, 2010.
- VICENTE, J. J. & SANTOS, E. Fauna helmintológica de *Leptodactylus ocellatus* de volta redonda, Estado do Rio de Janeiro. *Atas Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro*, v. 17, p. 27-42, 1976.
- VIEIRA, W. L. S.; ARZABE, C. & SANTANA, G. G. Composição e distribuição espaço-temporal de anuros no Cariri paraibano, nordeste do Brasil. *Oecologia Brasileira*, v. 1 (3), p. 383-396, 2007.
- WYNN, A. & HEYER, W. R. Do geographically widespread species of tropical amphibians exist? An estimate of genetic relatedness within the neotropical frog *Leptodactylus fuscus* (Anura, Leptodactylidae). *Tropical Zoology*, v. 14, p. 255-285, 2001.

HELMINTOFAUNA ASSOCIADA A *LEPTODACTYLUS FUSCUS*
(ANURA: LEPTODACTYLIDAE) EM REGIÕES DE CERRADO,
PANTANAL E CAATINGA NO BRASIL

Artigo a ser submetido à revista Parasitology

Helmintofauna associada a *Leptodactylus fuscus* (Anura: Leptodactylidae)
em regiões de Cerrado, Pantanal e Caatinga no Brasil

Lins, A. G. S^{1*}; Moraes, D. H¹; Campião, K. M²; Silva, R.J.¹

¹UNESP - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, Departamento de Parasitologia, Laboratório de Parasitologia de Animais Silvestres.

²Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

* alinegouveia51@hotmail.com

RESUMO

Identificar os fatores que afetam a diversidade da comunidade parasitária de um hospedeiro é uma questão fundamental para a ecologia do parasitismo. Este estudo descreveu a composição da comunidade de helmintos do Cerrado, Pantanal e Caatinga, e ainda investigou se a dissimilaridade entre a fauna parasitária das diferentes áreas amostradas difere entre regiões com maior distância geográfica. Foram amostrados 155 espécimes de *Leptodactylus fuscus* com um total de 6129 helmintos recuperados. A fauna parasitária foi composta principalmente por nematodeos, *Aplectana membranosa* (n = 4944), *Aplectana pinto* (n = 24), *Schrankiana formosula* (n = 665), *Cosmocerca podicipinus* (n = 64), Cosmocercidae (n = 201), *Oswaldocruzia lopesi* (n = 33), *Physaloptera* sp. (n = 38), *Physalopteroides* sp. (n = 1) *Oxyascaris necopinus* (n = 12), larvas encistadas não identificadas de nematodeos (n = 85); em seguida os trematodeos, *Catadiscus* cf. *marinholutzi* (n = 8), *Glypthelmins linguatula* (n = 9) e metacercárias (Diplostomidae) (n = 16); seguidos por larvas de cestodeos (n = 8) e cistacanto (Acantocephala) (n = 18). As espécies que mais contribuíram com a dissimilaridade de cada área foram *Aplectana membranosa*, *Schrankiana formosula* e cistacanto, na Caatinga, Pantanal e Cerrado, respectivamente. Cerrado e Pantanal foram os biomas que mais se assemelharam pelo compartilhamento de espécies de helmintos, diferindo da Caatinga por estarem geograficamente mais distantes. Espécies hospedeiras que compõe a fauna de uma região, nem sempre são descendentes de um mesmo ancestral comum, influenciando diretamente na composição da comunidade parasitária. De modo geral, encontramos uma relação positiva entre o aumento da distância geográfica e a dissimilaridade da comunidade de helmintos, sendo um importante fator ligado à diversidade, pois amplia o conhecimento sobre biodiversidade, além de auxiliar na elucidação de relações ecológicas como parasita-hospedeiro contribuindo não só com a ecologia local mas abrangendo um espectro mais amplo da ecologia e da sistemática.

Palavras-chave: helmintos, parasita-hospedeiro, Bray- Curtis, análise discriminante canônica, parasitas.

ABSTRACT

Identifying the factors that affect the diversity of the parasite communities of a host is a key issue for the ecology of parasitism. This study described the composition of the helminth community of the Cerrado, Pantanal and Caatinga, and also investigated whether the dissimilarity between the parasitic fauna of the different areas sampled differs between regions with greater geographical distance. Were sampled 155 specimens of *Leptodactylus fuscus* with a total of 6129 helminths recovered. The parasitic fauna was mainly comprised of nematodes, *Aplectana membranosa* (n = 4944), *Aplectana pinto* (n = 24), *Schrankiana formosula* (n = 665), *Cosmocerca podicipinus* (n = 64), Cosmocercidae (n = 201), *Oswaldocruzia lopesi* (n = 33), *Physaloptera* sp. (n = 38), *Physalopteroides* sp. (n = 1) *Oxyascaris necopinus* (n = 12), encysted larvae nematodes (n = 85); trematode, *Catadiscus cf. marinholutzi* (n = 8), *Glypthelmins linguatula* (n = 9) and metacercaries (Diplostomidae) (n = 16); followed by cestode larvae (n = 8) and cystacanths (Acantocephala) (n = 18). The species that contributed most to the dissimilarity of each area were *Aplectana membranosa*, *Schrankiana formosula* and cystacanth in Caatinga, Pantanal and Cerrado, respectively. Cerrado and Pantanal biomes that were more resembled the species sharing helminths, differing from Caatinga because they are geographically more distant. Host species that make up the fauna of a region, are not always descendants of a common ancestor, directly influencing the composition of the parasite community. In general, we find a positive relationship between increased geographical distance and the dissimilarity of helminth community, being an important factor linked to diversity, because increases the data on biodiversity, and help to elucidate ecological relationships as host-parasite contributing not only to the local ecology but covering a broader spectrum of ecology and systematics.

Key words: helminths, host-parasite, Bray-Curtis, canonical Canonical discriminant analysis, parasites.

INTRODUÇÃO

Os padrões de riqueza de espécies local (diversidade α) e a variação na composição de espécies ao longo de um gradiente geográfico (diversidade β) são resultados da heterogeneidade ambiental e processos de especiação, extinção e colonização (GRAHAM et al., 2006). A composição e estrutura de uma comunidade podem variar de acordo com as características da paisagem, assim, a semelhança dos parâmetros ambientais é susceptível à diminuição com o aumento da distância entre os habitats, interferindo na composição da comunidade parasitária (POULIN & MORAND, 1999; POULIN, 2003, 2004; BEZERRA, 2016). A heterogeneidade ambiental pode favorecer diretamente o aumento da riqueza, pois a abundância de micro-habitat proporciona uma gama maior de ambientes e, por consequência, mais recursos (BEGON et al., 2006). A similaridade na composição da comunidade parasitária decai exponencialmente com o aumento da distância em algumas espécies de hospedeiro, o que pode não ocorrer em para todas as espécies, desta forma, parasitas são bons preditores para investigação em se tratando distancias geográficas e se influenciam nos padrões de riqueza das comunidades estudadas.

As áreas amostradas apresentam uma diversidade de fauna e flora, formando um mosaico heterogêneo de unidades interativas (METZGER, 2001). De acordo com VANZOLINI (1963), na região Sul do continente americano ocorre a chamada "diagonal aberta", caracterizada por uma faixa contínua que se estende desde a região da Caatinga, passando por quase toda a extensão de um gradiente savânico que caracteriza o Cerrado e chegando até a região de Chaco, separando geograficamente dois grandes blocos de formações florestais da América do Sul, Floresta Amazônica e Mata Atlântica, e nessa diagonal as espécies sofrem uma diversificação na fauna de hospedeiros vertebrados (ZANELLA, 2002; COLLI, 2005; PORZECANSKI & CRACRAFT, 2005), o que também pode ocorrer com a fauna parasitária dos hospedeiros anuros encontrados nestas áreas.

O trabalho teve como objetivo descrever a composição e estrutura da comunidade de helmintos associados às rãs da espécie *L. fuscus* em localidades distribuídas nas regiões de Cerrado e Pantanal no Estado de Mato Grosso e Caatinga na região Sul do Estado do Ceará e analisar a similaridade da comunidade de helmintos associados a *L. fuscus* dos três distintos biomas.

O estudo foi realizado de maneira comparativa, portanto, esperamos que para cada ambiente amostrado a composição da comunidade parasitária associada à espécie de hospedeiro seja tão diversificada quanto às fitofisionomias apresentadas, e com base no enunciado, responder questões como por exemplo se existem diferenças na composição e estrutura da comunidade de helmintos de *Leptodactylus fuscus* nas diferentes regiões amostradas. Um segundo questionamento é se a distância geográfica influencia a similaridade da helmintofauna nas diferentes regiões.

MATERIAL E MÉTODOS

Áreas de estudo

Foram amostradas quatro localidades no Pantanal, quatro no Cerrado e quatro na Caatinga (Tabela 1; Figura 1).

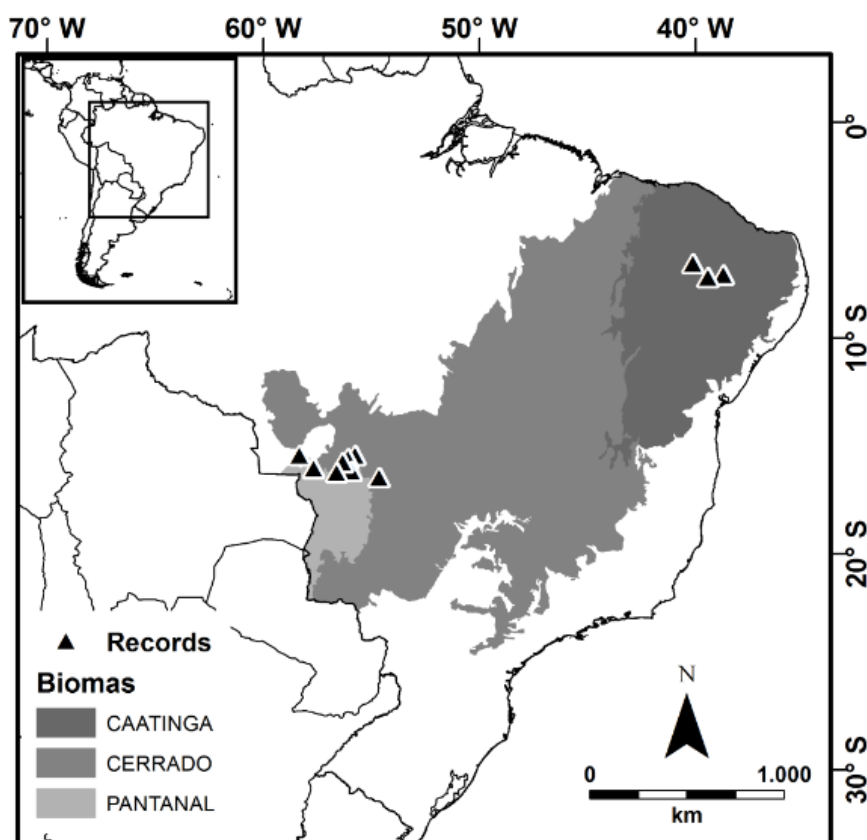


Figura 1. Mapa de distribuição das localidades representadas na amostragem do hospedeiro *Leptodactylus fuscus* nos Estados do Mato Grosso e Ceará.

