



**UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI – URCA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA BIOLÓGICA – DQB**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOPROSPECÇÃO MOLECULAR**

**Da lama ao caos: qual a influência dos lixões na relação entre endoparasitas e o “sapo cururu,” *Rhinella jimi* (Stevaux, 2002)?**

**RIVANILDA GONÇALVES DUARTE**

**Crato – CE**

**2019**

**RIVANILDA GONÇALVES DUARTE**

**Da lama ao caos: qual a influência dos lixões na relação entre endoparasitos e o “sapo cururu,” *Rhinella jimi* (Stevaux, 2002)?**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Bioprospecção Molecular, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Bioprospecção Molecular.

**Orientador: Prof. Dr. Samuel Cardozo Ribeiro**

**Crato – CE**

**2019**

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade Regional do Cariri – URCA  
Bibliotecária: Ana Paula Saraiva CRB 3/1000

Duarte, Rivanilda Gonçalves.

D812d Da lama ao caos: qual a influência dos lixões na relação entre endoparasitas e o “sapo cururu,” *Rhinella jimi* (Stevaux, 2002)?/  
Rivanilda Gonçalves Duarte. – Crato-CE, 2019  
42p.; il.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em  
Bioprospecção Molecular da Universidade Regional do Cariri – URCA.  
Orientador: Prof. Dr. Samuel Cardozo Ribeiro

1. Anura, 2. Bufonidae, 3. Parasitismo, 4. Pentastomida, 5.  
Nematoda; I. Título.

CDD: 597.8

**RIVANILDA GONÇALVES DUARTE**

**Da Lama ao caos: qual a influência dos lixões na relação entre endoparasitos e o “sapo cururu,” *Rhinella jimi* (Stevaux, 2002)?**

Aprovada em 30/07/2019

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Bioprospecção Molecular, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Bioprospecção Molecular.

Banca Examinadora

---

**Prof. Dr. Samuel Cardozo Ribeiro (Orientador)**

Universidade Federal do Cariri– UFCA

---

**Prof. Dr. Waltécio de Oliveira Almeida (Membro interno)**

Universidade Regional do Cariri – URCA

---

**Prof. Dr. Felipe Silva Ferreira (Membro externo)**

Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF

---

**Prof. Dr. Francisco Assis Bezerra Cunha (Suplente)**

Universidade Regional do Cariri – URCA

## DEDICATÓRIA

*À minha mãe Maria Alves por nunca desistir de mim, sempre esteve ao meu lado mostrando que por mais difíceis que as coisas sejam, vale a pena insistir.*

## AGRADECIMENTOS

A Universidade Regional do Cariri que sempre me acolheu com muito carinho desde o início da minha jornada acadêmica.

A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap), pelo suporte, esse apoio foi extremamente importante para a realização deste trabalho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Samuel Cardozo Ribeiro, pelos ensinamentos, motivação, apoio científico e confiança.

Aos Professores: Dr. Felipe Silva Ferreira e Francisco Assis Bezerra Cunha, pela disponibilidade em compor minha banca de defesa.

Ao Prof. Dr. Waltécio de Oliveira Almeida, por me permitir fazer uso do laboratório de Zoologia, pois sem isso, a realização deste trabalho não teria sido possível, e também por aceitar compor a banca.

Ao Prof. Me. Diêgo Alves Teles, pela ajuda na identificação dos parasitas, pela amizade, ensinamentos e ajuda na realização deste trabalho.

Aos meus queridos amigos que encontrei na vida acadêmica e que levarei pra vida: Amanda Neto, Emerson Inácio, Igor de Souza, Èrica Gomes, Leonardo Moraes, Maria Fernanda, Elis Santana, Gustavo Gomes, Renata Pessoa, Thiago Andrade e Edna Marques por toda ajuda, trocas de conhecimentos, momentos de amizade e descontração. Sem vocês, esse caminho teria sido mais árduo.

A minha grande amiga Silvilene Matias (Silvis), que em momentos que mais precisei de ajuda, esteve fortemente presente não só com apoio moral, palavras de carinho e motivação, mas com presença física. Jamais esquecerei o que fizeste por mim.

Gratidão eterna ao meu querido amigo Kássio Castro Araújo, por toda sua dedicação, paciência, ensinamentos e motivação em seguir em frente nessa jornada.

A Monique Celião, uma amizade que surgiu na graduação e se tornou umas das pessoas mais importantes em minha vida, agradeço por todo amor e carinho com que tem tratado nossa amizade durante todos esses anos.

