



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL**

**COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE HELMINTOS
DE ANUROS DAS FAMÍLIAS HYLIDAE E PHYLLOMEDUSIDAE EM
REMANESCENTE DE MATA ATLÂNTICA**

PAULO MATEUS MARTINS SOBRINHO

Recife, 2017

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL**

**COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE
HELMINTOS DE ANUROS DAS FAMÍLIAS HYLIDAE E
PHYLLOMEDUSIDAE EM REMANESCENTE DE MATA
ATLÂNTICA**

PAULO MATEUS MARTINS SOBRINHO

Dissertação submetida à
Coordenação do Curso de Pós-
Graduação em Ciência Animal
Tropical, como parte dos requisitos
para a obtenção do título de Mestre
em Ciência Animal Tropical.

Orientadora:

Profa. Dra. Jaqueline Bianque de
Oliveira

Co-orientador:

Prof. Dr. Geraldo Jorge Barbosa de
Moura

Recife, 2017

Ficha Catalográfica

M386c Martins Sobrinho, Paulo Mateus
Composição e estrutura da comunidade de helmintos de anuros das famílias Hylidae e Phyllomedusidae em remanescente de mata atlântica / Paulo Mateus Martins Sobrinho. – 2017.
58 f. : il.

Orientadora: Jaqueline Bianque de Oliveira.
Coorientador: Geraldo Jorge Barbosa de Moura.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical, Recife, BR-PE, 2017.
Inclui referências.

1. Anura 2. Nematoda 3. Acanthocephala 4. Brasil I. Oliveira, Jaqueline Bianque de, orient. II. Moura, Geraldo Jorge Barbosa de, coorient. III. Título

CDD 636.089

COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE HELMINTOS DE
ANUROS DAS FAMÍLIAS HYLIDAE E PHYLLOMEDUSIDAE EM
REMANESCENTE DE MATA ATLÂNTICA

PAULO MATEUS MARTINS SOBRINHO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal Tropical, outorgado pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, à disposição na Biblioteca Central desta universidade. A transcrição ou utilização de trechos deste trabalho é permitida, desde que respeitadas às normas de ética científica.

Paulo Mateus Martins Sobrinho

Data da Aprovação __/__/__

Banca Examinadora

Profa. Dra. Jaqueline Bianque de Oliveira (Orientadora/Presidente)
Universidade Federal Rural de Pernambuco - Departamento de Biologia

Prof. Dr. Robson Waldemar Ávila (Membro Titular)
Universidade Regional do Cariri – Departamento de Ciências Físicas e
Biológicas

Profa. Dra. Gilcia Aparecida de Carvalho Silva (Membro Titular)
Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de
Garanhuns

Prof. Dr. Leucio Câmara Alves (Membro Titular)
Universidade Federal Rural de Pernambuco - Departamento de Medicina
Veterinária

*Errar, superar, aprender e
recomeçar... é assim que nós
devemos levar a vida.*
(Autor desconhecido)

*É muito mais fácil culpar os outros pelo
seu fracasso do que pelo seu sucesso.*
(Simao Hortencio)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus. A Ele devo minha existência, minhas faculdades mentais e, principalmente, a salvação da minha alma. A ele também glorifico pela inteligibilidade do Universo e dos mecanismos complexos que ele projetou, tais como os evolutivos. Sou privilegiado por ser um dos que desvendam as minúcias das Suas Maravilhas. Agradeço por sua paciência, amizade e amor, apesar das minhas muitas falhas e fraquezas; assim como pelas incontáveis oportunidades de recomeçar.

Agradeço à minha querida e amável mãe, Isabel Martins, por ser o maior exemplo que eu poderia ter em relação ao esforço para conquistar as coisas batalhar na vida. Ainda estou muito aquém do que ela é, mas é por minha dureza, inércia e imaturidade, e não falta de exemplo e incentivo. Agradeço às minhas queridas irmãs Débora e Lais, vocês são muito importantes (e amadas), assim como partes fundamentais da minha vida e dos meus dias. Agradeço ao meu pai Paulo Sobrinho, principalmente pelas caronas até a universidade, pela companhia agradável e até pela ida comigo a campo uma vez. Foi massa! Também agradeço a Rayssa França. Desde que você chegou, todas as minhas conquistas ganharam um novo significado. Tudo isso é por você também, por nossos planos, e para quando não existir mais uma separação entre mim e você, mas houver apenas o indivisível nós.

Agradeço aos meus orientadores: professora Jaqueline e professor Geraldo. Obrigado pela oportunidade de fazer parte do laboratório de vocês e por terem sido peças fundamentais para que esse trabalho desse certo; ele é, sem dúvida, fruto de muito trabalho em equipe. Agradeço aos meus companheiros de sala enquanto fui membro do Laboratório de Estudos Herpetológicos e Paleoherpetológicos da UFRPE: Elizandra Santos, Victor Lopes, Ricardo Santos, Leonardo Oitaven, Midiã Rodrigues e Raquel Santos; com destaque especial a Victor e Elizandra, que são parceiros há pelo menos seis anos, desde que começamos a graduação. Também agradeço aos integrantes do Laboratório de Parasitologia da UFRPE, principalmente a Winny Gomes. Obrigado, Winny, por ter sido uma peça fundamental, juntamente com Elizandra, para execução deste trabalho.

Meu muito obrigado ao Professor Thiago Gonçalves, meu futuro orientador do doutorado. Mesmo sem estar envolvido diretamente com minha dissertação, o que aprendi com ele também foi sem dúvida de extrema importância para esta pesquisa. Foram dúvidas e mais dúvidas tiradas sobre estatística, análises e teoria ecológica (a maioria delas via *WhatsApp*). Obrigado pelos muitos scripts concedidos, por ter me deixado cursar as disciplinas de análise de dados ecológicos e métodos para quantificar a biodiversidade como intruso e por ter me apresentado o “fantástico mundo do R”.

Por fim, mas não menos importante (não mesmo!), agradeço ao gestor da Estação Ecológica do Tapacurá (EET), o sr. Paulo Martins. Todos veem seu esforço para que este laboratório vivo continue de pé e operante. Agradeço também a todos os funcionários da EET, vigilantes e funcionários da Soll. Não vou citar os nomes de todos porque são muitos, eu correria o risco de injustamente não citar alguém. Obrigado pela segurança, pelas caronas, pelas conversas, pelas risadas e pela ajuda *pra* capinar o “mato alto”. Já estou com saudades...

LISTA DE FIGURAS

Artigo

Figura 1. Localização da Estação Ecológica do Tapacurá, município de São Lourenço da Mata, Zona da Mata do Estado de Pernambuco, região nordeste do Brasil – **Página 21.**

Figura 2. Curva de rarefação da infracomunidade de helmintos de nove espécies de anuros em remanescente de Mata Atlântica, nordeste do Brasil, julho de 2015 a fevereiro de 2016 – **Página 24.**

LISTA DE TABELAS

Artigo

Tabela 1. Descritores (prevalência – P; intensidade média de infecção e desvio padrão - $IM \pm DP$) e sítio de infecção (SI) dos helmintos encontrados em *Dendropsophus branneri* (Db), *D. decipiens* (Dd), *D. elegans* (De), *D. haddadi* (Dh), *D. minutus* (Dm), *Hypsiboas albomarginatus* (Ha), *Pithecopus nordestinus* (Pn) *Scinax auratus* (Sa) e *S. x-signatus* (Sx) de remanescente de Mata Atlântica, nordeste do Brasil, julho de 2015 a fevereiro de 2016. Sítio de infecção (SI): E = estômago, I = intestino, CC = cavidade celomática – **Página 34.**

Tabela 2. Resultado da análise permutacional de variância testando o efeito da espécie, comprimento rostro-cloacal e da distância do corpo d'água para a borda nos valores de riqueza e abundância de todos os helmintos de nove espécies simpátricas de anuros em remanescente de Mata Atlântica, nordeste do Brasil, julho de 2015 a fevereiro de 2016. *** Significância ≤ 0.05 – **Página 36.**

RESUMO

Resumo: Embora entre os países da América do Sul o Brasil seja o mais estudado em relação à helmintofauna de anfíbios, apenas cerca de 8% das espécies de anuros possui algum estudo relacionado à sua helmintofauna. Conseqüentemente, ainda existem diversas lacunas teóricas acerca dos fatores responsáveis pela estruturação da comunidade dos helmintos de anuros. Portanto, este estudo objetiva identificar e apresentar os fatores envolvidos na estrutura da comunidade de helmintos de nove espécies de anuros simpátricos de um remanescente de Mata Atlântica na região nordeste do Brasil. Um total de 218 indivíduos representando nove espécies de anuros foram necropsiados: *Dendropsophus minutus* (n=48); *Scinax auratus* (n=36); *D. branneri* (n=33); *D. elegans* (n=26); *Hypsiboas albomarginatus* (n=22); *Pithecopus nordestinus* (n=19), *D. decipiens* (n=12); *D. haddadi* (n=11) e *S. x-signatus* (n=11). Para testar o efeito da identidade e tamanho do hospedeiro, e o corpo d'água onde os hospedeiros foram capturados nos valores de riqueza e abundância de helmintos, foi realizado uma análise permutacional de variância (PERMANOVA). Um total de 781 helmintos foram coletados em 106 (48,6%) dos 218 hospedeiros analisados, sendo 656 cistacantos de *Centrorhyncus* sp. e 125 nematódeos: 76 adultos (25 *Cosmocerca* sp., 20 *Cosmocerca parva*, 20 *Cosmocercella phyllomedusae*, cinco *Aplectana* sp., três *Cosmocercidae* gen. sp., dois *Oswaldocruzia* sp. e um *Rhabdias* sp.), 43 larvas encistadas (nove *Porrocaecum* sp. e 34 *Brevimulticaecum* sp.) e seis larvas de *Physaloptera* sp. Segundo a PERMANOVA, não houve relação entre o tamanho do hospedeiro e a distância do corpo d'água da borda da floresta sobre a estruturação da comunidade de parasitos. Por outro lado, a identidade do hospedeiro apresentou relação significativa com este fator ($p < 0.05$). Este resultado indica que, na comunidade estudada, a explicação para a estruturação da comunidade de helmintos diz respeito às características intrínsecas da espécie hospedeira, com outros fatores que não o tamanho como sendo os mais significativos. Este estudo representa o primeiro onde acantocéfalos foram mais abundantes e prevalentes, revelando que ainda existem lacunas teóricas importante acerca dos fatores responsáveis pelos padrões das comunidades de helmintos.

Palavras-chave: Anura, Nematoda, Acanthocephala, Brasil.