Tabela 1. Municípios com suas respectivas coordenadas geográficas e biomas amostrados

Municípios	Estado	Coordenadas Geográficas (Lat/Long)	Bioma
Araputanga	Mato Grosso	15°27'52,02" S 58°20'34,8" O	Cerrado
Chapada dos Guimarães	Mato Grosso	15°27'55,33" S 55°45'02,31" O	Cerrado
Cuiabá	Mato Grosso	15°36'09,81" S 56°05'53,82" O	Cerrado
Rondonópolis	Mato Grosso	16°28'01,03" S 54°38'16,08" O	Cerrado
Barão de Melgaço	Mato Grosso	16°11'31,98" S 55°56'54,51" O	Pantanal
Cáceres	Mato Grosso	16°04'36,64" S 57°40'56,29" O	Pantanal
Nossa Senhora do Livramento	Mato Grosso	15°46'13,93" S 56°20'36,62" O	Pantanal
Poconé	Mato Grosso	16°15'57,82" S 56°37'36,70" O	Pantanal
Barro	Ceará	6°05'21,04" S 39°26'54,54" O	Caatinga
Aiuaba	Ceará	6°34'16,61" S 40°07'05,76" O	Caatinga
Crato	Ceará	7°13'39,80" S 39°25'05,51" O	Caatinga
Missão Velha	Ceará	7°14'36,06" S 39°09'00,16" O	Caatinga

Coleta dos Hospedeiros

Os anuros do Mato Grosso foram retirados da coleção zoológica da Universidade Federal do Mato Grosso. As coletas da Caatinga ocorreram durante o período chuvoso em janeiro de 2014. Os métodos utilizados para o colecionamento dos anfíbios na região da Caatinga foi por procura visual no durante o período noturno, e os anuros capturados em atividade ou em abrigos em diversos microambientes visualmente acessíveis.

Os anfíbios foram eutanasiados com uma sobredose de Tiopental Sódico e necropsiados por um corte longitudinal no ventre desde a região inguinal até o esterno.

Foram colhidos o aparelho gastrointestinal (separado em esôfago, estômago, intestino delgado e intestino grosso), fígado, vesícula biliar, coração e pulmões. Os hospedeiros foram fixados (formol 10%) e identificado com etiqueta de acordo com número do inventário e, posteriormente, mantidos em álcool 70%.

Os espécimes de *L. fuscus* referentes às áreas de coleta do Pantanal e Cerrado foram sistematicamente depositados na Coleção de vertebrados da UFMT - Universidade do Estado do Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso. Os espécimes de *L. fuscus* das localidades inseridas na região de Caatinga, da região do Sul do Ceará foram depositados na Coleção de vertebrados da URCA - Universidade Regional do Cariri, Crato, Ceará. Sob numero de licença IBAMA/CISBIO 29613-1.

Coleta e preparo dos helmintos

Após a retirada dos órgãos foi realizado o exame da cavidade celomática e de todos os órgãos para a procura de parasitos. Os helmintos foram coletados, fixados e posteriormente foram processados seguindo-se metodologias clássicas (AMATO et al., 1991), contados e acondicionados em um recipiente de vidro e etiquetados conforme o número de Tombo da espécie de hospedeiro na Coleção Zoológica e o órgão no qual foi recuperado.

Para a identificação das espécies de helmintos, os nematoides foram clarificados com lactofenol de Aman (ANDRADE, 2000) e os cestoides, trematódeos e acantocéfalos foram corados pela técnica do carmin clorídrico e diafanizados em creosoto de Faia (ANDRADE, 2000; REY, 2001).

Os dados morfométricos e fotomicrografias dos helmintos foram obtidos em sistema computadorizado para análise de imagens LAZ V3 (Leica Application Suite), adaptado aos microscópios DM 2500-Leica com o sistema de contraste interferencial de fase. Exemplares testemunhos dos parasitas e hospedeiros foram depositados na Coleção Helminológica do Departamento de Parasitologia (CHIBB) pertencente ao Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, município de Botucatu, São Paulo, Brasil.

Análise dos dados

Os padrões de infecção para todas as espécies de helmintos encontradas foram estimados através da prevalência (número de indivíduos parasitados dividido pelo número total de indivíduos expresso em porcentagem), abundância média (número de

helminthos encontrados dividido pelo número total de indivíduos da amostra) e intensidade média de infecção (número de helminthos coletados dividido pelo número de indivíduos parasitados) e seus respectivos erros-padrão (BUSH et al., 1997).

O índice de Berger-Parker (d) foi usado para medir a dominância numérica das espécies de helminthos. A representatividade da riqueza de espécies de helminthos observada foi comparada com a riqueza estimada pelos estimadores de riqueza Bootstrap método de Chao 1 e um índice com base na abundancia estimada (ACE) implementado no Software Estimates 8.0 (COLWELL, 2009), para toda a amostra e para cada bioma.

Os dados de abundância de cada localidade da Caatinga, Cerrado e Pantanal foram submetidos à análise de correspondência destendenciada (DCA) e a *posteriore* foi feito o teste de Mantel pelo pacote (ade4) do programa R para testar a hipótese de que com o aumento da distancia espacial, a dissimilaridade entre as áreas aumenta.

Também foi elaborado uma análise de discriminante canônica (ADC), que leva em consideração a distância de Mahalanobis para verificar se os intervalos entre os centroides diferenciaram significativamente. O modelo discriminante elege os componentes que melhor separam os grupos no espaço mensurado (COOLEY e LOHNES, 1971), permitindo avaliar se os grupos diferem entre si, testando a integridade dos relacionamentos.

Usando os dados de abundância, a similaridade entre as comunidades parasitárias foi calculada através do índice de dissimilaridade Bray-Curtis, que leva em consideração as diferenças na abundância de cada espécie compartilhada (MAGURRAN, 1988) e seus valores foram referenciados em um cluster, variando de 0 a 1, sendo estas a menor e maior dissimilaridade, respectivamente. As análises foram realizadas através dos softwares Sigma-Stat 3.1, Past (Paleontological Statistics) e Statistica.

RESULTADOS

Foram coletados 155 *L. fuscus* das regiões da Caatinga (n = 65), Cerrado (n = 36) e Pantanal (n = 54) e, destes, recuperados 6.129 helmintos com uma prevalência de 85.2%, abundância média de $39,5 \pm 6,3$ e intensidade média de $46,4 \pm 7,2$. Pelo índice de Berger-Parker as espécies dominantes foram *Aplectana membranosa* na Caatinga (d = 0,93) e Pantanal (d = 0,4), e *Schrankiana formosula* (d = 0,4) no Cerrado. As duas espécies ocorreram em todos os biomas amostrados (Tabela 2). Os taxa que compuseram a helmintofauna dos três biomas estão apresentados na Figuras 2-6).

Os taxa compartilhados entre as áreas inseridas no Cerrado e Pantanal (n = 10) foram compostas basicamente por nematoides (n = 8) e poucas espécies de trematódeos (n = 1) e cistacanto (n = 1), apresentando apenas dois taxa a mais para a região do Pantanal (*A. pinto* e larva de *Physalopteroides*).

A riqueza de helmintos incluiu 16 taxa com uma riqueza média de 1,3 (0-4) para o total da amostra (pool regional) e para cada bioma (comunidade local) a riqueza média foi de 1,1 na Caatinga, 1,2 para o Cerrado e 1,5 no Pantanal. As curvas de acumulação de espécies encontradas no Cerrado e Caatinga tenderam a uma estabilização, por outro lado, o Pantanal não houve tendência à estabilização da curva, não atingindo suficiência amostral (Figura 10).

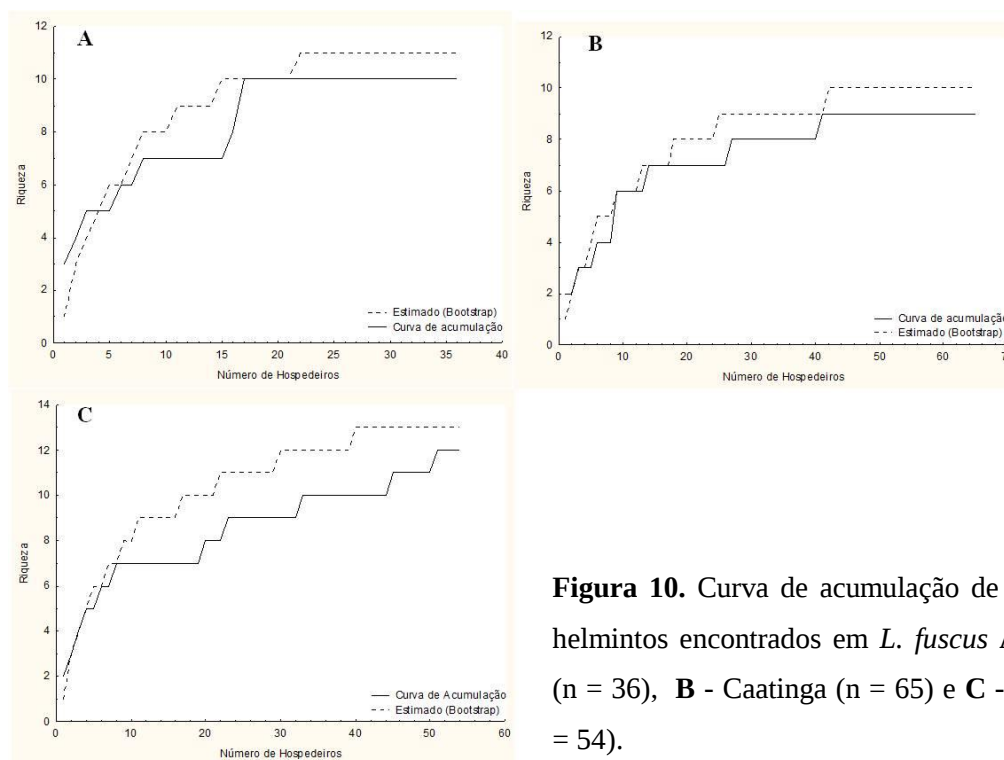


Figura 10. Curva de acumulação de espécies de helmintos encontrados em *L. fuscus* **A** - Cerrado (n = 36), **B** - Caatinga (n = 65) e **C** - Pantanal (n = 54).