Aos meus amigos queridos e companheiros de mestrado: Nayane Kelly, Janaína Marques, Rosimara de Sales, Wegila Costa, Damares, Priscilla Fernandes Mikael Amaro, Carlito e Herivelto Oliveira pelas palavras de carinho e conforto, pelas conversas agradáveis, ensinamentos e ajuda. Vocês foram muito importantes nessa batalha até aqui.

Aos meus amigos Marcos Aurélio, Fernando e Marcio (os guardinhas), que sempre que precisei, estiveram dispostos a me ajudar, além das muitas conversas e ótimos conselhos.

Ao meu noivo Bruno Matheus pela amizade de sempre, motivação e momentos felizes, e por ter me ajudado muito nas coletas, principalmente em lugares de difícil acesso. Sem sua ajuda, eu não teria conseguido.

A minha cunhada Sayury de Melo que sempre esteve presente nos momentos difíceis e me animava quando eu precisava.

Aos meus pais, Maria Alves Gonçalves e Francisco Gonçalves Duarte, por sempre estar ao meu lado, e especialmente a minha mãe, mulher guerreira, admirável, de constante doçura, e que sempre foi meu alicerce, muito obrigada por ter feito de mim a pessoa que sou. A vocês, minha eterna gratidão e amor.

As minhas queridas e amadas irmãs, Ivânia, Rivânia e Rivanice, e ao meu amado irmão Ivonaldo pelo amor, compreensão, apoio e amizade, e ao meu eterno amado irmão Francinaldo (in memoriam), que sempre foi um anjo em minha vida, nunca o esquecerei. Sei que mesmo não estando perto, sempre torceram e torcem por mim.

E a Deus por nunca me abandonar ou desistir de mim, mesmo quando nem eu mesma acreditava ser capaz de seguir adiante.

.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	23
ABSTRACT .....	24
1 INTRODUÇÃO.....	12
2 MATERIAIS & MÉTODOS .....	14
2.1 Ocorrência do modelo de estudo. ....	14
2.2 Amostragem dos anuros.....	16
2.3 Desenho amostral.....	17
2.4 Análise de dados .....	17
2.5 Aspectos éticos .....	18
3 RESULTADOS .....	18
4 DISCUSSÃO .....	28
REFERÊNCIAS .....	33

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1-</b> Áreas onde os sapos <i>Rhinella jimi</i> foram coletados. CE (Ceará), PB (Paraíba) e PE (Pernambuco).....	15
<b>Figura 2-</b> <i>Rhinella jimi</i> (Stevaux, 2002).....	16
<b>Figura 3-</b> Endoparasitas encontrados nos tratos gastrointestinais de <i>Rhinella jimi</i> coletados no interior dos lixões e nas áreas naturais das cidades do centro sul do estado do Ceará: A- <i>Aplectana membranosa</i> (região anterior); B- <i>Cosmocercidae</i> (região posterior); C- <i>Falcastra mascula</i> (região anterior) ); D- <i>Ochoterenella convoluta</i> (região posterior).....	23
<b>Figura 4-</b> Endoparasitas encontrados nos tratos gastrointestinais de <i>Rhinella jimi</i> coletados no interior dos lixões e nas áreas naturais das cidades do centro sul do Ceará: E- <i>Oswaldocruzia mazzai</i> (região posterior); F- <i>Oswaldocruzia</i> sp. (região anterior); G- <i>Parapharyngodon</i> sp. (região anterior); H- <i>Physaloptera</i> sp. (região anterior).....	24
<b>Figura 5-</b> Endoparasitas encontrados nos tratos gastrointestinais de <i>Rhinella jimi</i> coletados no interior dos lixões e nas áreas naturais das cidades do centro sul do Ceará: I- <i>Raillietiella mottae</i> (região anterior); J- <i>Rhabdias breviensis</i> (região anterior); K- <i>Rhabdias pseudosphaerocephala</i> (região anterior); L- <i>Rhabdias</i> sp. (região anterior).....	25
<b>Figura 6-</b> Diagrama de ordenação mostrando o resultado da Análise de Componentes Principais para dados de morfologia externa de <i>Rhinella jimi</i> . Cores indicam o tipo de ambiente e siglas o ID do indivíduo coletado.....	26
<b>Figura 7-</b> Diagrama de ordenação mostrando o resultado da Análise de Componentes Principais para dados de composição de espécies de parasitas em <i>Rhinella jimi</i> . Dados de composição foram transformados com distância de Hellinger antes de realizar a PCA.....	27