ABSTRACT

Although Brazil is the most studied South American countries in relation to the helminths of amphibians, only about 8% of its anurans has some study with their helminths. Consequently, there are still several theoretical gaps regarding the factors responsible for the community structure of the helminths of anurans. Therefore, this study aims to identify and present the factors involved in the structure of the helminth community of nine species of sympatric anurans from an Atlantic Forest fragment in northeastern Brazil. The hosts analyzed for their parasites were: *Dendropsophus minutus* (n=48); *Scinax auratus* (n=36); *D. branneri* (n=33); *D. elegans* (n=26); *Hypsiboas albomarginatus* (n=22); *Pithecopus nordestinus* (n=19), *D. decipiens* (n=12); *D. haddadi* (n=11) and *S. x-signatus* (n=11). To test the effect of host identity and size, and the water body where the hosts were captured on the values of helminth richness and abundance, a permutational analysis of variance (PERMANOVA) was performed. A total of 781 helminths were collected from 106 (48,6%) of 218 analyzed hosts, 656 *Centrorhyncus* sp. cystacanths and 125 nematodes: 76 adults (25 *Cosmocerca* sp.; 3 *Cosmocerceidae* gen. sp.; 20 *Cosmocerca parva*, twenty *Cosmocercella phyllomedusae*, five *Aplectana* sp., two *Oswaldocruzia* sp. and one *Rhabdias* sp.), 43 encysted larvae (nine *Porrocaecum* sp. and 34 *Brevimulticaecum* sp.) and six *Physaloptera* sp. larvae. According to PERMANOVA, there was no relation among the host size and the distance of the water body to the forest age on structuring the community of parasites. On the other hand, the host's identity presented a significant relation with helminth structure ($p < 0.05$). These results indicate that in the studied community the best explanation for the helminth community structure is at the host species level, with factors other than size being the most significant. This study represents the first one where acanthocephalans were more abundant and prevalent than nematodes, revealing that there are still important theoretical gaps regarding the factors responsible for helminth community patterns in anurans.

Keywords: Anura, Nematoda, Acanthocephala, Brazil.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1. Padrões de infecção por helmintos em anfíbios	2
2.2. Informação que os helmintos de anuros podem fornecer	4
2.2.1. Um enfoque conservacionista	4
2.2.2. Um enfoque ecológico.....	5
2.3. Alguns helmintos de Hylidae e Phyllomedusidae do Brasil.....	6
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9
4. OBJETIVOS	16
4.1. Objetivo geral.....	16
4.2. Objetivos específicos	16
5. ARTIGO.....	17
6. CONCLUSÃO.....	46

1. INTRODUÇÃO

Parasitas são componentes frequentemente esquecidos da biodiversidade e os esforços dos cientistas para registrá-los parecem estar longe do ideal, principalmente na região Neotropical (POULIN e MORAND, 2004; GOLDBERG et al., 2016). Embora o estudo dos processos determinantes da composição e estrutura das comunidades naturais seja o centro dos estudos ecológicos, historicamente, as comunidades de parasitos receberam pouca atenção por parte dos ecólogos (POULIN, 1995).

Partindo deste ponto, estudos comparativos com helmintos parasitos tanto em escalas locais como regionais, são importantes no entendimento dos mecanismos que determinam a estruturação das suas comunidades (RICKLEFS, 1987; AHO, 1990), representando esforços para supressão de lacunas nesse campo do conhecimento. Anfíbios são excelentes hospedeiros-modelo para estudos como estes, uma vez que ocupam vários habitats, possuem ciclos de vida e modos reprodutivos variados e ocupam vários níveis nas teias tróficas (KOPRIVNIKAR et al., 2012; CAMPIÃO et al., 2014a).

Dentre os anfíbios, os anuros são hospedeiros frequentes para diversas espécies de platelmintos, nematódeos e acantocéfalos, e diversos estudos vêm sendo realizados com o intuito de documentar sua fauna parasitária em diversos países do globo (MACALLISTER et al., 2013; TOLEDO et al., 2015; CAMPIÃO et al., 2016; GOLDBERG et al., 2016). No Brasil, são 1.039 espécies de anuros, das quais mais de 540 podem ser encontradas na Mata Atlântica (HADDAD et al., 2013). Em contrapartida, os estudos com helmintos parasitas abarcam apenas cerca de 8% dos anuros brasileiros (CAMPIÃO et al., 2014b), sendo os estudos no domínio morfoclimático da Mata Atlântica pontuais (SLUYS et al., 2006; SANTOS e AMATO, 2010; MADELAIRE et al., 2012).

Uma ampla variedade de fatores pode influenciar a helmintofauna de anuros, tais como ciclo de vida, dieta, sexo, idade, tamanho e habitat (AHO, 1990; CAMPIÃO et al., 2014a). Neste sentido, Frederiksen et al. (2005) sugerem que estudos comparativos das variações entre as populações silvestres podem lançar luz em relação ao papel dos fatores locais e dos atributos das espécies

na geração dessas variações. Nessas abordagens, Aho (1990) incentiva a inclusão de hospedeiros de várias famílias e espécies em estudos dessa natureza, uma vez que isso fornece uma maior variação em quaisquer aspectos da estrutura da comunidade quando comparada às abordagens em apenas uma espécie.

Embora em comparação com os outros países da América do Sul, o Brasil seja o país com a maior quantidade de estudos sobre a helmintofauna de anuros (CAMPIÃO et al., 2014b), a elucidação de padrões ecológicos para as relações parasitárias na zona Neotropical ainda pode ser difícil pela ausência de estudos na maioria das espécies e localidades. Sendo assim, estudos que visem descrever a riqueza e as características das comunidades de parasitos são passos fundamentais em direção à supressão desta lacuna.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Padrões de infecção por helmintos em anfíbios

Brandt (1936) foi o primeiro a realizar um estudo sistemático das relações dos parasitos com as características dos hospedeiros, tais como: idade, hábitat e hábito. De fato, o mesmo encontrou relação dos descritores parasitológicos com diversas características dos hospedeiros e condições as quais estavam submetidos, tais como sazonalidade, período reprodutivo e tamanho. Outro estudo pioneiro na temática foi realizado por Rankin (1937) com várias espécies de anfíbios, o qual encontrou diferenças entre a riqueza e abundância de parasitos em relação ao hábitat dos hospedeiros. Após estas importantes publicações pioneiras, poucos trabalhos foram realizados com ecologia parasitária de anfíbios, até que Kennedy et al. (1986) compilaram dados de diversos estudos com parasitos em hospedeiros homeotérmicos e ectotérmicos, reconhecendo diferenças entre as comunidades de parasitos desses grupos de hospedeiros, assim como foram propostos fatores responsáveis pela determinação de uma comunidade de helmintos diversa.

Segundo Yoder e Coggins (2007), vários estudos foram publicados com comunidades de parasitos em anfíbios como resposta ao trabalho de Kennedy et al. (1986), tais como: Goater et al. (1987), Aho (1990), Muzzall (1991a, 1991b),

Barton e Richards (1996), McAlpine (1997) e McAlpine e Burt (1998). Os autores destacam o estudo de Aho (1990), o qual foi uma compilação de dados considerando vários trabalhos com anfíbios e répteis. Assim como Kennedy et al. (1986) haviam predito, Aho (1990) atribuiu à maioria dos hospedeiros ectotérmicos, como anuros, comunidades depauperadas e isolacionistas de helmintos parasitas.

Segundo Aho (1990), a fauna de helmintos dos anuros é generalista e pobre, quando comparada aos outros vertebrados, como mamíferos e aves. Para os anuros da América do Sul, nematódeos parasitas do trato gastrointestinal são o achado mais frequente (CAMPIÃO et al., 2014a, 2014b), enquanto os acantocéfalos são raros e a maioria é encontrada em estágio larval (GONZÁLEZ e HAMMAN, 2006; SANTOS e AMATO, 2010). A provável razão para a fauna depauperada de acantocéfalos, quando comparados aos outros helmintos, é a sua baixa riqueza (GOATER et al., 2014). Este grupo de helmintos é composto por cerca de 1.100 espécies descritas, todas parasitas de vertebrados (GOATER et al., 2014).

São conhecidos apenas quatro gêneros de acantocéfalos parasitas de anuros (BURSEY et al., 2006; SMALES, 2007; GOLDBERG et al., 2009; SANTOS e AMATO, 2010). Em contrapartida, já foram descritos mais de quarenta gêneros de nematódeos e platelmintos parasitas de anuros no Brasil (VICENTE et al., 1991; CAMPIÃO et al., 2014). Nestes animais, os acantocéfalos são encontrados parasitando o trato gastrointestinal e a cavidade celomática (BURSEY et al., 2006; SMALES, 2007). Nematódeos e platelmintos, por sua vez, aparentam ter uma distribuição muito mais ampla dentro do hospedeiro, sendo encontrados no trato gastrointestinal, cavidade celomática, bexiga urinária, rins, fígado, pulmões e músculos (HAMMAN et al., 2006; TOLEDO et al., 2015).

Embora os nematódeos geralmente apresentem a maior riqueza e prevalência (TOLEDO et al., 2013; HAMMAN e GONZÁLEZ, 2015; GOLDBERG et al., 2016), este padrão pode se apresentar de forma distinta em algumas localidades e espécies (GOLDBERG et al., 2001; GUSTAFSON et al., 2013). Essas variações podem ser, sobretudo, fruto de variações na comunidade local de helmintos, no hábito e ecologia do hospedeiro. Quanto a esse aspecto, Yoder

e Coggins (2007) reconhecem que o hábito alimentar relacionado à amplitude de presas, comportamento de forrageio, vagilidade relativa e preferência de hábitat são características dos hospedeiros importantes na estruturação da comunidade de helmintos parasitos.

Quanto ao papel do hábito, anuros arborícolas aparentemente possuem uma fauna de helmintos menos rica, quando comparados aos terrestres (BURSEY et al., 2001; GOLDBERG e BURSEY, 2008a; 2008b). A provável explicação para isso é que a possibilidade de infecção por helmintos que penetram ativamente na pele parece ser maior em anuros com constante contato com o solo (GUSTAFSON et al., 2013). Embora essa afirmação tenha sido corroborada em alguns estudos (GOLDBERG e BURSEY, 2008; GONZÁLEZ e HAMMAM, 2008), outros encontraram riquezas semelhantes (KOLLER e GAUDIN, 1977; BURSEY et al., 2001; CAMPIÃO et al. 2016) ou até maiores (YODER e COGGINS 2007) na helmintofauna dos anuros arborícolas do que de anuros de outros hábitos.

2.2. Informação que os helmintos de anuros podem fornecer

2.2.1. Um enfoque conservacionista

Embora a Mata Atlântica brasileira abrigue mais de 540 espécies de anuros (HADDAD et al. 2013), este é um ambiente fortemente degradado e considerado um dos *hostspots* mundiais para ações conservacionistas (MYERS et al., 2000). Além disso, em termos de ameaça e declínio, os anfíbios podem ser considerados em pior estado do que outros grupos de vertebrados (STUART et al., 2004). As principais razões para este estado alarmante incluem: a destruição dos habitats, principal fator responsável por declínios populacionais e extinções, competição com espécies invasoras, mudanças climáticas relacionadas a processos atmosféricos, superexploração das populações, doenças e os contaminantes (DASZAK et al., 2003; STUART et al., 2004; POUNDS et al., 2006; BLAUSTEIN et al., 2011).