Tabela 2. Prevalência (P %), abundância média (AM $\pm$ EP), intensidade média de infecção (IMI $\pm$ EP), riqueza de espécies e sítio de infecção associados a *Leptodactylus fuscus* da Caatinga, Cerrado e Pantanal. EP = erro padrão.

Helmintos	Caatinga			Cerrado			Pantanal			SI
	P(%)	AM±EP	IMI±EP	P(%)	AM±EP	IMI±EP	P(%)	AM±EP	IMI±EP	
Nematoda										
<i>Aplepectana membranosa</i>	55,4	69,9 ± 13	126,2 ± 18,8	5	0,8 ± 0,7	15 ± 13	18,5	6,8 ± 3,2	31 ± 12,4	ID, IG
<i>Aplectana pintoii</i>							4	0,4 ± 0,3	12 ± 6	IG
<i>Cosmocerca podicipinus</i>				22,2	0,7 ± 0,27	3 ± 0,8	18,5	0,7 ± 0,3	4 ± 0,85	ID e IG
Cosmocercidae	18,5	0,5 ± 0,2	3,1 ± 0,7	27,7	1,9 ± 1,13	7 ± 3,7	31,8	1,8 ± 0,4	3,5 ± 0,5	Cav, E, ID, IG, Pul
<i>Oswaldocruzia lopesi</i>	15,4	0,3 ± 0,11	2,2 ± 0,4	13,8	0,3 ± 0,2	2,2 ± 1,2	4	0,04 ± 0,1	1	E, ID
<i>Oxyascaris necopinus</i>	5	0,1 ± 0,08	2,6 ± 1,2	5	0,05 ± 0,04	1	2	0,04 ± 0,1	2	ID, IG
<i>Rhabdias</i> sp.	5	0,05 ± 0,03	1							Pul
<i>Schrankiana formosula</i>	6	3,6 ± 2,6	59,2 ± 36,9	5	3,7 ± 2,6	67,5 ± 13,5	9	5,4 ±2,6	58 ± 13,2	ID, IG
<i>Physalopetera</i> sp.				5	0,8 ± 0,7	14,5 ± 12,5	11	0,2 ± 0,07	1,5 ± 0,3	E
<i>Physalopteroides</i> sp.							2	1	1	E
Larvas encistadas não identificadas				5	0,05 ± 0,04	1	20,3	1,54 ± 0,8	7,54 ± 3,4	Bex, E(ext), E, ID, IG
Trematoda										
<i>Catadiscus</i> cf. <i>marinholutzi</i>				8	0,1 ± 0,06	1,3 ± 0,3	4	0,07 ± 0,1	2 ± 1	ID, IG
<i>Glypthelmins linguatula</i>	1	0,1 ± 0,1	9							ID
Diplostomidae (metacercaria)	5	0,2 ± 0,2	5,3 ± 3,8							Rim
Acanthocephala										
Cistacanto				16,6	0,5 ± 0,24	2,8 ± 1,1	2	1	1	Bex(ext), E(ext), IG(ext)
Cestoda										
Larva de cestóide (hexacanto)	3	0,1 ± 0,08	4							E(ext), ID(ext)

* Sítios de infecção (SI): cavidade (Cav), pulmão (Pul), bexiga (Bex), estômago (E), intestino delgado (ID), intestino grosso (IG) e parte externa do órgão (ext).

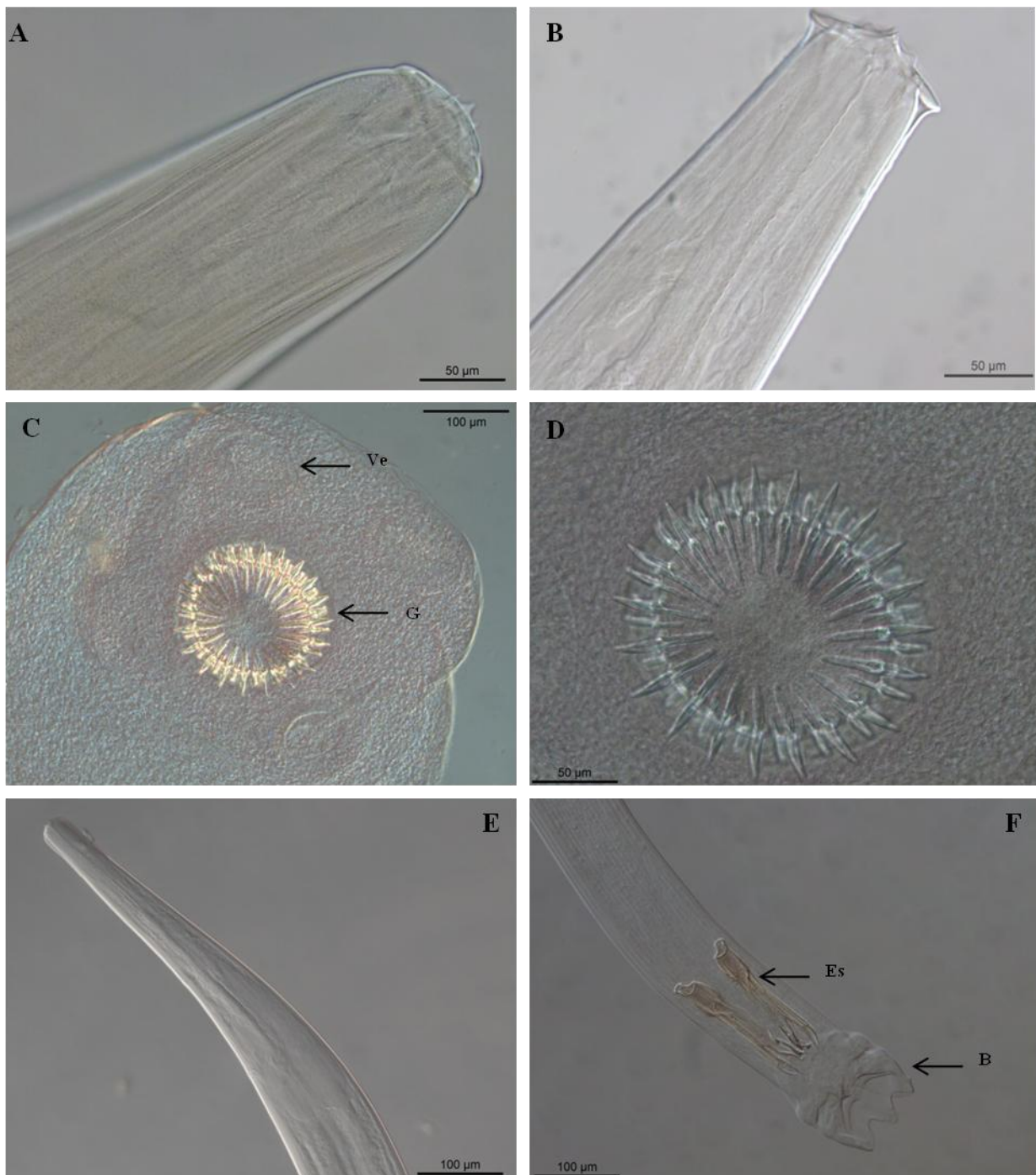


Figura 2. A- região anterior *Physalopteroides* sp.; B- região anterior de *Physaloptera* sp.; C- porção anterior da larva de cestóide; ventosas (Ve) e ganchos (G); D- detalhe dos ganchos do cestóide; E- região anterior de *Oswaldocruzia lopesi*; F- cauda do macho de *O. lopesi*; espículo (Es), bolsa copuladora (B).

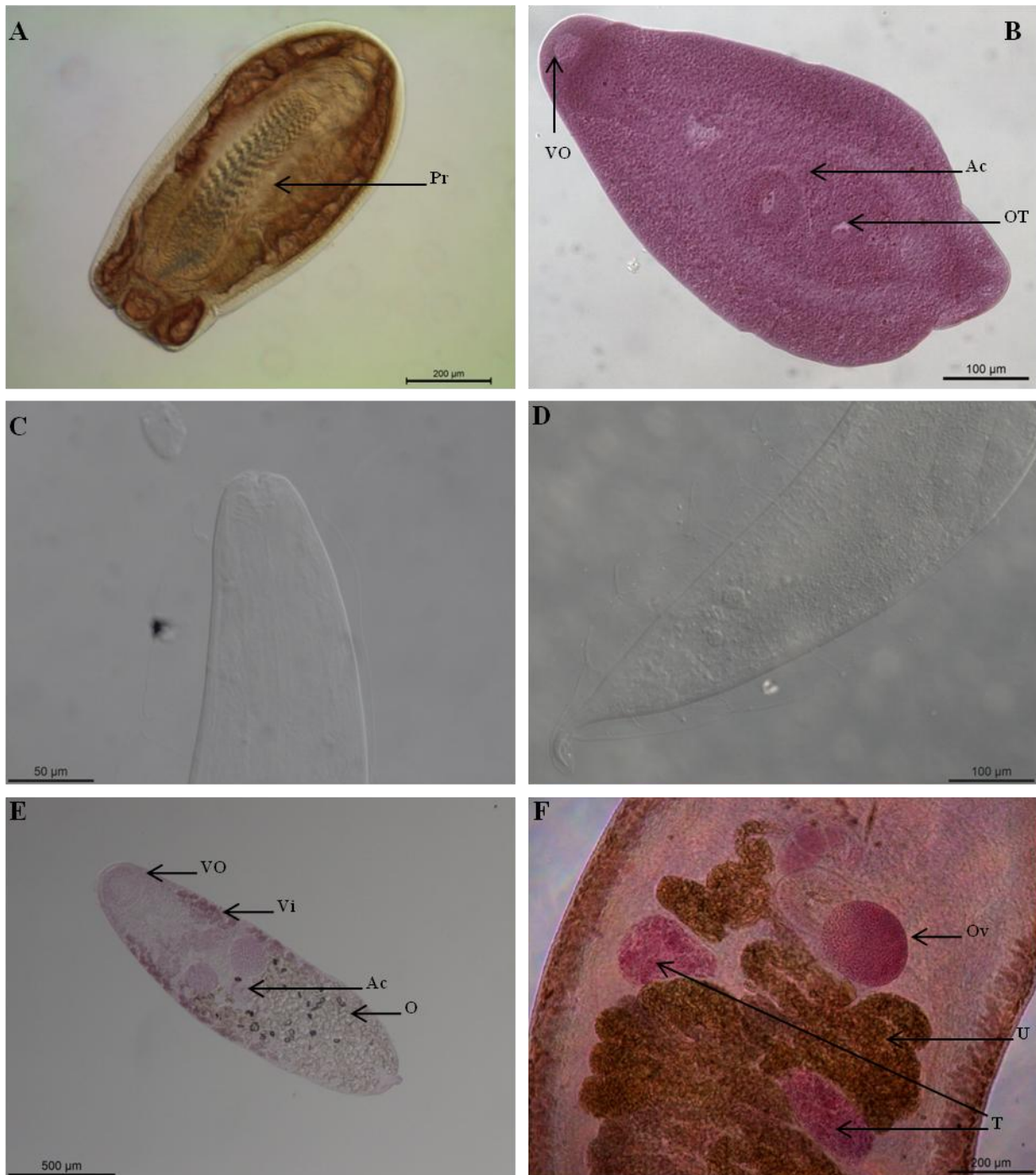


Figura 3. A- cistacanto; probóscide (Pr); B- metacercária da família Diplostomidae; ventosa oral (VO), acetábulo (Ac) e órgão tribocítico (OT); C- região anterior de *Rhabdias* sp.; D- região posterior de *Rhabdias* sp.; E- *Glypthelmins linguatula*; ventosa oral (VO), vitelária (Vi) e ovos (O); F- detalhe do aparelho reprodutivo de *G. linguatula*; ovário (Ov), útero (U) e testículos (T).