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1-</b> Composição dos endoparasitos, taxas de infecção: Prevalência (P%), Intensidade de infecção/ Desvio padrão ( $I \pm DV$ ) para cada área (natural/lixão).....	20
<b>Tabela 2-</b> (P%) Prevalências de hospedeiros infectados pelas espécies de parasitas, ( $IM \pm DV$ ) Intensidade média de infecção/ Desvio padrão, (R) Riqueza, em cada ponto de coleta.....	20
<b>Tabela 3-</b> Composição dos endoparasitas, taxas de infecção: Prevalência (P%), Intensidade média de infecção/ Desvio padrão ( $IM \pm DV$ ), sítios de infecção (SI), para a espécie em cada ponto de coleta.....	21
<b>Tabela 4-</b> Resultados da Análise de Variância Multivariada por Permutação (Permanova) em blocos para testar diferença na morfologia externa de <i>Rhinella jimi</i> entre tipos de área.....	26
<b>Tabela 5-</b> Resultados da Análise de Variância Multivariada por Permutação (Permanova) em blocos para testar diferença na composição de espécies de parasitas em <i>Rhinella jimi</i> entre tipos de área.....	27
<b>Tabela 6-</b> Resultados do modelo linear generalizado de efeito misto para diferença de riqueza entre tipos de ambiente.....	28
<b>Tabela 7-</b> Resultados do modelo linear generalizado de efeito misto para diferença de abundância entre tipos de ambiente.....	28

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

AC- Altura da cabeça

ACO - Altura do corpo

CRC- Comprimento- Rostro- Cloacal

CEUA - Comitê de ética no uso de animais

LC - Largura da cabeça

LCO - Largura do corpo

CMA - Comprimento dos membros anteriores

CMP - Comprimento dos membros posteriores

LAZ- Laboratório de Zoologia

## RESUMO

Estudar os diversos aspectos da fauna parasitária de hospedeiros anfíbios em habitats alterados pela ação antrópica, comparando com o ambiente natural, podem fornecer dados importantes sobre o papel da qualidade do ambiente nas relações entre parasitos e hospedeiros. No presente estudo foram investigadas e comparadas a composição e a estrutura da comunidade parasitária do “sapo cururu” *Rhinella jimi* (Bufonidae), coletados em ambientes naturais e residentes no interior de lixões, para identificar o papel dos lixões na dinâmica da relação parasito-hospedeiro no nordeste do Brasil. Foram coletados 210 espécimes em 10 cidades do interior do Ceará, em áreas naturais e de lixões. Aproximadamente 81% dos 210 anuros analisados estavam infectados por algum tipo de endoparasito. O total de 4.922 espécimes de endoparasitos foram encontrados. Nos ambientes naturais foram coletados 2.620 endoparasitos (prevalência de 91.3% e intensidade média de infecção de  $29.58 \pm 25$ ). Nos lixões foram encontrados 2.302 endoparasitos (prevalência de 70.08% e intensidade média de infecção de  $28.16 \pm 14$ ). Considerando ambos os ambientes, foram encontradas no presente estudo 13 espécies de Nematoda: *Aplectana membranosa*, *Cosmocercidae* sp., *Falcaustra mascula*, Larvas de *Oswaldocruzia* sp., Larvas de *Physaloptera* sp., *Ochoterenella convoluta*, *Oswaldocruzia mazzai*, *Oswaldocruzia* sp., *Parapharyngodon* sp., *Physaloptera* sp., *Rhabdias breviensis*, *Rhabdias pseudosphaerocephala*, *Rhabdias fuelleborni* e uma espécie de Pentastomida, *Raillietiella mottae*, que é o primeiro registro para anfíbios da América do Sul. A comunidade parasitária associada aos anuros dos lixões não mostrou diferenças significativas dos descritores ecológicos em relação às encontradas nas áreas naturais, indicando uma tolerância significativa dos parasitas submetidos a esses ambientes degradados e com solo contaminado, onde o hospedeiro também reside, suportando tais condições.