Embora microparasitos como fungos possam estar ligados a diversos declínios locais de populações de anuros (BERGER et al., 1998; PUSCHENDORF et al., 2006), os helmintos podem influenciar seus hospedeiros

de maneiras sutis e complexas (KOPRIVNIKAR et al., 2012), diminuindo suas taxas de crescimento (JAYAWARDENA et al., 2010; KELEHEAR et al., 2011) e causando deformações (JOHNSON e CHASE, 2004). Um estado patológico de infecção e/ou infestação em anuros pode ser responsável por diversos danos teciduais, como injúrias cerebrais e oculares (ETGES, 1961), lesões no tecido cardíaco (NIGRELLI e MARAVENTANO, 1944), no trato gastrointestinal (ELKAN, 1960) e no fígado (TORRES e PUGA, 1996), assim como malformação (KUPFERBERG et al., 2009) e diminuição da sobrevivência (ROHR e RAFFEL, 2010).

Para os anuros, as doenças debilitantes podem ser expressões secundárias em indivíduos com sua resistência diminuída, devido a uma ou mais causas primárias, tais como a degradação dos habitats, competição com espécies invasoras ou poluição (GIBBONS et al., 2000). Segundo Koprivnikar et al. (2012) são necessárias mais investigações sobre a relação parasito-hospedeiro em escalas espaciais e temporais cada vez maiores. Além desses impactos mais expressivos, larvas de helmintos são documentadas causando danos sutis aos anuros.

Há evidências de que cistos de nematódeos parasitas do fígado causam desequilíbrio fisiológico desse órgão (SILVA et al., 2014) e que cistacantos de acantocéfalos são responsáveis por danos teciduais (TORRES e PUGA, 1996). Portanto, estudos que visem conhecer a fauna helmíntica e identificar espécies potencialmente patogênicas para esses animais se mostram relevantes não só para sua conservação, mas também para a conservação dos ecossistemas onde vivem.

2.2.2. Um enfoque ecológico

Thieltges e Poulin (2016) ressaltam o papel do habitat na determinação da diversidade das comunidades locais, assim como a influência do contexto ambiental do hospedeiro sobre as comunidades de parasitos. Além da importância em se determinar os danos patológicos associados aos parasitos e os fatores ambientais que podem influenciar nesta relação, é importante que se identifiquem as possíveis vias de infecção, uma vez que a ingestão direta de

parasitos (cistos, oocistos, ovos ou larvas) e de seus hospedeiros intermediários é comum entre os anuros (KOPRIVNIKAR et al., 2012).

Neste sentido, os anuros atuam como predadores e presas em várias teias tróficas de ecossistemas terrestres e aquáticos (KOPRIVNIKAR et al., 2012). Sua dieta generalista parece desempenhar um papel importante na transmissão de helmintos que utilizam interações predador-presa como parte dos seus ciclos (ANDERSON, 2000; KENNEDY, 2006; GOATER et al., 2014). Dentre os vertebrados, os anuros são presas frequentes de serpentes (RUFFATO et al., 2003; PINTO e FERNANDES, 2004), aves (ALIVIZATOS et al., 2005; ZILIO, 2006) e mamíferos (BUENO et al., 2004; CLEARY et al., 2009). Anuros podem, portanto, agir como hospedeiros intermediários ou paratênicos para esses animais (TORRES e PUGA, 1996; SANTOS e AMATO, 2010; CAMPIÃO et al., 2016). Conseqüentemente, conhecer a fauna de helmintos que parasitam esses animais, assim como sua posição nas teias tróficas, pode lançar luz sobre aspectos relativos à sua ecologia e seu papel no ciclo de várias espécies de helmintos.

Além do hábitat, hábito e dieta, outros fatores também são conhecidos por influenciar a comunidade de parasitos. Quanto aos atributos, o tamanho do hospedeiro está entre os mais estudados (KAMIYA et al., 2014). Hospedeiros maiores aparentemente são mais fáceis de colonizar, uma vez que geralmente ingerem maiores quantidade de alimento, possuem uma maior movimentação e superfície corporal (POULIN, 2007). O sexo também é tido como fator influenciador da comunidade de helmintos em anuros, já que diferentes sexos podem apresentar diferenças como morfológicas e comportamentais potencialmente importantes para aspectos parasitológicos. Contudo, seus resultados são controversos (AHO, 1990).

2.3. Alguns helmintos de Hylidae e Phyllomedusidae do Brasil

Acantocéfalos do gênero *Centrorhynchus* como parasitos de Hylidae no Brasil foram descritos por: Travassos (1926), que documentou *Centrorhynchus tumidulus* (Rudolphi, 1819) para *Hypsiboas lanciformis* Cope, 1871 e *Trachycephalus mesophaeus* (Hensel, 1867). No segundo, Azevedo-Ramos et al. (1998) registraram *Centrorhynchus* sp. para *Dendropsophus microcephalus*

(Cope, 1886), *Scinax nasicus* (Cope, 1862), *Scinax nebulosus* (Spix, 1824) e *Scinax fuscomarginatus* (Lutz, 1925). Não há registros desse acantocéfalos para a família Phyllomedusidae.

Quanto aos nematódeos da família Ascarididae, Campião et al. (2016) registraram o gênero *Brevimulticaecum* nos Hylidae *Dendropsophus nanus* (Boulenger, 1889), *Hypsiboas raniceps* Cope, 1862, *S. nasicus*, *Pseudis platensis* Gallardo, 1961 e *Trachycephalus typhonius* (Linnaeus, 1758), além do Phyllomedusidae *Pithecopus azureus* (Cope, 1862). Para o gênero *Porrocaecum*, os mesmos autores registram *H. raniceps* e *P. azureus*.

Aplectana em Hylidae foi registrado por Travassos (1925) em *Hypsiboas pardalis* (Spix, 1824), *Dendropsophus microps* (Peters, 1872) e *T. mesophaeus*. Vicente et al. (1991) em *Scinax acuminatus* (Cope, 1862) e *Scinax fuscovarius* (Lutz, 1925), e Holmes et al. (2008) em *Hypsiboas albopunctatus* (Spix, 1824). Não há registros de *Aplectana* em Phyllomedusidae no Brasil. Quanto à espécie *Cosmocerca parva* Travassos, 1925, o único registro no Brasil é em *Pithecopus nordestinus* feito por Sena (2014). *Cosmocercella phyllomedusae* Baker & Vaucher, 1983, por sua vez, parece estar restrita aos membros da família Phyllomedusidae. No Brasil, possui apenas registros em *Pithecopus nordestinus* (SENA, 2014).

O gênero *Oswaldocruzia* já foi encontrado em *Hypsiboas boans* (Linnaeus, 1758), *Hypsiboas faber* (Wied-Neuwied, 1821), *P. azureus* e *T. mesophaeus* por Vicente et al. (1991), e *Phyllomedusa vaillantii* Boulenger, 1882 por Travassos e Freitas (1964). O gênero *Physaloptera* é conhecido em *H. faber* (Vicente et al., 1993), *H. raniceps* e *T. typhonius* (Campião et al. 2016). *Rhabdias* é conhecido em *H. albopunctatus* (HOLMES et al., 2008), *Hypsiboas prasinus* (Burmeister, 1856) (MADELAIRE et al., 2012) e *Pseudis paradoxa* (Linnaeus, 1758) (CAMPIÃO et al., 2010).

Entre as espécies de Hylidae e Phyllomedusidae encontradas de forma abundante na Mata Atlântica do Brasil, estudos que caracterizem a comunidade de helmintos de *Dendropsophus branneri* (Cochran, 1948), *D. decipiens* (Lutz, 1925), *D. elegans* (Wied-Neuwied, 1824), *D. haddadi* (Bastos and Pombal,

1996), *D. minutus* (Peters, 1872), *Hypsiboas albomarginatus* (Spix, 1824), *Scinax auratus* (Wied-Neuwied, 1821) e *S. x-signatus* (Spix, 1824) são inexistentes. Quanto à *P. nordestinus*, Sena (2016) representou o primeiro esforço de caracterizar a helmintofauna da espécie.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALIVIZATOS, H.; GOUTNER, V.; ZOGARIS, S. Contribution to the study of the diet of four owl species (Aves, Strigiformes) from mainland and island areas of Greece. **Belgian Journal of Zoology**, v. 135, n. 2, p. 109, 2005.

ANDERSON, R. C. **Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission**. Cabi, 2000.

BARTON, D. P.; RICHARDS, S. J. Helminth infracommunities in *Litoria genimaculata* (Amphibia: Anura) from Birthday Creek, and upland rainforest stream in Northern Queensland, Australia. **International Journal for Parasitology**, v. 26, n. 12, p. 1381-1385, 1996.

BERGER, L. et al. Chytridiomycosis causes amphibian mortality associated with population declines in the rain forests of Australia and Central America. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 95, n. 15, p. 9031-9036, 1998.

BRANDT, B. B. Parasites of certain North Carolina salientia. **Ecological Monographs**, v. 6, n. 4, p. 491-532, 1936.

BUENO, A. A.; MOTTA-JUNIOR, J.C. Food habits of two syntopic canids, the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*) and the crab-eating fox (*Cerdocyon thous*), in southeastern Brazil. **Revista Chilena de Historia Natural**, v. 77, n. 1, p. 5-14, 2004.

BURSEY, C. R. et al. New genus, new species of Acanthocephala (Echinorhynchidae) from the Brazilian frog *Hylodes phyllodes* (Anura: Leptodactylidae). **Journal of Parasitology**, v. 92, n. 2, p. 353-356, 2006.

CAMPIÃO, K. M. et al. Helminth Parasites of 11 Anuran Species from the Pantanal Wetland, Brazil. **Comparative Parasitology**, v. 83, n. 1, p. 92-100, 2016.

CAMPIÃO, K. M. et al. Helminth parasite communities of allopatric populations of the frog *Leptodactylus podicipinus* from Pantanal Brazil. **Journal of Helminthology**, v. 88, p. 13-19, 2014a.

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

CLEARY, G. P. et al. The diet of the badger *Meles meles* in the Republic of Ireland. **Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde**, v. 74, n. 6, p. 438-447, 2009.

DASZAK, P.; CUNNINGHAM, A. A.; HYATT, A. D. Infectious disease and amphibian population declines. **Diversity and Distributions**, v. 9, n. 2, p. 141-150, 2003.

ELKAN, E. Some interesting pathological cases in amphibians. In: **Proceedings of the Zoological Society of London**. Blackwell Publishing, 1960.

ETGES, F. J. Contributions to the life history of the brain fluke of newts and fish, *Diplostomulum scheuringi* Hughes, 1929 (Trematoda: Diplostomatidae). **The Journal of Parasitology**, v. 47, n. 3, p. 453-458, 1961.

FREDERIKSEN, M.; HARRIS, M. P.; WANLESS, S. Inter-population variation in demographic parameters: a neglected subject? **Oikos**, v. 111, p. 209-214, 2005.

GIBBONS, J. W. et al. The Global Decline of Reptiles, Déjà Vu Amphibians. **BioScience**, v. 50, n. 8, p. 653-666, 2000.

GOATER, T. M.; ESCH, G. W.; BUSH, A.O. Helminth parasites of sympatric salamanders: ecological concepts at infracommunity, component and compound community levels. **American Midland Naturalist**, p. 289-300, 1987.