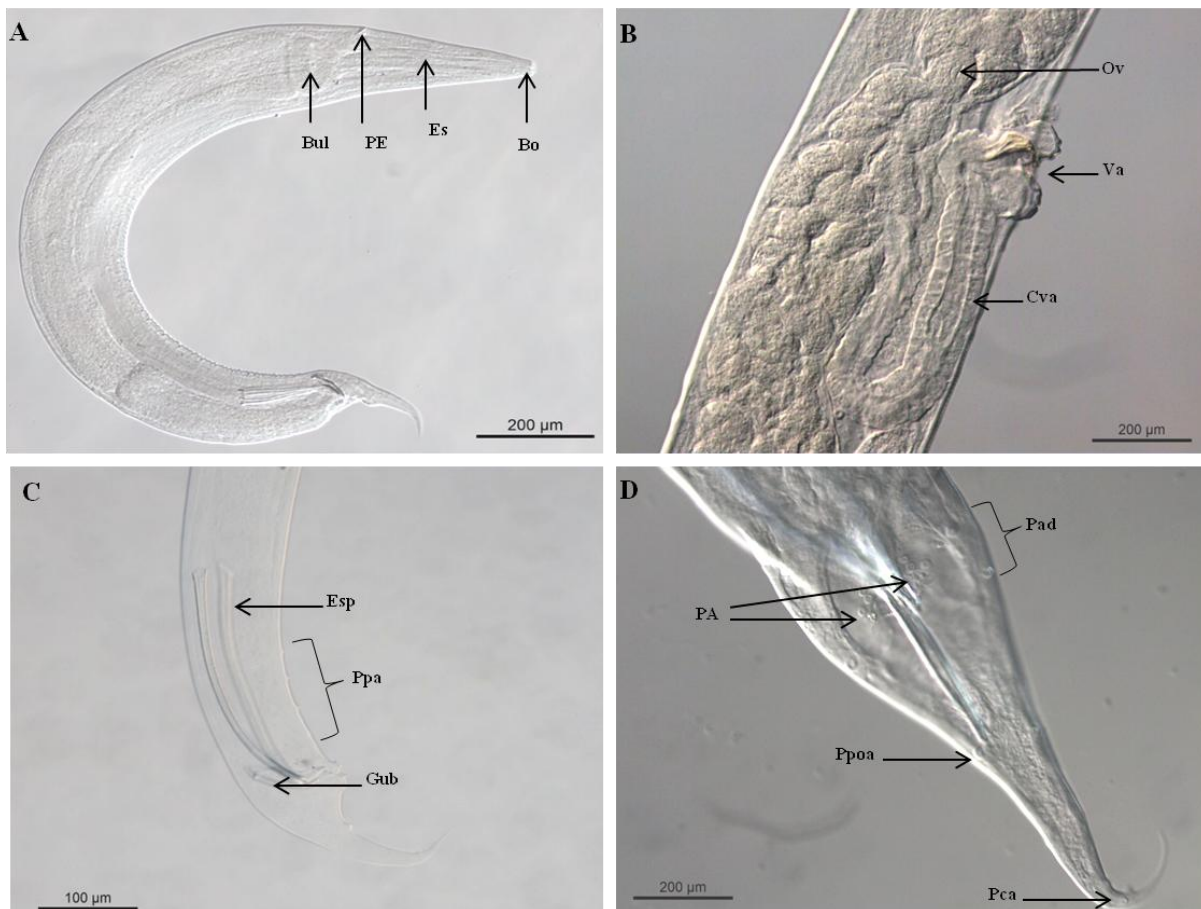


Figura 4. *Aplectana membranosa* A- Comprimento total do macho – boca (Bo) esôfago (Es), poro excretor (PE), bulbo (Bul), espículos (Esp) e gubernáculo (Gub); B- detalhe da vulva - abertura da vagina (Va), canal vaginal (Cva) e ovos (Ov); C- Cauda do macho com espículos (Es), gubernáculo (Gub) e papilas pré-anais (Ppa); D- Detalhe da extremidade caudal do macho – papilas ad-anais (Pad), papilas anais (PA), pós-anais (Ppoa) e caudais (Pca).

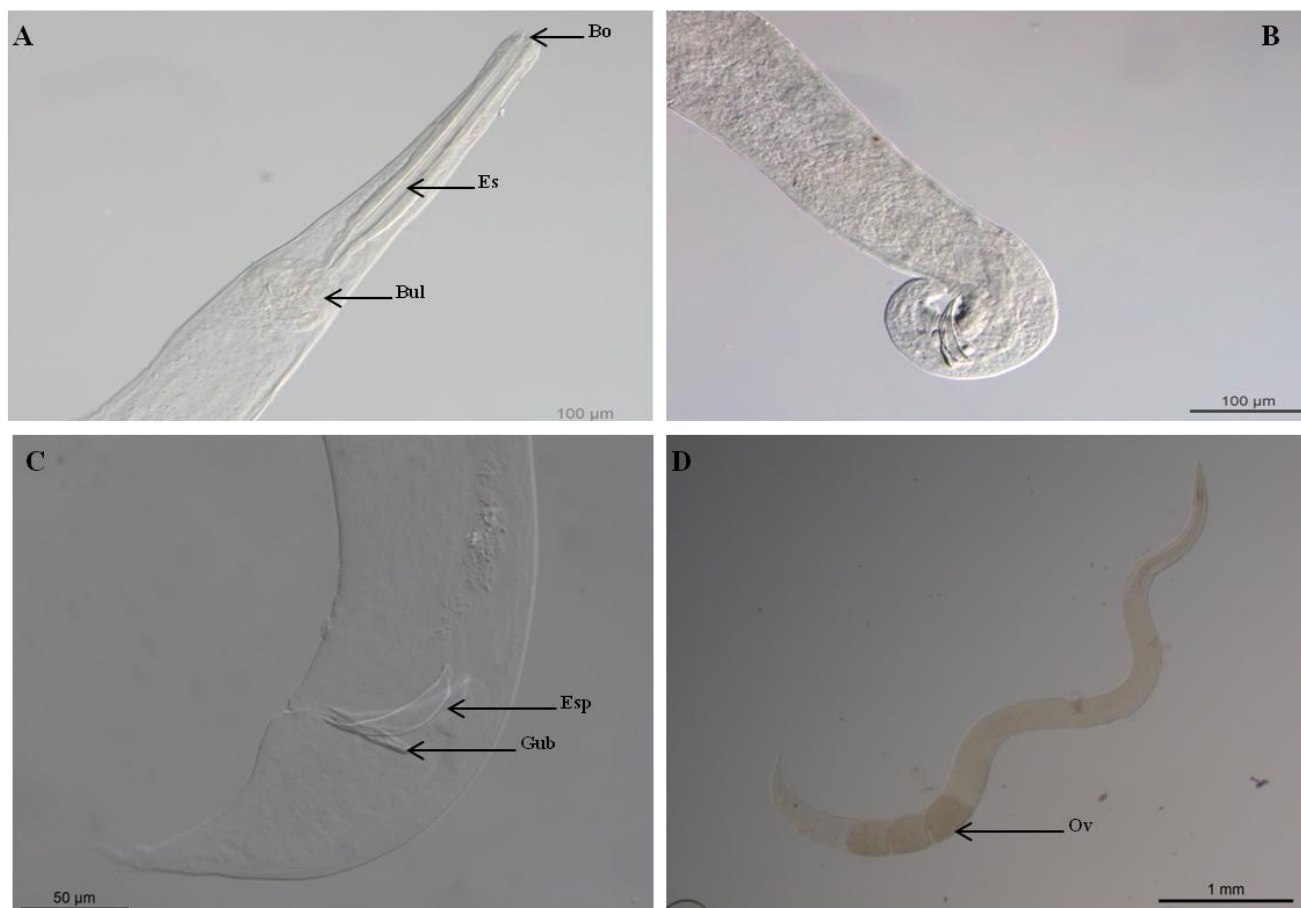


Figura 5. *Schrankiana formosula*. **A-** região anterior da boca (Bo), esôfago (Es) e bulbo(Bul); **B-** região posterior do macho; **C-** cauda do macho - espículo (Esp) e gubernáculo (Gub); **D-** comprimento total da fêmea - ovos (Ov).