**Palavras chave:** Anura, Bufonidae, Parasitismo, Pentastomida, Nematoda, Antropização.

## ABSTRACT

Studying the various aspects of parasitic fauna of amphibian hosts in habitats altered by anthropic action, comparing with the natural environment, can provide important data on the role of environmental quality in the relationships between parasites and hosts. In this study, the composition and structure of the parasitic community of the "toad cururu" *Rhinella jimi* (Bufonidae) collected in natural environments and residing in the interior of the dumps were investigated and compared to identify the role of the dumps in the dynamics of the parasite-host relationship in the northeast of Brazil. A total of 210 species were collected in 10 cities in the interior of Ceará, each one of which collected about 10 specimens in the interior of the dumps and the same number in a natural area. Approximately 81% of the 210 toads analyzed were infected by some type of endoparasite. In total, 4,922 specimens of endoparasites were found. In natural environments, 2,620 endoparasites (91.3% prevalence) and mean infection intensity of  $29.58 \pm 25$  were collected. In the dumps, a total of 2,302 (prevalence of 70.08%) and a mean infection intensity of  $28.16 \pm 14$  were found. Considering both environments, were found in the present study 13 species of Nematoda: *Aplectana membranosa*, *Cosmocercidae* sp., *Falcaustra mascula*, Larvae of *Oswaldocruzia* sp., Larvae of *Physaloptera* sp., *Ochoterenella convoluta*, *Oswaldocruzia mazzai*, *Oswaldocruzia* sp., *Parapharyngodon* sp., *Physaloptera* sp., *Rhabdias breviensis*, *Rhabdias pseudosphaerocephala*, *Rhabdias fueleborni* and a species of Pentastomidae: *Raillietiella mottae* which is the first record for amphibians in South America. The parasitic community associated with the anurans of the dykes did not show significant differences of the ecological descriptors in relation to those found in the natural areas, indicating a significant tolerance of the submitted parasites to these degraded environments and with contaminated soil, where the host also resides, supporting such conditions.

**Key words:** Anura, Bufonidae, Parasitism, Pentastomida, Nematoda, Anthropisation.

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas duas décadas, houve um crescente número de estudos dedicados a compreender a importância ecológica de parasitos e patógenos nos ecossistemas (Poulin, 1999; Thomas et al., 2005; Hudson et al., 2006). O conhecimento acerca da fauna de uma determinada região é um requisito importante para o manejo sustentável, podendo prevenir ações que venham alterar habitats com espécies endêmicas, raras ou ameaçadas (Puorto et al., 2000). Isso inclui todos os táxons animais, inclusive suas relações com o meio, e suas zoonoses, tal como seus parasitos. Anfíbios são considerados importantes indicadores da conservação ambiental, devido as específicas características morfológicas e fisiológicas, que os tornam sensíveis a alterações ambientais, e interessantes modelos para estudos científicos (Heyer et al., 1994), incluindo estudos com parasitos (Aho, 1990).

Os anfíbios anuros totalizam 8.049 espécies descritas no mundo (Frost, 2019) e o Brasil abriga a maior riqueza, com de 1.136 espécies registradas até o ano de 2019 (Segalla et al., 2019). Esses animais são considerados importantes organismos no contexto da biodiversidade (Marcogliese, 2004). No entanto, o conhecimento sobre os endoparasitos associados a essa classe é restrito quando comparados a outros grupos de vertebrados, como aves e mamíferos (e.g. Barton, 1999; Perez-Ponce de León et al., 2002; Anjos, 2011). Principalmente em regiões do semiárido nordestino, onde ainda existem lacunas de informações acerca das relações entre endoparasitos associados a anfíbios anuros apesar do crescente e recente número de estudos na região (e.g. Nascimento et al., 2012; Teles et al., 2014, 2015; 2017, 2018; Araujo-Filho et al., 2015; Lins et al., 2017; Morais et al., 2017; Alcantara et al., 2018; Silva et al., 2018; Oliveira et al., 2019).

Os anuros da família Bufonidae totalizam 612 espécies, incluindo o gênero *Rhinella*, que é composto por 94 espécies (Frost, 2019). Dentre os Bufonidae, *Rhinella jimi* (Stevaux, 2002) (figura 2), é conhecida popularmente como "sapo cururu", estes animais possuem ampla distribuição, incluindo regiões de Caatinga, no nordeste brasileiro (Borges-Nojosa & Santos, 2005). Conhecido por sua voracidade alimentar e pela dieta especialmente insetívora, podendo também se alimentar de outros invertebrados e pequenos vertebrados (Gouveia et al., 2009; Chaves et al., 2012). Considerado um animal generalista e oportunista este, geralmente, usa uma estratégia de forrageador senta-e-espera (Moreira & Barreto, 1996). Apesar de ser um anuro abundante e comum em áreas de Caatinga, há registros de apenas seis espécies de