GOATER, T. M.; GOATER, C. P.; ESCH, G. W. **Parasitism: the diversity and ecology of animal parasites**. Cambridge University Press, 2014.

GOLDBERG, S. R.; BURSEY, C. R.; GERGUS, E. W. Helminth communities of subpopulations of the Pacific treefrog, *Hyla regilla* (Hylidae), from Baja California, México. **The Southwestern Naturalist**, p. 223-230, 2001.

GOLDBERG, S. R.; BURSEY, C. R. Helminths from 10 species of brachycephalid frogs (Anura: Brachycephalidae) from Costa Rica. **Comparative Parasitology**, v. 75, n. 2, p. 255-262, 2008a.

GOLDBERG, S. R.; BURSEY, C. R. Helminths from fifteen species of frogs (Anura, Hylidae) from Costa Rica. **Phyllomedusa: Journal of Herpetology**, v. 7, n. 1, p. 24-33, 2008b.

GOLDBERG, S. R.; BURSEY, C. R.; KRAUS, F. Helminths of 13 species of microhylid frogs (Anura: Microhylidae) from Papua New Guinea. **Journal of Natural History**, v. 50, n. 31-32, p. 2005-2020, 2016.

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

GUSTAFSON, K. D.; NEWMAN, R. A.; TKACH, V. V. Effects of host species and life stage on the helminth communities of sympatric northern leopard frogs (*Lithobates pipiens*) and wood frogs (*Lithobates sylvaticus*) in the Sheyenne National Grasslands, North Dakota. **The Journal of Parasitology**, v. 99, n. 4, p. 587-594, 2013.

HADDAD, Célio FB. et al. **Guia dos anfíbios da Mata Atlântica: diversidade e biologia**. Anolis Books, 2013.

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, n. 6, p. 1171-1179, 2006.

HAMANN, M. I.; GONZÁLEZ, C. E. Helminth parasites in the toad *Rhinella major* (Bufonidae) from Chaco region, Argentina. **Acta Herpetologica**, v. 10, n. 2, p. 93-101, 2015.

JAYAWARDENA, U. A. et al. Monostome cercariae induced malformations in amphibians: effect of infection at the pre-limb-bud stage tadpoles of *Polypedates cruciger* Blyth. **Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka**, v. 38, n. 4, 2010.

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

KELEHEAR, C.; BROWN, G. P.; SHINE, R.. Influence of lung parasites on the growth rates of free-ranging and captive adult cane toads. **Oecologia**, v. 165, n. 3, p. 585-592, 2011.

KENNEDY, C. R.; BUSH, A. O.; AHO, J. M. Patterns in helminth communities: why are birds and fish different? **Parasitology**, v. 93, n. 01, p. 205-215, 1986.

KENNEDY, C. R. **Ecology of the Acanthocephala**. Cambridge University Press, 2006.

KOPRIVNIKAR, J. et al. Macroparasite infections of amphibians: what can they tell us? **EcoHealth**, v. 9, n. 3, p. 342-360, 2012.

KUPFERBERG, S. J. et al. Parasitic copepod (*Lernaea cyprinacea*) outbreaks in foothill yellow-legged frogs (*Rana boylei*) linked to unusually warm summers and amphibian malformations in Northern California. **Copeia**, v. 2009, n. 3, p. 529-537, 2009.

MADELAIRE, C. B.; GOMES, F. 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, n. 3, p. 560-564, 2012.

MCALLISTER, C. T. et al. Symbiotic Protozoa and Helminth Parasites of the Cajun Chorus Frog, *Pseudacris fouquettei* (Anura: Hylidae), from Southern Arkansas and Northeastern Texas, USA. **Comparative Parasitology**, v. 80, n. 1, p. 96-104, 2013.

MCALPINE, Donald F. Helminth communities in bullfrogs (*Rana catesbeiana*), green frogs (*Rana clamitans*), and leopard frogs (*Rana pipiens*)

from New Brunswick, Canada. **Canadian Journal of Zoology**, v. 75, n. 11, p. 1883-1890, 1997.

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, n. 1, p. 50-68, 1998.

MUZZALL, P. M. Helminth infracommunities of the newt, *Notophthalmus viridescens*, from Turkey Marsh, Michigan. **The Journal of Parasitology**, p. 87-91, 1991a.

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

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

NIGRELLI, R. F.; MARAVENTANO, L. W. Pericarditis in *Xenopus laevis* caused by *Diplostomulum xenopi* sp. nov., a larval strigeid. **The Journal of Parasitology**, v. 30, n. 3, p. 184-190, 1944.

PINTO, R. R.; FERNANDES, R. Reproductive biology and diet of *Liophis poecilogyrus poecilogyrus* (Serpentes, Colubridae) from southeastern Brazil. **Phyllomedusa: Journal of Herpetology**, v. 3, n. 1, p. 9-14, 2004.

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

POULIN, R.; MOURAND, S. **Parasite Biodiversity**. Smithsonian Institution Scholarly Press, 2004.

POUNDS, J. A. et al. Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. **Nature**, v. 439, n. 7073, p. 161-167, 2006.

PUSCHENDORF, R.; BOLAÑOS, F.; CHAVES, G. The amphibian chytrid fungus along an altitudinal transect before the first reported declines in Costa Rica. **Biological Conservation**, v. 132, n. 1, p. 136-142, 2006.

RANKIN, J. S. An ecological study of parasites of some North Carolina salamanders. **Ecological Monographs**, v. 7, n. 2, p. 169-269, 1937.

RICKLEFS, R. E. Community diversity: relative roles of local and regional processes. **Science**, v. 235, n. 4785, p. 167-171, 1987.

ROHR, J. R.; RAFFEL, T. R.; HALL, C. A. Developmental variation in resistance and tolerance in a multi- host–parasite system. **Functional Ecology**, v. 24, n. 5, p. 1110-1121, 2010.

RUFFATO, R.; DI-BERNARDO, M.; MASCHIO, G. F. Diet of *Thamnodynastes strigatus* (Serpentes, Colubridae) in southern Brazil. **Phyllomedusa: Journal of Herpetology**, v. 2, n. 1, p. 27-34, 2003.

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, n. 4, p. 823-826, 2010.

SILVA, J. P.; FURTADO, A, P.; SANTOS, J. N. *Ortleppascaris* sp. and your host *Rhinella marina*: A proteomic view into a nematode–amphibian relationship. **International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife**, v. 3, n. 2, p. 118-123, 2014.

SMALES, L. R. Acanthocephala in amphibians (Anura) and reptiles (Squamata) from Brazil and Paraguay with description of a new species. **Journal of Parasitology**, v. 93, n. 2, p. 392-398, 2007.

VAN SLUYS, M. et al. Body size, diet and endoparasites of the microhylid frog *Chiasmocleis capixaba* in an Atlantic Forest area of southern Bahia state, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 66, n. 1, p. 107-173, Feb. 2006.

STUART, S. N. et al. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. **Science**, v. 306, n. 5702, p. 1783-1786, 2004.

THIELTGES, D. W.; POULIN, R. Food-web-based comparison of the drivers of helminth parasite species richness in coastal fish and bird definitive hosts. **Marine Ecology Progress Series**, v. 545, p. 9-19, 2016.

TOLEDO, G. M. et al. Helminth Fauna of Two Species of *Physalaemus* (Anura: Leiuperidae) from an Undisturbed Fragment of the Atlantic Rainforest, Southeastern Brazil. **The Journal of Parasitology**, v. 99, n. 5, p. 919-922, 2013.

TOLEDO, G. M. et al. Helminth communities of *Leptodactylus latrans* (Anura: Leptodactylidae) from the Atlantic rainforest, south-eastern Brazil. **Journal of Helminthology**, v. 89, n. 02, p. 250-254, 2015.

TORRES, P.; PUGA, S. Occurrence of cystacanths of *Centrorhynchus* sp. (Acanthocephala: Centrorhynchidae) in toads of the genus *Eupsophus* in Chile. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 91, n. 6, p. 717-719, 1996.

VICENTE, J. J. et al. Brazilian nematodes-part 2: nematodes of amphibians. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 7, n. 4, p. 549-626, 1991.

ZILIO, F. Dieta de *Falco sparverius* (Aves: Falconidae) e *Athene cunicularia* (Aves: Strigidae) em uma região de dunas no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 14, n. 4, p. 379-392, 2006.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo geral

Descrever a comunidade de helmintos em nove espécies de anfíbios anuros de um remanescente de Mata Atlântica da região nordeste do Brasil.

4.2. Objetivos específicos

Determinar a prevalência, abundância e intensidade de infecção das espécies de helmintos encontradas;

Testar os efeitos do tamanho, hábitat e da identidade das espécies hospedeiras na determinação das infracomunidades de helmintos;

Identificar danos histopatológicos associados aos helmintos nos tecidos dos anuros;

Identificar o papel desempenhado pelos anuros estudados no ciclo de vida dos parasitos encontrados.

5. ARTIGO

Composição e estrutura da comunidade de helmintos de anuros das famílias Hylidae e Phyllomedusidae em remanescente de Mata Atlântica

Resumo

Embora entre os países da América do Sul o Brasil seja o mais estudado em relação à helmintofauna de anfíbios, apenas cerca de 8% das espécies de anuros possui algum estudo relacionado à sua helmintofauna. Conseqüentemente, ainda existem diversas lacunas teóricas acerca dos fatores responsáveis pela estruturação da comunidade dos helmintos de anuros. Portanto, este estudo objetiva identificar e apresentar os fatores envolvidos na estrutura da comunidade de helmintos de nove espécies de anuros simpátricos de um remanescente de Mata Atlântica na região nordeste do Brasil. Um total de 218 indivíduos representando nove espécies de anuros foram necropsiados: *Dendropsophus minutus* (n=48); *Scinax auratus* (n=36); *D. branneri* (n=33); *D. elegans* (n=26); *Hypsiboas albomarginatus* (n=22); *Pithecopus nordestinus* (n=19), *D. decipiens* (n=12); *D. haddadi* (n=11) e *S. x-signatus* (n=11). Para testar o efeito da identidade e tamanho do hospedeiro, e o corpo d'água onde os hospedeiros foram capturados nos valores de riqueza e abundância de helmintos, foi realizado uma análise permutacional de variância (PERMANOVA). Um total de 781 helmintos foram coletados em 106 (48,6%) dos 218 hospedeiros analisados, sendo 656 cistacantos de *Centrorhyncus* sp. e 125 nematódeos: 76 adultos (25 *Cosmocerca* sp., 20 *Cosmocerca parva*, 20 *Cosmocercella phyllomedusae*, cinco *Aplectana* sp., três *Cosmocercidae* gen. sp., dois *Oswaldocruzia* sp. e um *Rhabdias* sp.), 43 larvas encistadas (nove *Porrocaecum* sp. e 34 *Brevimulticaecum* sp.) e seis larvas de *Physaloptera* sp. Segundo a PERMANOVA, não houve relação entre o tamanho do hospedeiro e a distância do corpo d'água da borda da floresta sobre a estruturação da comunidade de parasitos. Por outro lado, a identidade do hospedeiro apresentou relação significativa com este fator ($p < 0.05$). Este resultado indica que, na comunidade estudada, a explicação para a estruturação da comunidade de helmintos diz respeito às características intrínsecas da espécie hospedeira, com outros fatores que não o tamanho como sendo os mais significativos. Este estudo representa o primeiro onde acantocéfalos foram mais abundantes e prevalentes, revelando que ainda existem lacunas teóricas importante acerca dos fatores responsáveis pelos padrões das comunidades de helmintos.