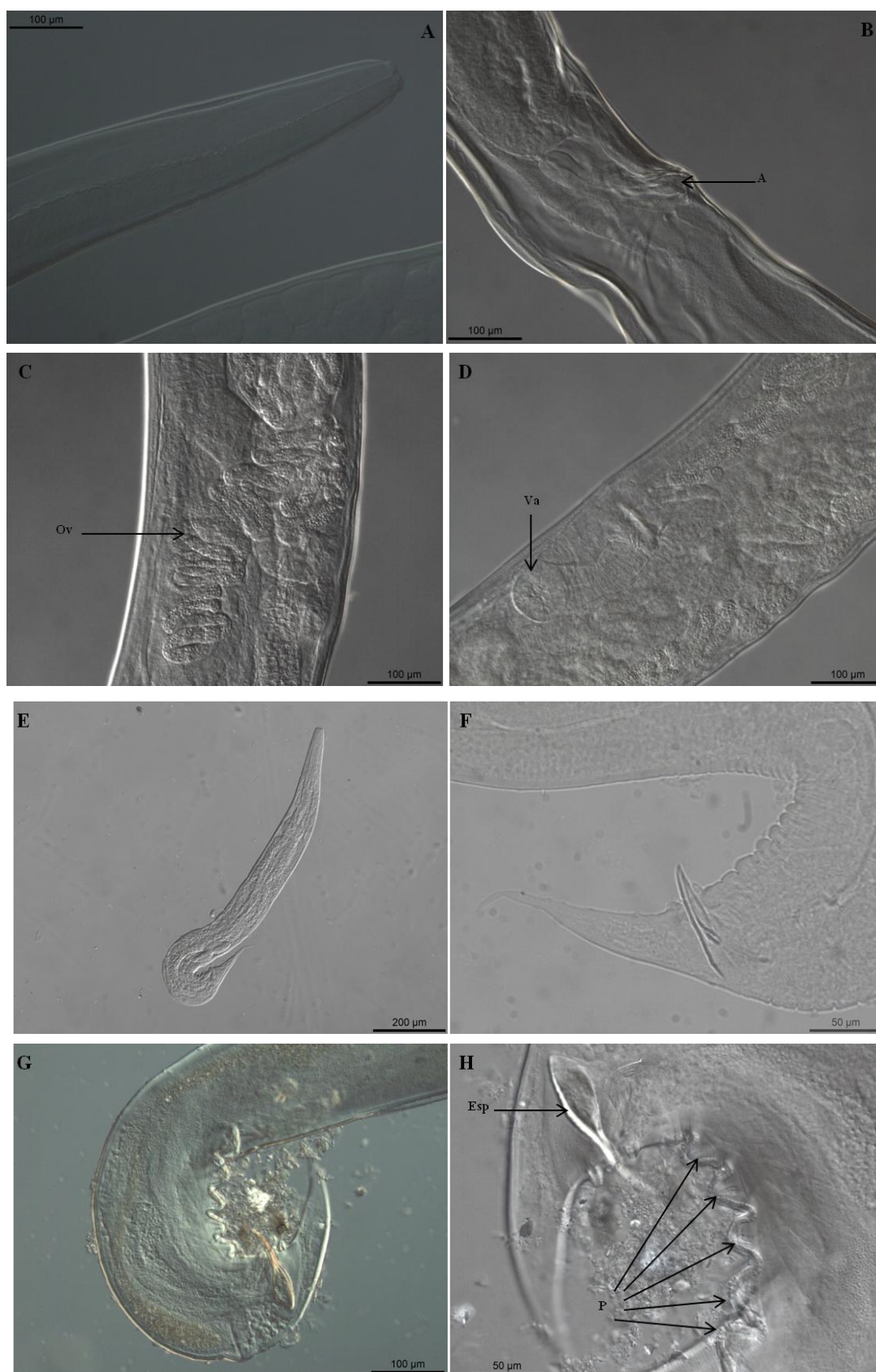


Figura 6. *Oxyascaris necopinus*. **A-** região anterior; **B-** destaque da região do ânus da fêmea; **C-** ovos; **D-** vagina; **E-** comprimento total do macho de *Aplectana pintoii*; **F-** cauda do macho de *A. pintoii*; **G-** cauda do macho de *Cosmocerca podicipinus*; **H-** detalhe da cauda do macho de *C. podicipinus* com espículos (Esp) e plectanas (P).

Com base nos resultados da análise de correspondência destendenciada podemos inferir que há correlação entre a distância dos pontos amostrados e a dissimilaridade da comunidade parasitária, uma vez que a correlação observada sugere que as entradas da matriz estão associadas positivamente ($r = 0.4545003$; $p = 0.0013$). Assim, menores diferenças de abundância e composição são geralmente vistas entre os pares de estações que estão próximos uns dos outros do que longe um do outro (Figura 7).

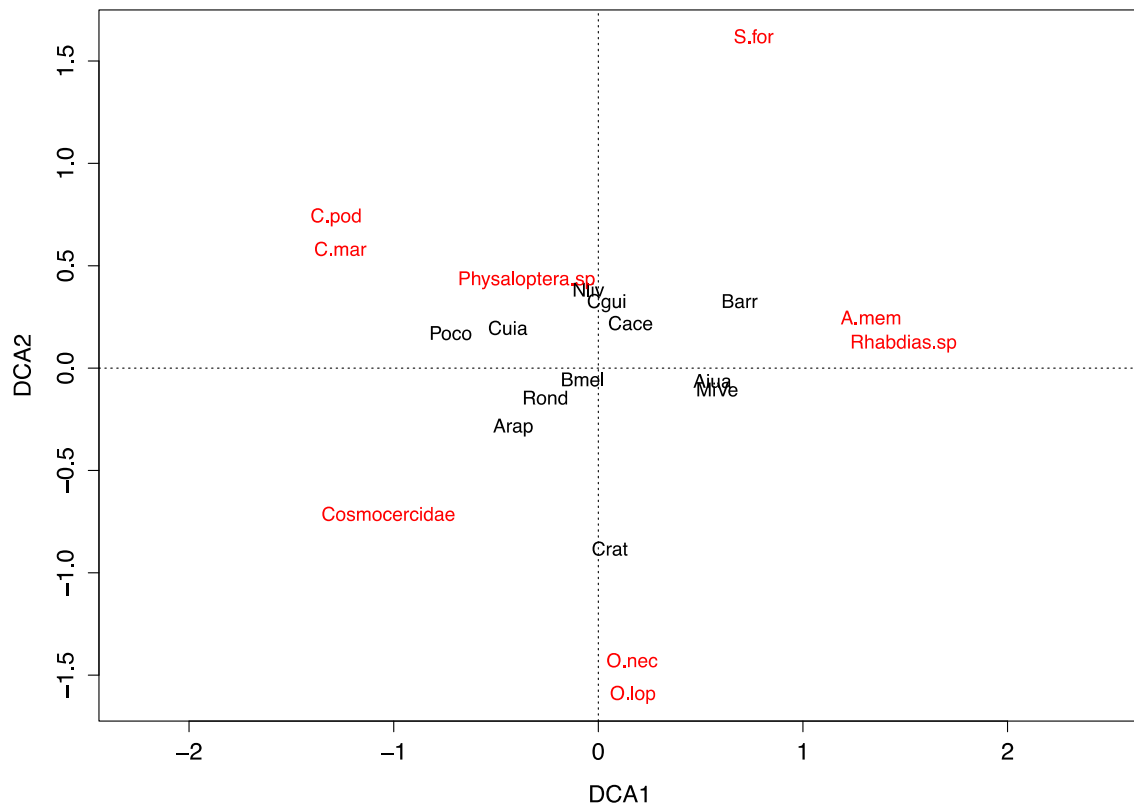


Figura 7. Representação gráfica da análise de correspondência destendenciada das localidades no Pantanal - Poconé (Poco), Cuiabá (Cuia), Nossa Senhora do Livramento (Nliv), Chapadados Guimarães (Cgui), Cerrado - Cáceres (cace), Barão de Melgaço (Bmel), Rondonópolis (Rond), Araputanga (Arap), Caatinga - Barro (Barr), Aiuaba (Aiuaba), Missão Velha (MiVe) e Crato (Crat). Em vermelho as espécies de helmintos que contribuíram para maior similaridade entre as áreas amostradas: *Cosmocerca podicipinus* (C.pod), *Catadiscus cf. marinhoi* (C.mar), *Physaloptera* sp., *Aplectana membranosa* (A.mem), *Rhabdias* sp., *Cosmocercidae*, *Oxyascaris necopinus* (O.nec) e *Oswaldocruzia lopesi* (O.lop).

Na análise de correspondência canônica, as nuvens de pontos não foram totalmente sobrepostas, demonstrando uma relação positiva na dissimilaridade da comunidade de helmintos da região da Caatinga e entre os pontos referentes às áreas de Cerrado e Pantanal, que apresentaram maior sobreposição dos pontos, por compartilharem uma maior quantidade de *taxa*. O eixo 1 explicou 75% dos resultados enquanto o eixo 2 explicou somente 25%. As espécies de helmintos indicadas em cada seta demonstram a influência que tiveram para as funções da análise e são consideradas os pontos centroides, sendo *Aplectana mebranosa* a que mais influenciou o resultado da função1 (-0,70) correspondente à Caatinga, *Cosmocerca podicipinus* na função1 (0,36) para o Cerrado e o cistacanto na função2 (-0,78) para o Pantanal (Figura 8). A estatística $F(34,3) = 2,6$ da distância de Mahalanobis entre as áreas foi capaz de capturar variação entre os pontos da Caatinga e Cerrado-Pantanal, porém não foi possível observar tal variação entre as áreas de Cerrado e Pantanal (Tabela 3), conferindo integridade aos agrupamentos formados e determinando as espécies que interferiram neste resultado.

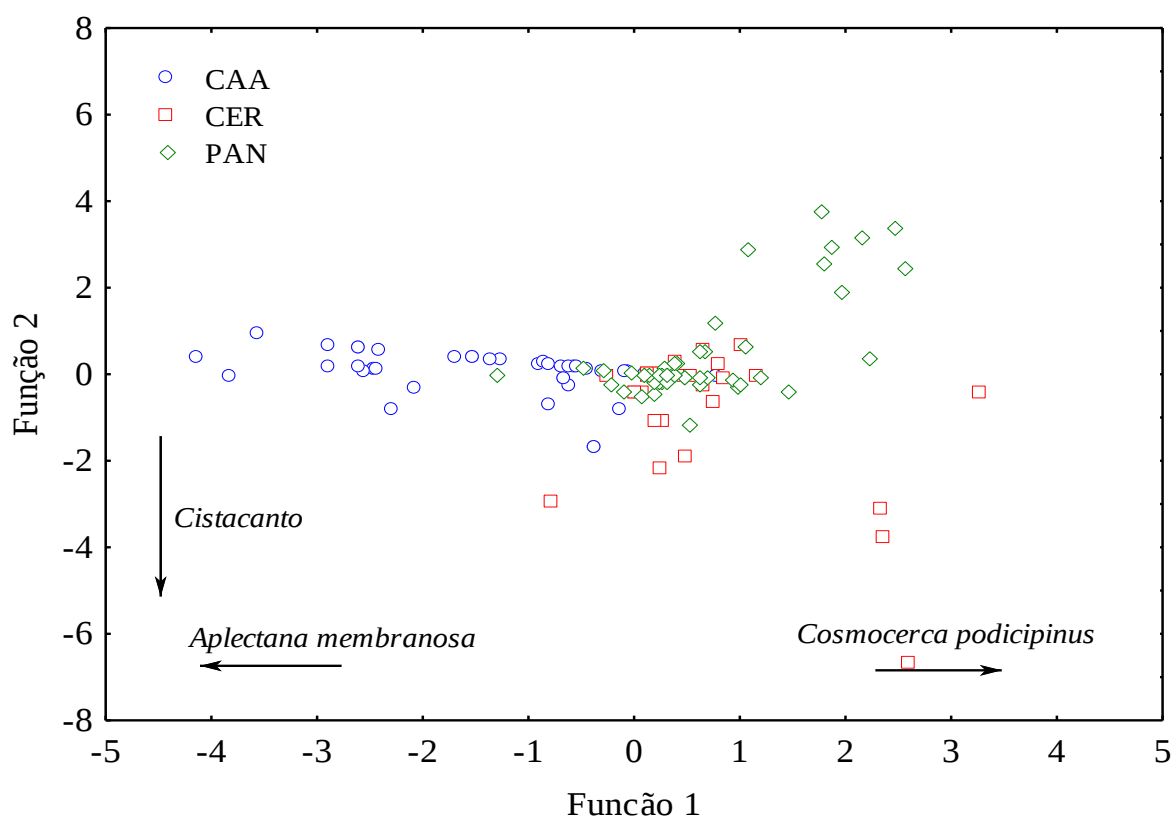


Figura 8. Representação gráfica da análise de correspondência canônica dos locais amostrados na Caatinga, Cerrado e Pantanal e as espécies que mais contribuíram para a distribuição dos pontos.

Tabela 3. Distância de Mahalanobis entre os biomas Caatinga, Cerrado e Pantanal em negrito e respectivos níveis de significância (p).

Biomias	Caatinga	Cerrado	Pantanal
Caatinga	-	2,389655 (0,0003)	2,280736 (0,00002)
Cerrado	2,389655 (0,0003)	-	1,214116 (0,1615)
Pantanal	2,280736 (0,000021)	1,214116 (0,1615)	-

A análise de agrupamento apresentou valor de correlação cofenética de $r = 0,92$, avaliando a consistência do padrão de agrupamento e indicando que houve uma boa representação dos resultados, pois o valor do coeficiente cofenético está próximo à unidade. O cluster gerado a partir da análise de similaridade pelo índice de Bray-Curtis agrupou as duas regiões mais próximas geograficamente, Cerrado e Pantanal (0,45) e separou a Caatinga (0,15) que está mais distante destes dois biomas, refletindo quantitativamente as espécies compartilhadas entre as áreas mais adjacentes e mantendo em outra raiz do cluster a porção geográfica que compartilhou menor numero de espécies com as demais regiões (Figura 9).

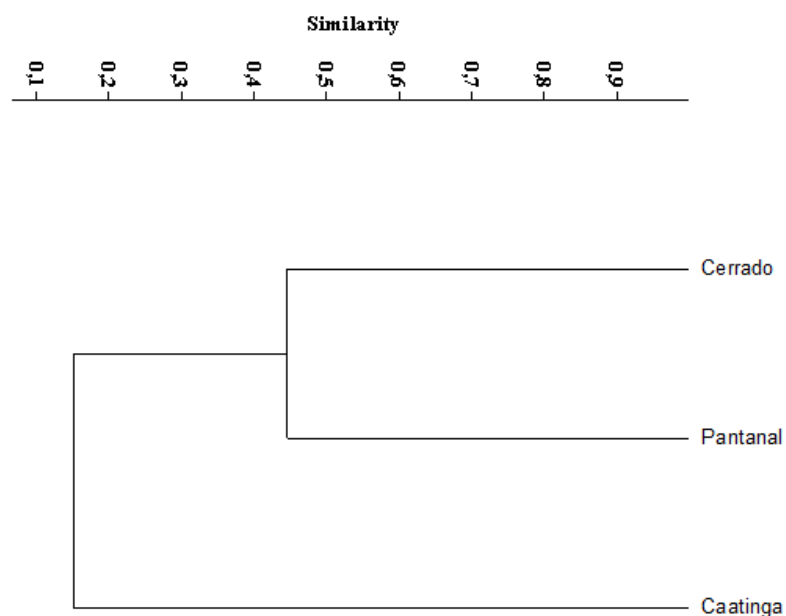


Figura 9. Cluster da análise de similaridade pelo índice de Bray-Curtis utilizando as abundâncias dos helmintos associados à *L. fuscus* da Caatinga, Cerrado e Pantanal. Correlação Cofenética de $r = 0,92$.

DISCUSSÃO

Foi registrado pela primeira vez a helmintofauna associada a *L. fuscus* na região da Caatinga. A comunidade de helmintos encontrados nesta localidade apresentou nematoides na maior parte de sua composição (*Cosmocercidae*, *Aplectana membranosa*, *Schrankiana formosula*, *Oswaldocruzia lopesi*, *Oxyascaris necopinus* e *Rhabdias* sp.), dois taxa de trematódeos, *Glypthelmins linguatula* e metacercárias da família *Diplostomidae* e ainda larvas de cestóide. Os escassos trabalhos realizados em regiões de Caatinga demonstram um forte potencial para estudos parasitológicos. Em *Pleurodema diplolister* da Caatinga pernambucana foram encontrados *Raillietnema spectans* e larva de cestóide (TELES et al, 2015); em uma região que corresponde à Caatinga cearense, TELES et al. (2014) encontraram em *Leptodactylus vastus* um total de 226 espécimes de nematoides no trato digestivo, 12 na cavidade corporal e 68 no trato respiratório, *Falcaustra mascula*, *Ochoterenella* e *Rhabdias fuelleborni*; e ainda recentemente foi descrita uma nova espécie de nematoide *Parapharingodon silvoi*, compondo a fauna parasitária de *Dermatonotus muelleri* (ARAÚJO-FILHO et al., 2015).

Os taxa compartilhados entre Cerrado e Pantanal foram compostos basicamente por nematoides e poucas espécies de trematódeos e cistacanto. Diferente do esperado para o Pantanal, planície alagável com presença de brejos e poças persistentes (SILVA et al., 2000), a presença de trematódeos não foi tão elevada. O ciclo dos trematódeos, geralmente, exige a presença de hospedeiros intermediários como por exemplo caramujos que são encontrados em corpos d'água. A Caatinga apresentou maior diversidade em relação aos trematódeos, devido a presença de açudes e cachoeiras nas imediações das localidades amostradas, Barro e Missão Velha, respectivamente, que puderam atuar como ambiente para o desenvolvimento dos helmintos encontrados, *G. linguatula* e metacercárias de *Diplostomidae*. Já no Pantanal e Cerrado, os hospedeiros compartilharam a mesma espécie de trematódeo *Catadiscus* cf. *marinholutzi*, que é considerado uma espécie generalista, encontrada também em *Leptodactylus latrans* (= *L. ocellatus* e *L. caliginosus*) no Tocantins (FREITAS & LENT, 1939; YAMAGUTI, 1958; TRAVASSOS et al., 1969 e GOLDBERG et al., 2009).

Foram encontrados helmintos encistados localizados na parte externa de órgãos, portanto, *L. fuscus* pode ser considerado hospedeiro paratênico para alguns taxa como cistacantos (*Acanthocephala*), uma vez que foram encontradas na forma de cisto, necessitando da presença de hospedeiros definitivos como aves ou mamíferos para o ciclo se complete (KENNEDY, 2006). Anuros apresentam em sua helmintofauna uma grande quantidade de larvas (CAMPIÃO et al., 2014). Similarmente, larvas de cestóides (oncosfera) como as encontradas em hospedeiros da Caatinga, podem permanecer nas formas imaturas até o momento em que encontram seu hospedeiro definitivo. Porém, não foi possível fazer a identificação dos exemplares encontrados por estarem em fase larval. Entretanto, a presença de rostro com ganchos exclui a possibilidade de serem formas imaturas de *C. americana* e indicam tratar-se de

outro gênero. Foram recuperadas larvas encistadas de nematoides e não foi possível fazer a identificação devido ao estágio evolutivo. Anuros são reportados como hospedeiros paratênicos para algumas espécies de nematoides (GONZÁLEZ & HAMANN, 2007).

As espécies *A. membranosa*, *S. formosula*, *O. lopesi*, *O. necopinus* e larvas de Cosmocercidae (este último não pode ser identificado pois somente fêmeas estavam presentes na amostra) compuseram a helmintofauna comum aos três biomas. Nematoides tendem a compor a grande parte da comunidade parasitária de hospedeiros anuros, pois na maioria dos casos, são parasitas de ciclo direto, não necessitando de um hospedeiro intermediário para seu desenvolvimento (ANDERSON, 2000). No caso de *A. membranosa* a taxa de reprodução é alta, apresentando uma quantidade muito grande de ovos, o que facilita a propagação de suas larvas no ambiente e, por conseguinte, aumentando as chances de infectar novos hospedeiros.

Leptodactylus fuscus é um anuro de hábito exclusivamente terrestre e predadores com atividade de forrageamento ativo, assim, a infecção por nematoides pode ser facilitada pela ingestão direta ou ainda pela penetração ativa das larvas em seu tegumento. *Cosmocerca podicipinus* foi outra espécie compartilhada entre os hospedeiros do Cerrado e Pantanal, assumindo que se trata de uma espécie generalista e encontrada em outras espécies de hospedeiro da família Cosmocercidae - *L. bufonius* (GONZÁLEZ & HAMANN, 2006b); *L. chaquensis* e *L. latinasus* (HAMANN, KEHR & GONZÁLES, 2006; SCHAEFER et al., 2006); *L. elenae*, *L. macrosternum* e *L. podicipinus* (BAKER, 1987; CAMPIÃO et al., 2009); *L. latrans*, *L. leptodactyloides*, *L. petersii* e *L. pustulatus* (VICENTE et al., 1991 & GOLDBERG et al., 2009). A presença de *Physaloptera* sp. e *Physalopteroides* em hospedeiros do Cerrado e Pantanal pode ser explicada pela elevada presença de insetos que compõe a paisagem juntamente com a diversidade florística e de serrapilheira, bem como fazem parte do hábito alimentar deste hospedeiro (SUGAI et al., 2012; MUDREK & MASSOLI JUNIOR, 2014). Estes invertebrados fazem parte do ciclo desses nematoides agindo como hospedeiros intermediários das formas larvais (ANDERSON, 2000) que, por conseguinte, são predados pelo anuro que atuam também como hospedeiros intermediários destes estágios do nematoide.