Palavras-chave: Anura, Nematoda, Acanthocephala, Brasil.

Introdução

A ecologia pode ser definida como o estudo das interações que moldam a distribuição e abundância dos organismos (Krebs 2008). Neste sentido, as comunidades de parasitos durante um bom tempo receberam pouca atenção por parte dos ecólogos (Poulin 1995). Além de lacunas no que diz respeito aos fatores responsáveis por estruturar as comunidades de parasitos, o esforço da ciência na simples catalogação desses organismos parece estar longe do ideal, sobretudo na região Neotropical (Goldberg et al. 2016).

Uma ampla variedade de fatores pode influenciar a helmintofauna de anuros, tais como ciclo de vida, dieta, sexo, idade, tamanho e habitat (Aho 1990; Campião et al. 2014). Neste sentido, Frederiksen et al. (2005) sugerem que estudos comparativos das variações entre as populações silvestres podem lançar luz em relação ao papel dos fatores locais e dos atributos das espécies na geração dessas variações. Nessas abordagens, Aho (1990) incentiva a inclusão de hospedeiros de várias famílias e espécies em estudos dessa natureza, uma vez que isso fornece uma maior variação em quaisquer aspectos da estrutura da comunidade quando comparada às abordagens em apenas uma espécie.

Partindo deste ponto, estudos comparativos com helmintos parasitos tanto em escalas locais como regionais, são importantes no entendimento dos mecanismos que determinam a estruturação das suas comunidades (Ricklefs 1987; Aho 1990), representando esforços para supressão de lacunas nesse campo do conhecimento. Anuros são excelentes modelos de hospedeiros para estudos como estes, uma vez que possuem vários hábitos, ocupam diversos

hábitats, possuem ciclos de vida e modos reprodutivos variados e ocupam vários níveis nas teias tróficas (Koprivnikar et al. 2012; Campião et al. 2014).

Entre as espécies de Hylidae e Phyllomedusidae encontradas na Mata Atlântica do Brasil, *Dendropsophus branneri* (Cochran, 1948), *D. decipiens* (Lutz, 1925), *D. elegans* (Wied-Neuwied, 1824), *D. haddadi* (Bastos and Pombal, 1996), *D. minutus* (Peters, 1872), *Hypsiboas albomarginatus* (Spix, 1824), *Pithecopus nordestinus* (Caramaschi, 2006), *Scinax auratus* (Wied-Neuwied, 1821) e *S. x-signatus* (Spix, 1824) estão entre as espécies mais abundantes, sendo *D. branneri*, *D. decipiens*, *D. elegans*, *D. haddadi*, *P. nordestinus* e *S. auratus* endêmicas do país. Apesar disso, estudos que caracterizem as comunidades de helmintos destes anuros, com exceção de *P. nordestinus*, são inexistentes. Todas são consideradas Menos Preocupantes (LC) pela Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da União Internacional para Conservação da Natureza e Recursos Naturais (IUCN 2016).

Diante do exposto, este estudo objetiva identificar e apresentar os fatores envolvidos na estrutura da comunidade parasitária de nove espécies de anuros em remanescente de Mata Atlântica na região nordeste do Brasil, de maneira a ampliar o conhecimento sobre a biologia destes animais a partir de dados parasitológicos.

Material e métodos

O estudo foi realizado em um remanescente de Mata Atlântica que pertence à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) conhecido como Estação Ecológica Tapacurá (EET; 8°02'08.6"S and 35°11'40.8"W). A EET possui dois fragmentos florestados separados pelo Açude Tapacurá: Mata do

Toró e Mata do Camucim (Ferraz et al. 2012). Este estudo foi realizado na Mata do Camucim, que totaliza aproximadamente 300 ha dos quais 40 ha são uma área protegida: o Refúgio da Vida Silvestre Mata do Camucim.

A EET está localizada no município de São Lourenço da Mata, Zona da Mata do Estado de Pernambuco, região nordeste do Brasil (Figura 1). A vegetação do local é considerada como Floresta Estacional Caducifólia Costeira (Mata Atlântica seca) (Andrade-Lima 1960). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo As' com chuvas nos períodos de outono e inverno; a precipitação média anual é de 1.900mm (Ferraz et al. 2012).



Figura 1. Localização da Estação Ecológica do Tapacurá, município de São Lourenço da Mata, Zona da Mata do Estado de Pernambuco, região nordeste do Brasil.

Duzentos e dezoito indivíduos machos, representando nove espécies de anuros da família Hylidae e Phyllomedusidae foram capturados através de

buscas ativas durante Junho de 2015 e Fevereiro de 2016 na vegetação de três corpos d'água da área de estudo: o açude do Tapacurá e dois corpos d'água mais interiorizados na floresta. As espécies estudadas foram: *Dendropsophus minutus* (n=48); *Scinax auratus* (n=36); *D. branneri* (n=33); *D. elegans* (n=26); *Hypsiboas albomarginatus* (n=22); *Pithecopus nordestinus* (n=19), *D. decipiens* (n=12); *D. haddadi* (n=11) e *S. x-signatus* (n=11). Os animais foram transportados para o Laboratório de Parasitologia (LAPAR) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) onde foram sacrificados com hiperdose de Lidocaína 2% e necropsiados. Este estudo foi realizado com a autorização do Instituto Chico Mende de Conservação da Biodiversidade – ICMBio (SISBio N° 53223-2) e do Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFRPE (N° 058/2015).

O comprimento rostro-cloacal (CRC) de cada animal foi registrado e órgãos como estômago, intestino, fígado, vesícula biliar, pulmão, rim, bexiga e cavidade celomática foram examinados para a busca por helmintos, com auxílio de um microscópio estereoscópico. Os anuros foram tombados na Coleção Herpetológica e Paleoherpetológica da UFRPE. Para identificar possíveis lesões associadas aos parasitos encontrados, os tratos intestinais dos animais foram fixados em formol 10% e posteriormente desidratados e inclusos em Histoiresina. As lâminas receberam corte com espessura de 4 micrômetros e foram coradas em Azul de Toluidina e Hematoxilina e Floxina.

Os parasitos coletados foram fixados em AFA (álcool etílico, formalina e ácido acético) e conservados em etanol 70%. Os nematódeos foram clarificados com lactofenol e montados em lâminas temporárias, enquanto os acantocéfalos foram removidos dos cistos, corados com Carmin e clarificados com creosoto.

Os helmintos foram identificados até o menor nível taxonômico possível, a partir das descrições de Yamaguti (1961), Baker and Vaucher (1983, 1984), Vicente *et al.* (1991), Moravec and Kaiser (1994, 1995) e Anderson *et al.* (2009) para os nematódeos e Petrochenko (1971) e Smales (2007) para os acantocéfalos. Os parasitos identificados foram tombados na Coleção Parasitológica do Laboratório de Parasitologia (CPLAPAR) da UFRPE.

A prevalência, abundância média e intensidade média de infecção foram calculadas de acordo com Bush *et al.* (1997). Uma análise multivariada permutacional (MANOVA) foi feita para testar o efeito potencial do tamanho, corpo d'água e identidade do hospedeiro na composição da comunidade de helmintos. Para verificar se a riqueza de helmintos havia sido totalmente acessada foi calculada uma curva de rarefação. As análises e o gráfico de rarefação foram feitos com uso do software R (R Core Team 2016) através dos pacotes “vegan” (Oksanen *et al.* 2017), “vegetarian” (Charney and Record 2012) e “ggplot2” (Wickham 2009).

Resultados

Um total de 781 helmintos foram coletados em 106 (48,6%) dos 218 hospedeiros analisados, sendo 656 cistacantos de *Centrorhyncus* sp. e 125 nematódeos: 76 adultos (25 *Cosmocerca* sp., 20 *Cosmocerca parva*, 20 *Cosmocercella phyllomedusae*, cinco *Aplectana* sp., três *Cosmocercidae* gen. sp., dois *Oswaldocruzia* sp. e um *Rhabdias* sp.), 43 larvas encistadas (nove *Porrocaecum* sp. e 34 *Brevimulticaecum* sp.) e seis larvas de *Physaloptera* sp. A curva de rarefação indica que a riqueza de helmintos provavelmente não foi acessada na sua totalidade (Figura 2).

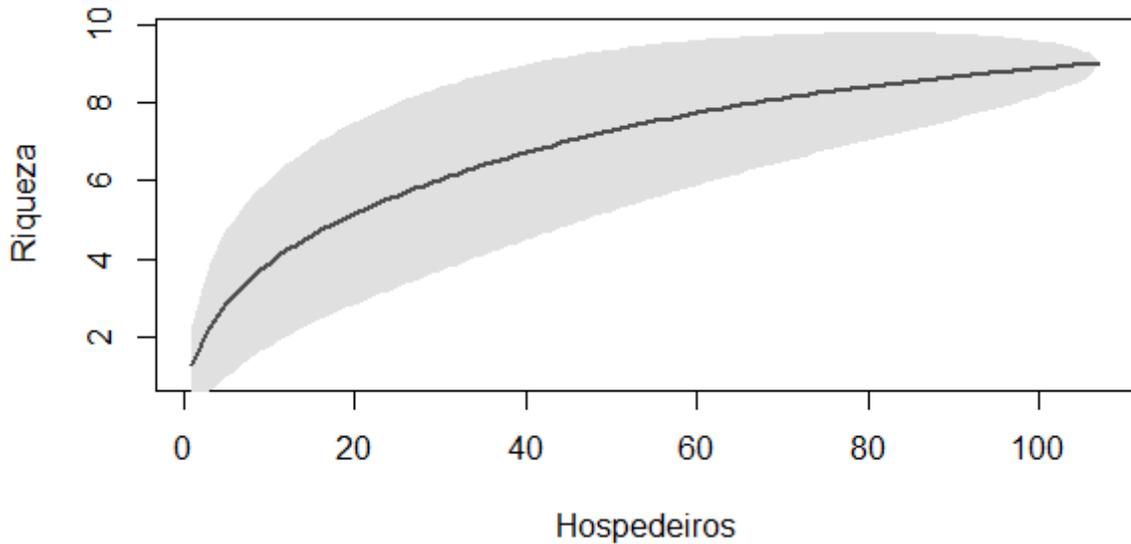


Figura 2. Curva de rarefação da infracomunidade de helmintos de nove espécies de anuros em remanescente de Mata Atlântica, nordeste do Brasil, julho de 2015 a fevereiro de 2016.

Nenhum dos animais estava parasitado por mais do que duas espécies de helmintos, ocorrendo simultaneamente. A espécie que apresentou maior riqueza de helmintos foi *H. albomarginatus* (seis espécies), seguido de *D. branneri* e *P. nordestinus* (cinco espécies). Os helmintos identificados com seus respectivos valores de prevalência, assim como o sítio de infecção para cada espécie de parasito por hospedeiro são apresentados na Tabela 1. A intensidade média de infecção por indivíduo parasitado foi de 7.4 ± 9.3 com variações entre 1 e 50 helmintos por indivíduo.