Determinar a riqueza de espécies de helmintos em anfíbios tem sido uma tarefa que enfrenta dificuldades no tocante à determinação dos taxa e no que diz respeito à amostragem. O número de espécies resgatadas está fortemente ligado aos esforços de coleta que podem não ser suficientes para estabelecer uma comparação entre localidades (CAMPIÃO et al. 2015a, 2015b; BEGON et al. 2006). Contudo, a fim de enriquecer esforços amostrais de futuros trabalhos envolvendo a helmintofauna associada a anfíbios, se faz necessária a apresentação de dados ou curvas de acumulação de espécies, pois o resultado obtido em trabalhos que não alcançaram a suficiência amostral pode servir de embasamento ou colaborar para o aumento do número de espécies hospedeiras amostradas. A riqueza de

espécies encontradas nos anfíbios das três áreas de estudo pode ser considerada alta, quando comparada com outros estudos. As curvas do coletor do Cerrado e Caatinga demonstraram tendência a alcançar suficiência amostral, contudo as áreas amostradas no Pantanal não demonstraram alcançar suficiência. Estudos que registram a comunidade de helmintos associados a anfíbios em sua maioria não demonstram a curva do coletor, muitas vezes, por receio dos artigos não serem aceitos, por isso há uma dificuldade em comparar as riquezas de diferentes áreas e traçar padrões. CAMPIÃO et al. (2015a) observaram tanto o efeito do esforço, quanto do tamanho dos anfíbios na riqueza e demonstrou também que anuros que apresentam uma grande amplitude geográfica não apresentam, necessariamente, uma rica fauna parasitária, porém os mesmos autores relatam que espécies pertencentes à Família Leptodactylidae apresentam elevada riqueza e diversidade taxonômica.

Pela análise de correspondência destendenciada a composição da helmintofauna nos diferentes biomas foi dissimilar e apenas duas localidades amostradas na região da Caatinga obtiveram resultados similares devido ao compartilhamento de duas espécies *A. membranosa* e *Rhabdias* sp.. A primeira espécie apresentou elevada prevalência em todas as localidades da Caatinga, porém nas demais localidades do Pantanal e Cerrado a prevalência foi mais baixa, por outro lado, *Rhabdias* sp. foi encontrada somente na região da Caatinga e ausente nos demais biomas. Resultado que pode ser explicado pelo fato do hospedeiro *L. fuscus* ser considerado um complexo de espécies (De SÁ, 2014) não derivando de uma ancestral comum, portanto, os hospedeiros encontrados na Caatinga podem não ter derivado de um mesmo ancestral comum ao Cerrado e Pantanal, assim, a inércia filogenética pode ter sido responsável pela dissimilaridade de espécies de helmintos encontrados, uma vez que os hospedeiros levam consigo a bagagem filogenética do ancestral comum, incluindo a composição da comunidade parasitária. De acordo com Vickery & Poulin (1998), a "herança parasitária" de uma espécie hospedeira é o resultado da inércia filogenética, não estando necessariamente associado às mudanças ecológicas sofridas pelo hospedeiro. A co-evolução entre parasita-hospedeiro explica a capacidade do helminto de permanecer neste hospedeiro, impossibilitando outras espécies de parasita de colonizarem o anuro. A espécie hospedeira atua como habitat do parasita, por isso espécies de helmintos com requerimentos ambientais similares podem não coexistir, sobretudo pela competição de um mesmo recurso ou ainda o hospedeiro pode atuar como um seletor na composição da helmintofauna que não possuem características apropriadas para se desenvolver, como explicado por Sobral & Cianciaruso (2012) quando falam sobre estrutura filogenética e funcional de comunidades.

As espécies que tiveram maior influencia na dissimilaridade da composição da helmintofauna de *L. fuscus* segundo a análise de correspondência canônica (ACC) foram *Cosmocerca podicipinus* para o Pantanal, corroborando com Campião et al. (2012) que encontrou uma alta prevalência em *L. podicipinus* em uma localidade do Pantanal, que assim como o hospedeiro do presente estudo é uma

espécie abundante neste bioma; na Caatinga a espécie que teve maior influência para a dissimilaridade foi *A. membranosa* e no Cerrado a presença de cistacantos. Esta análise reforça o exposto na análise de correspondência destendenciada, demonstrando que as espécies de hospedeiros das diferentes localidades compõem subespécies de *L. fuscus*, portanto podem diferir em relação a comunidade parasitária encontrada.

A distância geográfica entre as áreas apresentou uma relação positiva na dissimilaridade das espécies hospedeiras das diferentes regiões. Foi possível observar, como o esperado, que as áreas mais próximas geograficamente, Cerrado e Pantanal, obtiveram maior semelhança na composição da helmintofauna. Essas áreas estão inseridas em um cinturão denominado diagonal aberta sul-americana (VANZOLINI, 1963), portanto as espécies hospedeiras de anfíbios sofrem pouca diversificação acarretando em uma fauna parasitária mais similar. Além disso, o Cerrado representa 36% da composição vegetal do Pantanal, sobretudo nas localidades amostradas como nas sub-regiões Barão de Melgaço e Cáceres (SILVA et al., 2000), o que poderia influenciar diretamente a composição faunística do ambiente, incluindo a fauna parasitária. A área de domínio do Cerrado é muito maior quando comparada à área correspondente à Caatinga, cobrindo uma faixa extensa da diagonal aberta, portanto o clima é mais diversificado do que os extremos encontrados na Caatinga (VANZOLINI, 1976), ainda assim foi possível encontrar uma diversidade muito grande na helmintofauna relacionada às localidades amostradas em regiões de Caatinga. A abundância de espécies de parasita está relacionada à uma maior área geográfica, sendo o hospedeiro capaz de explorar o ambiente e portanto estar mais suscetível à exposição aos parasitas (BUSH et al., 2001).

Toda a faixa correspondente a diagonal aberta é um mosaico de paisagens formado por características relacionadas às áreas mais secas e áridas quanto por áreas que combinam ambientes úmidos como as encontradas no Pantanal (WERNECK, 2011). Um exemplo é a região de Chaco (nome dado ao Pantanal localizado no Norte do Paraguai e Leste da Bolívia (BRASIL, 2010)) que em sua formação apresenta tanto características marcadamente áridas, como as da Caatinga, e ainda apresenta subdivisões com grandes formações pantaneiras caracterizadas por áreas alagadiças, estando fortemente relacionada ao Sul do Pantanal e algumas localidades ao Norte (COLLI et al. 2005; WERNECK, 2011), assim, uma relação zoogeográfica entre Chaco e Cerrado foi estabelecida (ZANELLA, 2002; PORZECANSKI & CRACRAFT, 2005; COLLI ET AL. 2005; RODRIGUES, 2003; SOUZA, 2005; NOGUEIRA ET AL., 2011). No presente trabalho também foi observado o compartilhamento da helmintofauna entre Cerrado e Pantanal, sendo isto possível pela suave depressão do escudo do planalto central em direção ao Pantanal, caracterizando uma origem geológica comum, permitindo a conexão entre estas áreas e assim favorecendo o intercâmbio da fauna e por conseguinte da helmintofauna associada, estando a Caatinga em uma posição separada no cluster. Todavia, algumas espécies de

helminthos encontradas em *L. fuscus* foram compartilhadas nas três regiões devido ao mosaico formado por essas áreas interativas e de fisionomias muito similares dentro da faixa correspondente à diagonal aberta sul-americana.

Muitos processos ecológicos podem influenciar a extinção e colonização dentro de uma população de hospedeiros (POULIN, 2004). A área que abrange o Pantanal apresenta uma marcante mudança durante os períodos de cheia e de escoamento das águas da planície inundada, e essa variação nas características hidrológicas podem acarretar em processos de total extinção ou surgimento de novas espécies de parasitas, em um determinado período de tempo. Provavelmente, em períodos de alagamento a comunidade parasitária é caracterizada por espécies talvez não ocorram após a drenagem das águas, e a composição da helmintofauna pode variar drasticamente. Este bioma apresentou maior número de espécies de helmintos, seguida por Cerrado e Caatinga com a menor quantidade de *taxa*. A Caatinga apresenta uma menor variação no clima, considerado de seca severa e absoluta por vários meses (MOONEY et al., 1995), sendo esta característica um fator delimitante do número de espécies de parasitas. POULIN (2006) observou que a intensidade e abundância de uma mesma espécie hospedeira em diferentes locais pode variar de acordo com as condições locais, ainda afirma que as condições abióticas podem regular tanto a sobrevivência quanto o sucesso de transmissão do parasita, dependendo dos estágios de infecção. Todavia, nem só os fatores climáticos são responsáveis, isoladamente, pelas diferenças encontradas na riqueza, abundância e intensidade parasitária das espécies de hospedeiros.

O decaimento na similaridade da comunidade parasitária entre áreas geograficamente distintas foi registrado para essas comunidades em estudo, demonstrando que a relação distância-similaridade são fatores que se associam positivamente. Similarmente, a composição da helmintofauna foi um fator contundente em relação ao agrupamento das áreas do Cerrado e Pantanal, mantendo a Caatinga em um grupo à parte. Também foi possível concluir que nem sempre a capacidade de dispersão de um hospedeiro em uma área contínua, pode ser um fator determinante na similaridade da helmintofauna de uma mesma espécie de hospedeiro e que a riqueza na comunidade de helmintos não está diretamente ligada a esse fato. Por último, nem sempre espécies hospedeiras que compõem a fauna de uma região são descendentes de um mesmo ancestral comum, influenciando diretamente na composição da comunidade parasitária, de qualquer modo, esta é uma temática a ser explorada no campo da parasitologia em futuros trabalhos.

REFERÊNCIAS

- AMATO, J. F. R.; BOEGER, W. A.; AMATO S. B. Protocolos para laboratório –Coleta e processamento de parasitos de pescado. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Imprensa Universitária, p. 81, 1991.
- ANDERSON, R. C. Nematode parasites of vertebrates. Second edition: their development and transmission. Londres: CAB Publishing. 672 p., 2000.
- ANDRADE, C. M: Meios e soluções comunmente empregados em laboratórios, Editora Universidade Rural, Rio de Janeiro, p. 353, 2000.
- ARAUJO-FILHO, J. A.; BRITO, S. V.; ALMEIDA, W. O.; MORAIS, D. H. & ROBSON W. ÁVILA, R. W. A new species of *Parapharyngodon* (Nematoda: Pharyngodonidae) infecting *Dermatonotus muelleri* (Anura: Microhylidae) from Caatinga, Northeastern Brazil. *Zootaxa*, v. 4012(2), p. 386-90, 2015.
- ÁVILA, R. W.; FERREIRA, V. L. Riqueza e densidade de vocalizações de anuros (Amphibia) em uma área urbana de Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 21, n. 4, p. 887-892, 2004.
- BAKER, M. R. Synopsis of the Nematoda parasitic in amphibians and reptiles. Memorial University of Newfoundland. *Occasional Papers in Biology*, v. 11, p. 1-325, 1987.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C.R. & HARPER, J. L. *Ecology: from individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing, Oxford, 2006.
- BERTOLUCI, J.; RODRIGUES, M. T. Utilização de habitats reprodutivos e micro-habitats de vocalização em uma taxocenose de anuros (Amphibia) da Mata Atlântica do sudeste do Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, v. 42, p. 287-297, 2002.
- 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.
- CAMARGO, A.; SÁ, R. O. DE & HEYER, W. R. Phylogenetic analyses of mtDNA sequences reveal three cryptic lineages in the widespread neotropical frog *Leptodactylus fuscus* (Schneider, 1799) (Anura, Leptodactylidae). *Biological Journal of Linnean Society*, v. 87, p. 325-341, 2006.
- CAMPIÃO, K.M.; RIBAS, A. C. D. A.; MORAIS, D. H.; SILVA, R. J. D. & TAVARES, L. E. R. How Many Parasites Species a Frog Might Have? Determinants of Parasite Diversity in South American Anurans. *PLoS ONE*, v. 10(10), e0140577, 2015a.