O resultado da análise de variância apresentou uma relação positiva da composição e estrutura da comunidade de parasitos com a espécie hospedeira, sendo a identidade dos hospedeiros responsável por explicar 17% destes valores (significância de 0.001; Tabela 2). Já as outras variáveis testadas, tais como comprimento e distância do corpo d'água em relação à borda da floresta

não foram significativos em relação à riqueza e abundância de parasitos, com valores de significância de 0.215 e 0.692, respectivamente (Tabela 2).

DISCUSSÃO

Populações de macroparasitos são distribuídas de forma agregada, onde os maiores valores de prevalência são encontrados em poucos hospedeiros dentro da comunidade (Wilson et al. 2002). Este padrão pode tornar ainda mais difícil a detecção das espécies raras da comunidade; indivíduos de *Oswaldocruzia* sp. e *Rhabdias* sp., por exemplo, só foram encontradas em um hospedeiro cada. Padrões semelhantes são amplamente documentados em outros estudos com quantidades semelhantes de anuros analisados (Goldberg et al. 2007; 2013; 2016; Mashai et al. 2008; Campião et al. 2016). Estes dados, aliados à curva de rarefação aqui calculada, indicam que para que a riqueza de anuros seja plenamente acessada, se faz necessário avaliar grandes quantidades de hospedeiros.

Diferentes traços da biologia dos anuros são tidos como influentes sobre as suas comunidades de parasitos. Dentre eles, a dieta, hábitat, idade, sexo e tamanho estão entre os principais (Aho 1990; McAlpine 1997; Muzall et al. 2001; Bolek and Coggins 2003; Brooks et al. 2006; Hamman et al. 2006; Campião et al. 2014a). O tamanho do hospedeiro, de forma especial, é tido como um dos principais fatores determinantes da comunidade de parasitos devido ao aumento da superfície corporal, vagilidade e quantidade de alimento ingerida (Bush et al. 2001; Kamyra et al. 2014; Campião et al. 2016b). Entretanto, os resultados do teste de variância mostram que não houve relação deste fator com a comunidade de parasitos.

Os altos valores de prevalência de *Centrorhynchus* sp., helminto transmitido por interações predador-presa, pode ser a explicação para que a identidade do hospedeiro tenha sido o fator mais importante na helmintofauna local de anuros analisada neste estudo. Uma vez que o tamanho não teve relação com a comunidade de parasitos, a provável explicação reside nas diferenças das espécies em relação à qualidade da presa e não à quantidade ingerida.

Estes resultados indicam que a característica do anuro que será mais importante na determinação da composição e estrutura da comunidade parece depender de dois fatores: a comunidade de hospedeiros analisada e o conjunto de fatores que determina a espécie de helminto dominante. Por exemplo, o tamanho do hospedeiro pode ser o fator mais importante nas comunidades de helmintos dominadas por platelmintos e nematódeos de ciclo direto em anuros terrestres (Luque et al. 2005; Hamman et al. 2006a, b; Toledo et al. 2013; 2015), enquanto a identidade da presa pode ser o fator mais importante para anuros arborícolas, como sugerido neste estudo.

Hypsiboas albomarginatus apresentou a maior riqueza de helmintos, seguida por *D. branneri* e *P. nordestinus*. Aho (1990) atribui aos anuros arborícolas uma riqueza depauperada de helmintos em comparação com anuros terrestres e semi-aquáticos. Embora essa afirmação tenha sido corroborada em alguns estudos (Goldberg and Bursey 2008; González and Hammam 2008), outros encontram riquezas semelhantes (Koller and Gaudin 1977; Bursey et al. 2001; Campião et al. 2016a) ou até maiores (Yoder and Coggins 2007) na helmintofauna dos anuros arborícolas do que de anuros terrestres e semi-aquáticos.

Entretanto, análises que levam em consideração apenas o número de espécies, podem estar ignorando um fator ressaltado neste estudo, que é a conspicuidade de cada comunidade de helmintos e de anuros, com seus atributos e variações de ciclos de vida. A elucidação de padrões da comunidade de helmintos de anuros aparenta ter um longo caminho até seu estabelecimento concreto, sobretudo na região Neotropical, onde estudos na maioria das espécies e localidades são inexistentes. Além disso, os padrões neotropicais podem ser essencialmente diferentes dos temperados expressos por Aho (1990), uma vez que a região Neotropical possui padrões de diversidade maiores.

Em relação aos nematódeos, somente foi possível chegar à identificação específica de *Cosmocerca parva* e *Cosmocercella phyllomedusae* (Tabela 1), devido à ausência de machos das famílias Cosmocercidae e grandes quantidades de larvas na maior parte das amostras, o que também foi observado em outros estudos com anuros no Brasil (Holmes et al. 2008; Pinhão et al. 2009; Toledo et al. 2013, 2015). Somente foram coletados dois espécimes fêmeas de *Oswaldocruzia*, o que impossibilitou analisar a sínlofe (contagem das cristas ventrais e dorsais), útil na identificação em nível de espécie (Ben Slimane e Durette-Desset 1996). Em relação aos cistacantos de *Centrorhynchus* sp., há grande variação no número de ganchos da probóscide, o que dificulta a identificação (Moravec and Kaiser 1995; Smales 2007; Santos and Amato 2010). Estudos com infecção experimental e/ou biologia molecular poderiam ser utilizados para a identificação específica de cistacantos de acantocéfalos.

O fato de só ter sido possível chegar ao nível de gênero na maioria dos helmintos identificados impossibilita discussões acerca do caráter de

especificidade dos parasitos aqui encontrados. Este é um padrão que se repete na maioria dos estudos (Moravec and Kaiser 1994; Torres and Puga 1996; Smales 2007; González and Hamman 2006; Santos and Amato 2010; Silva et al. 2013; Campião et al. 2016a), o que torna difícil a elucidação de que sejam a mesma espécie ou espécies diferentes. A falta de identificação específica é uma dificuldade na construção destes padrões. O encontro de uma elevada quantidade de fêmeas de Cosmocercídeos, além de apontar para a necessidade de desenvolvimento de ferramentas da biologia molecular para auxiliar na identificação deste grande grupo de nematódeos de anuros, sugere a ocorrência de reprodução por partenogênese, semelhante ao que ocorre com nematódeos dos gêneros *Strongyloides* e *Rhabdias* (Pinhão et al., 2009). Pinhão et al. (2009) sugerem a realização de estudos de infecção experimental para confirmar a ocorrência de partenogênese na família Cosmocercidae.

Entre os cosmocercídeos, *Cosmocerca parva* é conhecida por parasitar uma imensa variedade de espécies e famílias de anuros (Burseley et al. 2001; González and Hamman 2011; Campião et al. 2016a). Por outro, *Cosmocercella phyllomedusae* parece estar restrita aos membros da família Phyllomedusidae (Baker and Vaucher 1983; Bursey et al. 2001). Bursey et al. (2001) estudaram a helmintofauna de várias espécies simpátricas de anuros e semelhantemente encontraram *C. phyllomedusae* apenas em Phyllomedusidae, assim como neste estudo. Estes dados sugerem que *C. phyllomedusae* apresenta certo grau de especificidade em contraste com outros parasitos de anuros.

Como os resultados expressam, ao contrário do que é comumente documentado na literatura, cujo padrão geral é que nematódeos e trematódeos apresentem maiores valores de prevalência e abundância (Koller and Gaudin

1977; González and Hamman, 2007; Goldberg and Bursey 2008; Campião et al. 2010; 2016a; Toledo et al. 2013), acantocéfalos do gênero *Centrorhynchus* foram encontrados em todas as espécies analisadas e apresentaram os maiores valores de prevalência e intensidade média de infecção. Apesar disto, a análise histopatológica dos tecidos parasitados pelas larvas encistadas de *Centrorhynchus* sp. não revelou a presença de alterações inflamatórias significativas (dados não apresentados).

O gênero *Centrorhynchus* se destaca pela riqueza (Travassos, 1926) e tem como hospedeiros definitivos mamíferos e aves (Van Cleave 1916; Santos and Amato, 2010), sobretudo aves das ordens Falconiformes e Strigiformes (Dimitrova and Gibson 2005). Cistacantos de *Centrorhynchus* já foram documentados em várias espécies de anuros (Torres and Puga 1996; Smales 2007; González and Hamman 2006; Santos and Amato 2010), com indicações de que estes animais atuam como hospedeiros paratênicos destes acantocéfalos (Travassos 1926; Dimitrova and Gibson 2005; Santos and Amato 2010).

Os altos valores de prevalência e intensidade de infecção aqui registrados, assim como o fato de que anuros arborícolas estão entre as presas tanto de Falconiformes (Santos et al. 2013) como de Strigiformes (Vieira et al. 2015), são indicativos das mesmas conclusões. A dominância de *Centrorhynchus* na comunidade de helmintos estudada, pode ser fruto de melhor adaptação da espécie na comunidade local, potencializando seu sucesso de transmissão. Quanto a isso, acantocéfalos são causadores de mudanças fenotípicas dos artrópodes que atuam como hospedeiros intermediários a fim de aumentar seu sucesso de transmissão (Bethel and Holmes 1973; Moore 1983; 2002).

Larvas de dois gêneros de nematódeos da família Ascarididae foram registrados neste estudo: *Brevimulticaecum* e *Porrocaecum*, as quais estavam encistadas na serosa do estômago e intestino dos indivíduos parasitados. Larvas encistadas de ascarídeos dos gêneros *Brevimulticaecum* e *Porrocaecum* já foram documentadas em outras espécies de anuros no Brasil e Argentina (Burse et al. 2001; González and Hamman 2008; Goldberg et al. 2009; Silva et al. 2013; Campião et al. 2016a). Os hospedeiros definitivos de *Brevimulticaecum* e de *Porrocaecum* são crocodilianos e aves, respectivamente (Anderson 2000).

Estes parasitos se utilizam de interações tróficas para migrar de hospedeiro, invertebrados infectados são a fonte de infecção dos anuros (Camião et al. 2016a). Os resultados deste estudo indicam que os anuros atuam como hospedeiros paratênicos de *Brevimulticaecum* e *Porrocaecum*, conforme registrado por Moravec e Kaiser (1994) e González e Hamman (2008), uma vez que os anuros são componentes da dieta de crocodilianos (Platt et al. 2006; Wallace et al. 2008) e aves (Santos et al. 2013; Vieira et al. 2015).

De acordo com Silva et al. (2014), as larvas de ascarídeos são encontradas em cistos fibrosos que estimulam o desenvolvimento de severas alterações patológicas nos tecidos parasitados de anuros. No entanto, a análise histopatológica dos tecidos parasitados pelas larvas encistadas de *Brevimulticaecum* sp. e *Porrocaecum* sp., não revelou a presença de alterações inflamatórias significativas.