-
- CAMPIÃO, K. M.; RIBAS, A. & TAVARES, L. E. R. Diversity and patterns of interaction of an anuran-parasite network in a neotropical wetland. *Parasitology*, v. 142, p. 1751-1757, 2015b.
- CAMPIÃO, K. M.; MORAIS, D. H.; DIAS, O. T.; AGUIAR, A., TOLEDO, G.; TAVARES, L. E. R. & SILVA, R. J. Checklist of helminths parasites of amphibians from South America. *Zootaxa*, v. 30, p. 1-93, 2014.
- CAMPIÃO, K. M.; DELATORRE, M.; RODRIGUES, R. B.; SILVA R. J. & FERREIRA, V. L. The Effect of Local Environmental Variables on the Helminth Parasite Communities of the Pointedbelly Frog *Leptodactylus podicipinus* from Ponds in the Pantanal Wetlands. *Journal of Parasitology*, v. 98(2), p. 229-235, 2012a.
- 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.
- COLLI, G. R. As origens e a diversificação da herpetofauna do Cerrado. *Biodiversidade, Ecologia e Conservação do Cerrado* (ed. by A. SCARIOT, J.C. SOUZA-SILVA, & J.M. FELFILI), Brasília, Distrito Federal, p. 247–264, 2005.
- COOLEY, W. W. & LOHNES, P. R. *Multivariate data analysis*. New York, p. 364, 1971.
- COLWELL, R. K. Estimate. Statistical estimation of species richness and shared species from samples 2009. Version 8.2. User's guide and application at: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateSPages/EstSUsersGuide/EstimateSUsersGuide.htm#DiversityMenu>. Accessed 10 Nov 2011.
- DE-CARVALHO, C. B.; FREITAS, E. B.; FARIA, R. G. História natural de *Leptodactylus mystacinus* e *Leptodactylus fuscus* (Anura: Leptodactylidae) no Cerrado do Brasil Central. *Biota Neotropica*, v. 8, n. 3, p.105-115, 2008.
- DE SÁ, R. O.; GRANT, T.; CAMARGO, A.; HEYER, W. R.; PONSSA, M. L. & STANLEY, E. Phylogeny of the neotropical genus *Leptodactylus* Fitzinger, 1826 (Anura: Leptodactylidae): Phylogeny, the relevance of non-molecular evidence, and species account. *South American Journal of Herpetology*, v. 9, p. 1-128, 2014.

-
- FEIO, R. N. & CARAMASCHI, U. Contribuição ao conhecimento da herpetofauna do nordeste do Estado de Minas Gerais, Brasil. *Phyllomedusa*, v. 1, n. 2, p.105-111, 2002.
- FREITAS, J. F. T. & LENT, H. Revisão do gênero *Catadiscus* Cohn, 1904 (Trematoda: Paramphistomoidea). *Boletim Biológico*, v. 4, p. 305-315, 1939.
- FROST, D. R. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 (Date of access). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA, 2015.
- GOLDBERG, S. R.; BURS EY, 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.
- 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. Helminths parasites of *Leptodactylus bufonius* Boulenger, 1894 (Anura: Leptodactylidae) de Corrientes, Argentina. *Revista Española de Herpetología*, v. 20, p. 39-46, 2006.
- GRAHAM, C. H.; MORITZ, C. & WILLIAMS, S. E. Habitat history improves prediction of biodiversity in a rainforest fauna. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* v. 103, P. 632-636, 2006.
- HAMANN, M. I.; GONZÁLEZ, C. E. & KEHR, A. I. Helminth community structure of the oven frog *Leptodactylus latinasus* (Anura: Leptodactylidae) from Corrientes, Argentina. *Acta Parasitologica*, v. 51, p. 294-299, 2006.
- HEYER, W. R. The adaptative ecology of the species groups of the genus *Leptodactylus* (Amphibia, Leptodactylidae). *Evolution*, v. 23, n. 3, p.421-428, 1969.
- KENNEDY, C. R. Ecology of the Acanthocephala. New York, Cambridge University Press, p. 248, 2006.
- LUCAS, E. M.; BRASILEIRO, C. A.; OYAMAGUCHIA, H. M. & MARTINSA, M. The reproductive ecology of *Leptodactylus fuscus* (Anura, Leptodactylidae): new data from natural temporary ponds in the Brazilian Cerrado and a review throughout its distribution. *Journal of Natural History*, v. 42, p. 2305–2320, 2008.
- MAGURRAN, A. E. Ecological diversity and its measurement. Eds. MAGURRAN,

- A.E., 177, 1988.
- METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropica*, v. 1, 2001.
- MOONEY, H. A.; BULLOK, S. H. & MEDINA, E. Introduction: In: BULLOK, S. H., MOONEY, H. A., MEDINA, E. (Eds.), *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 1-8, 1995.
- MUDREK, J. R. & MASSOLI JUNIOR, E. V. Estrutura da comunidade de artrópodes de solo em diferentes fitofisionomias da reserva particular do patrimônio natural –sesc Pantanal, Brasil. *HOLOS*, v. 0, p. 60-67 2014.
- NEKOLA, J. C.; WHITE, P. S. The distance decay of similarity in biogeography and ecology. *Journal of Biogeography*, vol. 26, p. 867-878, 1999.
- NOGUEIRA, C.; RIBEIRO, S. R.; COSTA, G. C. & COLLI, G. R. Vicariance and endemism in a Neotropical savanna hotspot: distribution patterns of Cerrado squamate reptiles. *Journal of Biogeography*, v. 38, p. 1907–1922, 2011.
- PORZECANSKI, A. I. & CRACRAFT, J. Cladistic analysis of distributions and endemism (CADE): using raw distributions of birds to unravel the biogeography of the South America aridlands. *Journal of Biogeography*, v. 32, p. 261-275, 2005.
- POULIN, R. Variation in infection parameters among populations within parasite species: Intrinsic properties versus local factors. *International Journal for Parasitology* 36 pp. 877-885, 2006.
- POULIN, R. The decay of similarity with geographical distance in parasite communities of vertebrate hosts. *Journal of Biogeography*, v. 30, p. 1609–1615, 2003.
- POULIN, R. & MORAND, S. Geographical distances and the similarity among parasite communities of conspecific host populations. *Parasitology*, v. 119, p. 369-374, 1999.
- PRADO, C. P. A.; UETANABARO, M.; HADDAD, C. F. B. Breeding activity patterns, reproductive modes, and habitat use by anurans (Amphibia) in a seasonal environment in the Pantanal, Brazil. *Amphibia-Reptilia*, v. 26, p.211-221, 2005.
- REY, L. *Parasitologia*. Guanabara Koogan. 3ed, p.856, 2001.
- RODRIGUES, M. T. Herpetofauna da Caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Orgs.), *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife: UFPE, p. 489-540, 2003.
- 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.
- SILVA, M. P.; RODINEY, M.; MOURÃO, G. & COUTINHO, M. Distribuição e quantificação de classes de vegetação do Pantanal através de levantamento aéreo. Revista Brasileira de Botânica [online]. v. 23 (2), 2000.
- SOBRAL, F. L. & CIANCIARUSO, M. V. Estrutura filogenética e funcional de assembléias: (re)montando a ecologia de comunidades em diferentes escalas espaciais. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 28(4), p. 617-631, 2012.
- SUGAI, J. L. M. M. Terra, J. S. & Ferreira, V. L. Diet of *Leptodactylus fuscus* (Amphibia: Anura: Leptodactylidae) in the Pantanal of Miranda river, Brazil. Biota Neotropica, v. 12(1), 2012.
- TELES, D. A.; SOUSA, J. G. G.; TEIXEIRA, A. A. M.; SILVA, M. C.. OLIVEIRA, R. H.; SILVA, M. R. M. & ÁVILA, R. W. Helminths of the frog *Pleurodema diplolister* (Anura, Leiuperidae) from the Caatinga in Pernambuco State, Northeast Brazil. Brazilian Journal of Biology, São Carlos , v. 75(1), p. 251-253, 2015.
- TELES, D. A; CABRAL, M. E. S.; ARAUJO-FILHO, J. A.; DIAS, D. Q.; ÁVILA, R. W. & ALMEIDA, W. O. Helminths of *Leptodactylus vastus* (Anura: Leptodactylidae) in an area of Caatinga, Brazil. Herpetology Notes, v. 7, p. 355-356 2014.
- TRAVASSOS, L.; FREITAS, J. F. T. & KOHN, A. Trematódeos do Brasil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 67, p. 1-886, 1969.
- VANZOLINI, P. E. On the lizards of a Cerrado-Caatinga contact: evolutionary and zoographical implications (Sauria). Papéis avulsos de Zoologia. São Paulo, v. XXIX, p. 111-119, 1976.
- VANZOLINI, P. E. Problemas faunísticos do Cerrado. Simpósio sobre o Cerrado, São Paulo. p. 3305-321, 1963.
- VICENTE, J. J.; RODRIGUES, H. O.; GOMES, D. C. & PINTO, R. M. Nematóides do Brasil 2ª parte: nematóides de anfíbios. Revista Brasileira de Zoologia, v. 7, p. 549-626, 1991.
- VICKERY, W. L. & POULIN, R. Parasite extinction and colonisation and the evolution of parasite communities: a simulation study. International Journal for Parasitology, v. 28, p. 727-737, 1998.
- WERNECK, F. P. The diversification of eastern South American open vegetation biomes: Historical biogeography and perspectives. Quaternary Science Reviews,

v.30, p. 1630-1648, 2011.

YAMAGUTI, S. Systema Helminthum - The digenetic trematodes of vertebrates. Vol. 1 Part 1 and 2. Interscience Publishers, London, p. 1575, 1958.

ZANELLA, F. C. Systematics and biogeography of the genus *Caenonomada* Asmead, 1899 (Hymenoptera: apidae: Tapinotaspidini). Studies on Neotropical Fauna and Environment, v. 37, p. 249-261, 2002.

ZAR, J. H. Bioestatistical analysis. Prentice-Hall Inc, Upper Saddle River, p. X-918, 1996.