A família Cosmocercidae é composta, assim como o gênero *Oswaldocruzia*, por parasitos gastrointestinais de anfíbios e répteis (Baker 1987; Vicente et al. 1991; Anderson 2000). Os valores de prevalência e intensidade de

infecção de *Cosmocerca parva*, *Aplectana* sp., *Cosmocerca* sp., Cosmocercidae gen. sp. e *Oswaldocruzia* sp. foram menores do que os valores apresentados por *Centrorhynchus* sp. A provável explicação pode ser o fato de que estes parasitos são transmitidos a partir da ingestão acidental ou penetração cutânea de larvas infectantes (Anderson 2000). Portanto, o fato de se tratarem de espécies arborícolas que passam a maior parte do tempo na vegetação provavelmente diminui as possibilidades de infecção por estes helmintos de ciclo direto.

O gênero *Physaloptera* é composto por parasitos gastrointestinais de répteis e mamíferos (Burseley et al. 2001; Anderson 2000; Campião et al. 2016a), não completando seu ciclo em anfíbios (Goldberg 1993). Nos anuros as larvas de *Physaloptera* são um achado relativamente comum no estômago (Goldberg et al. 1996; 2009; González and Hammam 2006). Os anuros são os prováveis hospedeiros paratênicos de *Physaloptera*, sendo infectados pela ingestão de hospedeiros intermediários artrópodes (Anderson 2000).

Com exceção de *H. albomarginatus*, *P. nordestinus* e *D. minutus*, para os quais já existem registros de parasitos na literatura (Moravec and Kaiser 1994; Bursey et al. 2006; Sena 2016), este estudo representa o primeiro esforço para conhecer a descrever a riqueza e as características das comunidades de parasitos de *D. branneri*, *D. decipiens*, *D. haddadi*, *S. auratus* e *S. x-signatus*. Para *H. albomarginatus* há um registro de *Pseudoacanthocephalus lutzi* (Hamann, 1891) no Uruguai (Burseley et al. 2006), sendo este estudo o primeiro a ser realizado na espécie no Brasil.

Moravec e Kaiser (1994) registram de forma semelhante *Brevimulticaecum* sp. como parasito de *D. minutus* em Trindade e Tobago, mas não traz descritores da população de helmintos. Para *P. nordestinus*, existe um trabalho desenvolvido por Sena (2015) na mesma localidade, no qual, de forma semelhante ao presente estudo, os acantocéfalos foram os mais prevalente, seguidos pelos cosmocercídeos. As mesmas espécies de helmintos aqui documentadas foram também encontradas por Sena (2016) em *P. nordestinus*, inclusive *Rhabdias* sp. O presente estudo e o de Sena (2016) são os únicos a registrar os acantocéfalos como os helmintos mais abundantes e prevalentes em anuros arborícolas.

As causas para isso não são claras, mas esse achado evidencia que a elucidação dos padrões de infecção para os anfíbios anuros e os determinantes desses padrões (microhabitat, dieta e tamanho do hospedeiro, além de características das comunidades de helmintos) ainda merecem atenção e esforço por parte da comunidade acadêmica. Também fica evidente que os anuros têm a potencialidade de agirem como potencializadores da capacidade de dispersão dos parasitos na teia trófica. Este estudo, portanto, representa mais um passo nessa direção, contribuindo com o conhecimento dos helmintos parasitas de anuros, sobretudo da Mata Atlântica brasileira, para a qual os estudos como esses ainda são pontuais.

Tabela 1. Descritores (prevalência – P; intensidade média de infecção e desvio padrão - IM±DP) e sítio de infecção (SI) dos helmintos encontrados em *Dendropsophus branneri* (Db), *D. decipiens* (Dd), *D. elegans* (De), *D. haddadi* (Dh), *D. minutus* (Dm), *Hypsiboas albomarginatus* (Ha), *Pithecopus nordestinus* (Pn) *Scinax auratus* (Sa) e *S. x-signatus* (Sx) de remanescente de Mata Atlântica, nordeste do Brasil, Julho de 2015 a Fevereiro de 2016. Sítio de infecção (SI): E = estômago, I = intestino, CC = cavidade celomática.

Helminto	Descritor	Db	Dd	De	Dh	Dm	Ha	Pn	Sa	Sx	SI
<i>Centrorhyncus</i> sp.	P	P: 36%	13%	11.5%	18.2%	66.6%	50%	73.7%	18%	45%	CC
	IM(±DP)	5.3±6.7	1.5±0.7	2	7±5.7	10.1±10.8	2.3±1.9	13.1±11.9	1.7±1	5.4±7.7	
<i>Brevimulticaecum</i> sp.	P			3,8%	16.7%	4,7%	22.7%	15.8%		3%	CC
	IM(±DP)			2	2±1.4	2±1.4	3.4±4.3	2.7±2.1		1	
<i>Porrocaecum</i> sp.	P	9.1%									CC
	IM(±DP)	3±3.5									
<i>Aplectana</i> sp.	P	3%	8.3%								I
	IM	4	1								

Cosmocercidae	P							5.3%		I
	IM							3		
<i>Cosmocerca</i> sp.	P	15.2%	8.3%	7.7%	9.1%	8.3%	9.1%		2.8%	I
	IM(±DP)	1.6±0.9	1	1.5±0.7	1	2±0.8	1.5±0.7		1	
<i>Cosmocerca parva</i>	P	6.1%	8.3%			2.1%	4.5%	5.3%	2.8%	I
	IM(±DP)	3±2.8	1			6	5	1	1	
<i>Cosmocercella phyllomedusae</i>	P							23.8%		I
	IM(±DP)							6.7±3.1		
<i>Oswaldocruzia</i> sp.	P						9.1%			I
	IM						2			
<i>Physaloptera</i> sp.							18.2%			E
							1.5±1			

Tabela 2. Resultado da análise permutacional de variância testando o efeito da espécie, comprimento rostro-cloacal e da distância do corpo d'água para a borda nos valores de riqueza e abundância de todos os helmintos de nove espécies simpátricas de anuros em remanescente de Mata Atlântica, nordeste do Brasil, julho de 2015 a fevereiro de 2016. *** Significância ≤ 0.05 .

	Estatística do teste	Significância
	(R2)	(Pr>F)
Espécie	0.16960	0.001***
CRC	0.01378	0.215
Corpo d'água	0.02878	0.692
Resíduos	0.78784	
Total	1.00000	

Agradecimentos

Ao gestor da Estação Ecológica do Tapacurá, Sr. Paulo Martins, pelo apoio logístico para a execução deste trabalho. Ao Professor Thiago Gonçalves Souza (Universidade Federal Rural de Pernambuco) pelas contribuições valiosas em relação à análise dos dados. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida ao primeiro autor. À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) pela aprovação do financiamento deste projeto de pesquisa (APQ 1152-2.13/15).

Literatura citada

Aho, J. M. 1990. *Helminth communities of amphibians and reptiles: comparative approaches to understanding patterns and processes*. In *Parasite communities: patterns and processes*. Edited by G.W. Esch, A.O. Bush and J.M. Aho. Chapman and Hall, London. pp. 157-195.

Albuquerque, A.C., Almeida, A.V., Oliveira, M.A.P., and Borges, L.D.R. 2012. *Insetos de Tapacurá: pesquisa e ensino*. In: Moura, G.J.B., Azevedo-Júnior, S.V., and El-Deir, A.C.A. (eds) *A biodiversidade da Estação Ecológica do Tapacurá: uma proposta de manejo e conservação*. Nupeea, Recife.

Amato, J.F.R., Amato, S.B., Araújo, P.B., and Quadros, A.F. 2003. First report of pigmentation dystrophy in terrestrial isopods, *Atlantoscia floridana* (van Name) (Isopoda, Oniscidea) induced by larval acanthocephalans. *Revista Brasileira de Zoologia* **20**:711-716.

Anderson, R. C. 2000. *Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission*. CABI.

Anderson, R. C., Chabaud, A. G., and Willmott, S. 2009. *Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates: Archival Volume*. CABI.

Andrade-Lima, D. 1960. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. *Arquivos do Instituto de Pesquisa Agronômica* **5**(1): 305-341.

Baker, M.R., and C. Vaucher. 1983. Parasitic helminths from Paraguay. IV: cosmocercoid nematodes from *Phyllomedusa hypochondrialis* (Dandin) (Amphibia:Hylidae). *Revue Suisse de Zoologie* **90**(2): 325-334.

Baker, M.R., and C. Vaucher. 1984. Parasitic helminthes from Paraguay VI: *Cosmocerca* Diesing, 1861 (Nematoda: Cosmocercoidea) from frogs. *Revue Suisse de Zoologie* **91**(4): 925-934.

Ben Slimane B., and M.C.I. Durette-Desset. 1996. New *Oswaldocruzia* (Nematoda, Trichostrongylina, Molineoidea) parasites of amphibians From French Guyana and Ecuador. *Miscel-lania Zoològica* **19**(1): 55-66.

Bush, A.O., Lafferty, K.D., Lotz, J.M., and Shostak, A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology* **83**(4): 575-583.

Burse, C. R., Goldberg, S. R., & Parmelee, J. R. 2001. Gastrointestinal helminths of 51 species of anurans from Reserva Cuzco Amazónico, Peru. *Comparative Parasitology*, **68**(1), 21-35.

Burse, C. R., Vrcibradic, D., Hatano, F. H., and Rocha, C. F. D. 2006. New genus, new species of *Acanthocephala* (Echinorhynchidae) from the Brazilian frog *Hylodes phyllodes* (Anura: Leptodactylidae). *Journal of Parasitology*, **92** (2), 353-356.

Campião, K.M., Silva, R.J., and Ferreira, V.L. 2010. Helminth component community of the paradoxal frog *Pseudis platensis* Gallardo, 1961 (Anura: Hylidae) from south-eastern Pantanal, Brazil. *Parasitology Research* **106**(3): 747-751.

Campião, K. M., Morais, D. H., Dias, O. T., Aguiar, A., Toledo, G., Tavares, L. E. R., and Silva, R. J. 2014. Checklist of helminth parasites of amphibians from South America. *Zootaxa* **3843**(1): 1-93.

Campião, K.M., Silva, I.C.O., Dalazen, G.T., Paiva, F., and Tavares, L.E.R. (2016a). Helminth Parasites of 11 Anuran Species from the Pantanal Wetland, Brazil. *Comparative Parasitology* **83**(1): 92-100.

Campião, K. M., Dias, O. T., Silva, R. J., Ferreira, V. L., & Tavares, L. E. R. (2016b). Living apart and having similar trouble: are frog helminth parasites determined by the host or by the habitat? *Canadian Journal of Zoology*, **94**(11), 761-765.

Charney, N., and Record, S. 2012. vegetarian: Jost Diversity Measures for Community Data. R package version 1.2.

Dimitrova, Z. M., and Gibson, D. I. 2005. Some species of *Centrorhynchus* Lühe, 1911 (Acanthocephala: Centrorhynchidae) from the collection of the Natural History Museum, London. *Systematic Parasitology*, **62**(2), 117-134.

Duellman, W.E., Marion, A.B., and Hedges, S. B. 2016. Phylogenetics, classification, and biogeography of the treefrogs (Amphibia: Anura: Arboranae). *Zootaxa* **4104**(1): 1-109.

Fagerholm, H. P., and Overstreet, R. M. 2008. Ascaridoid Nematodes: *Contraecaecum*, *Porrocaecum*, and *Baylisascaris*. *Parasitic diseases of wild birds*, 413-433.

Ferraz E.M.N., Moura G.J.B., Castro C.C., and Araújo E.L. 2012. *Características ambientais e diversidade florística da Estação Ecológica do Tapacurá*. In : A biodiversidade da Estação Ecológica do Tapacurá: uma proposta de manejo e conservação. Edited by G.J.B. Moura, S.V. Azevedo-Júnior and A.C.A. El-Deir Nupeea, Recife. pp. 59-97.

Goater, T. M., Goater, C. P., and Esch, G. W. 2014. *Parasitism: the diversity and ecology of animal parasites*. Cambridge University Press.

Goldberg, S. R., Bursey, C. R., Malmos, K. B., Sullivan, B. K., and Cheam, H. 1996. Helminths of the southwestern toad, *Bufo microscaphus*, Woodhouse's toad, *Bufo woodhousii* (Bufonidae), and their hybrids from central Arizona. *The Great Basin Naturalist*, 369-374.

Goldberg, S.R., and Bursey, C.R. 2008. Helminths from fifteen species of frogs (Anura, Hylidae) from Costa Rica. *Phyllomedusa* **7**(1): 24-33.

Goldberg, S.R., Bursey, C.R., Caldwell, J. P., and Shepard, D. B. 2009. Gastrointestinal helminths of six sympatric species of *Leptodactylus* from Tocantins State, Brazil. *Comparative Parasitology* **76**(2): 258-266.

González, C. E., and Hamann, M. I. 2006. Helminths parásitos de *Leptodactylus bufonius* Boulenger, 1894 (Anura: Leptodactylidae) de Corrientes, Argentina. *Rev. Esp. Herpetol.* **20**: 39-46.

González, C.E., and Hamann, M.I. 2007. Nematode parasites of two species of *Chaunus* (Anura: Bufonidae) from Corrientes, Argentina. *Zootaxa* **1393**: 27-34.

González, C. E., and Hamann, M. I. 2008. Nematode parasites of two anuran species *Rhinella schneideri* (Bufonidae) and *Scinax acuminatus* (Hylidae) from Corrientes, Argentina. *Revista de Biología Tropical* **56**(4): 2147-2161.

González, C. E., and Hamann, M. I. 2011. Cosmocercid nematodes of three species of frogs (Anura: Hylidae) from Corrientes, Argentina. *Comparative Parasitology*, **78**(1): 212-216.

Guégan, J. F., Morand, S., and Poulin, R. 2005. Are there general laws in parasite community ecology? The emergence of spatial parasitology and epidemiology. *Parasitism and ecosystems*, 22-42.

Holmes, R. M., Bocchiglieri, A., de Araújo, F. R. R. C., and Silva, R. J. 2008. New records of endoparasites infecting *Hypsiboas albopunctatus* (Anura: Hylidae) in a savanna area in Brasília, Brazil. *Parasitology Research*, **102**(4): 621-623.

IUCN. 2016. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-3. Available from <http://www.iucnredlist.org> [accessed 7 February 2017].

Koller, R.L., and Gaudin, A.J. 1977. An analysis of helminth infections in *Bufo boreas* (Amphibia: Bufonidae) and *Hyla regilla* (Amphibia: Hylidae) in southern California. *Southwest. Nat.* **21**(4): 503-509.

Koprivnikar, J. Marcogliese, D.J., Rohr, J.R., Orlofske, S.A., Raffel, T.R., and Johnson, P.T.J. 2012. Macroparasite Infections of Amphibians: What Can They Tell Us? *EcoHealth* **9**(3): 342-360.

Moravec, F., and Kaiser, H. 1994. *Brevimulticaecum* sp. larvae (Nematoda: Anisakidae) from the frog *Hyla minuta* Peters in Trinidad. *J. Parasitol.* **80**(1): 154-156.

Moravec, F., and Kaiser, H. 1995. Helminth parasites from West Indian frogs with descriptions of two new species. *Caribb. J. Sci.* **31**(3-4): 252-268.

Oksanen, J., Blanchet, F.G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., Minchin, P.R., O'Hara, R. B., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H., Szoecs,

E., and Wagner, H. 2017. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.4-2. Available from <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.

R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available from <https://www.R-project.org/>.

Petrochenko, V. I. 1971. Acanthocephala of domestic and wild animals. Volume I. Israel Program for Scientific Translations.

Pinhão, R., Wunderlich, A. C., Alves dos Anjos, L., and da Silva, R. J. 2009. Helminths of toad *Rhinella icterica* (Bufonidae), from the municipality of Botucatu, São Paulo State, Brazil. *Neotropical Helminthology*, 35-40.

Platt, S. G., Rainwater, T. R., Finger, A. G., Thorbjarnarson, J. B., Anderson, T. A., and McMurry, S. T. 2006. Food habits, ontogenetic dietary partitioning and observations of foraging behaviour of Morelet's crocodile (*Crocodylus moreletii*) in northern Belize. *The Herpetological Journal*, **16**(3): 281-290.

Santos, V. G. T., and Amato, S. B. 2010. *Rhinella fernandezae* (Anura, Bufonidae), hospedero paraténico de *Centrorhynchus* sp. (Acanthocephala, Centrorhynchidae) en Brasil. *Rev. Mex. Biodivers.* **81**(1): 53-56.

Santos, C. E. L., Novaes, R. L. M., de França Souza, R., de Abreu, E., Ribeiro, A. C. S., Vrcibradic, D., and Avilla, L.S. 2013. *Hypsiboas faber* (Amphibia, Anura, Hylidae) as prey of the Barred forest falcon, *Micrastur ruficollis* (Aves, Falconiformes, Falconidae), in an Atlantic Forest area of southeast Brazil. *Herpetology Notes* **6**: 313-315.

Santos V.G.T. 2014. Composição e estrutura da comunidade de helmintos de seis espécies de anuros do Planalto das Araucárias, Campo Belo do Sul, Santa Catarina, Brasil. Ph.D. thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.

Schmidt, G. D. 1985. Development and life cycles. In Biology of the Acanthocephala, D. W. T. Crompton and B. B. Nickol (eds.). Cambridge, Cambridge University Press, XI+p. 273-305.

Segalla, M.V., Caramaschi, U., Cruz, C.A.G., Grant, T., Haddad, C.F.B., Garcia, P.C.A, Berneck, B.V.M., and Langone, J.A. 2016. Brazilian Amphibians: List of Species. Brazilian Amphibians: List of Species. *Herpetologia Brasileira* **5**(2): 34-46. Available from [accessed 02 February 2017].

Sena, P.A. 2016. Helmintofauna e dieta de *Phyllomedusa nordestina* Caramaschi, 2006 (Anura: Hylidae) em remanescentes florestais da região nordeste do Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Silva, A. S. F. L., Júnior, S. S., and Zina, J. 2013. Checklist of amphibians in a transitional area between the Caatinga and the Atlantic Forest, central-southern Bahia, Brazil. *Check List* **9**(4): 725-732.

Silva, J. P., Furtado, A. P., and Santos, J. N. 2014. *Ortleppascaris* sp. and your host *Rhinella marina*: A proteomic view into a nematode–amphibian relationship. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, **3**(2): 118-123.

Smales, L. R. 2007. Acanthocephala in amphibians (Anura) and reptiles (Squamata) from Brazil and Paraguay with description of a new species. *J. Parasitol.* **93**(2): 392-398.

Toledo, G. M., Aguiar, A., Silva, R. J., and Anjos, L. A. 2013. Helminth Fauna of Two Species of *Physalaemus* (Anura: Leiuperidae) from an Undisturbed Fragment of the Atlantic Rainforest, Southeastern Brazil. *J. Parasitol.* **99**(5): 919-922.

Toledo, G. M., Morais, D. H., Silva, R. J., & Anjos, L. A. (2015). Helminth communities of *Leptodactylus latrans* (Anura: Leptodactylidae) from the Atlantic rainforest, south-eastern Brazil. *Journal of helminthology*, **89** (02): 250-254.

Torres, P., and Puga, S. 1996. Occurrence of cystacanths of *Centrorhynchus* sp. (Acanthocephala: Centrorhynchidae) in toads of the genus *Eupsophus* in Chile. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, **91**(6): 717-719.

Travassos, L. 1926. Contribuições para o conhecimento da fauna helminthologica brasileira XX. Revisão dos Acanthocephalos brasileiros. Parte II. Família Echinorhynchidae Hamann, 1892, sub.-fam. Centrorhynchinae Travassos, 1919. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* **19**: 31-125.

Van Cleave, H. J. 1916. Acanthocephala of the genera *Centrorhynchus* and *Mediorhynchus* (new genus) from North American birds. *Transactions of the American microscopical Society*, **35**(4): 221-232.

Vicente, J.J., H.O. Rodrigues, D.C. Gomes, and R.M. Pinto 1991. Nematóides do Brasil 2ª Parte: Nematóides de Anfíbios. *Rev. Bras. Zool.* **7**: 549-626.

Vieira, W. L. S., Bezerra, D. M. M., Vieira, K. S., Gomes, G., Santana, P. F. G. P. M., and Alves, R. R. N. 2015. *Megascops choliba* (Strigiformes: Strigidae) predation on *Scinax x-signatus* (Anura: Hylidae) in the semiarid, Northeastern Brazil. *Herpetology Notes* **8**: 275-276.

Wallace, K. M., and Leslie, A. J. 2008. Diet of the Nile crocodile (*Crocodylus niloticus*) in the Okavango Delta, Botswana. *Journal of Herpetology*, **42**(2): 361-368.

Wickham, H. 2009. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag, New York.

Wilson, K., Bjornstad, O.N., Dobson, A.P., Merler, S., Pogliayen, G., Randolph, S.E., Read, A.F., and Skorpning, A. 2002. Heterogeneities in macroparasite infections: patterns and processes. *In The Ecology of Wildlife Diseases. Edited by P.J. Hudson, A. Rizzoli, B.T. Grenfell, H. Heesterbeek and A.P. Dobson.* Oxford Univeristy Press, Oxford. pp. 6-44.

Yamaguti, S. 1961. Systema helminthum. Volume III. The nematodes of vertebrates. Interscience Publishers, New York.

Yoder, H. R., and Coggins, J. R. 2007. Helminth communities in five species of sympatric amphibians from three adjacent ephemeral ponds in southeastern Wisconsin. *Journal of Parasitology* **93**(4): 755-760.

6. CONCLUSÃO

A Mata Atlântica possui uma alta diversidade de seres vivos, enquanto nosso conhecimento dessa diversidade ainda não alcançou seu limite; uma diversidade que pode estar escondida em forma de interações entre os organismos. Sendo assim, estudos como esse se tornam necessários para descrever a biodiversidade frequentemente escondida, como os organismos parasitas. Além de descritivo, este estudo ajuda no entendimento de diversas lacunas existentes no que diz respeito às lacunas que ainda permeiam a estrutura da comunidade dos helmintos de anuros.