parasitos helmintos infectando *R. jimi*, sendo quatro Nematoda: *Aplectana membranosa* (Schneider, 1866), *Oswaldocruzia subauricularis* (Rudolphi, 1819), *Rhabdias fuelleborni* (Travassos, 1926) e *Rhabdias sphaerocephala* (Goodey, 1924) um Cestoda: *Cylindrotaenia americana* (Jewell, 1916), e um Trematoda: *Gorgoderina rochalimae* (Dobin Jr., 1957) (Madelaire, 2012; Campião et al. 2014).

Parasitos exercem um papel importante nas comunidades biológicas, na manutenção da biodiversidade e raramente são incluídos em trabalhos com enfoque na diversidade de ecossistemas (Sukhdeo, 2010) e mesmo sua riqueza é desconhecida, consistindo numa “diversidade oculta” (Poulin, 1999). Estes, além sofrerem influência do ambiente, ainda são prejudicados devido ao desgaste energético de seu hospedeiro (Gibb & Hochuli, 2002; Laurance et al., 2002), e também podem atuar como reguladores da população hospedeira (Poulin, 1999), bem como podem ser usados para inferir sobre degradação ambiental, declínio de espécies e doenças emergentes (Marcogliese, 2004; Poulin & Mouritsen, 2006).

A ação humana tem afetado o meio natural e seus distintos ecossistemas, e entre alguns dos agentes que atuam nesses distúrbios ambientais estão a alteração dos habitats e a poluição, sendo ambas capazes de atuar de diferentes maneiras sobre o efeito da disseminação de doenças e parasitos (Lafferti & Kuris, 2005). A importância das condições ambientais utilizando o parasito como indicador da qualidade ambiental vem sendo constantemente estudada na última década (e.g. Gibb & Hochuli, 2002; Laurance et al., 2002; Hamann et al. 2006b; McKenzie, 2007). Portanto, através da comunidade componente de helmintos podemos entender a dinâmica entre parasito, hospedeiro e ambiente (Poulin, 2007).

A poluição interage com o parasitismo de complexas maneiras, tornando difícil uma generalização acerca dos seus efeitos nos parasitos. Produtos químicos tóxicos têm um efeito negativo consistente sobre os helmintos (Lafferty, 1997). Por exemplo, o selênio é mais tóxico para vermes do que para os seus hospedeiros peixes (Riggs et al., 1987). Assim, estágios de vida livre de alguns parasitos podem ser particularmente sensíveis a certas toxinas (Evans, 1982). Um bom exemplo, no oposto, para uma ligação entre a poluição e o aumento de doença infecciosa seja de ciliados branquiais parasitos e monogeneas de peixes (Khan & Thulin, 1991). Isto parece ser devido a um aumento na suscetibilidade do hospedeiro, e assim, esses parasitos devem aumentar em ambientes com ampla gama de poluentes (Lafferty, 1997).

No Brasil, principalmente na região nordeste, os resíduos sólidos produzidos nos centros urbanos são descartados em áreas naturais transformadas em lixões (Azevedo et al., 2015). Mesmo com essa prática proibida por lei desde 2014 (Brasil, Lei nº 12.305 de 02 de Agosto de 2010). Nesses locais, podem estar presentes resíduos domésticos e comerciais, assim como lixo industrial e hospitalar, constituindo uma mistura de diferentes substâncias. Esses resíduos podem afetar a qualidade do solo, da água e do ar, por serem fontes de compostos orgânicos voláteis, pesticidas, solventes, metais pesados entre outros. A decomposição dessa matéria orgânica resulta na formação do chorume, que pode contaminar o solo e as águas subterrâneas (Giusti, 2009). O resultado desse conjunto de impactos gera a degradação do ambiente, que diminui ou impede a capacidade dos recursos ambientais de restabelecerem naturalmente, alterando significativamente esses ambientes. Ainda, essas áreas criam condições favoráveis (habitats) à proliferação de diversos animais oportunistas, tais como moscas, baratas, ratos, mosquitos entre outros, que se multiplicam rapidamente em decorrência da grande quantidade de alimento e da facilidade de abrigo (Azevedo et al., 2015). Nesse sentido, atraído pela alta demanda de alimento, outras espécies também ocupam esses ambientes, incluindo *R. jimi*, encontrado comumente no interior de lixões.

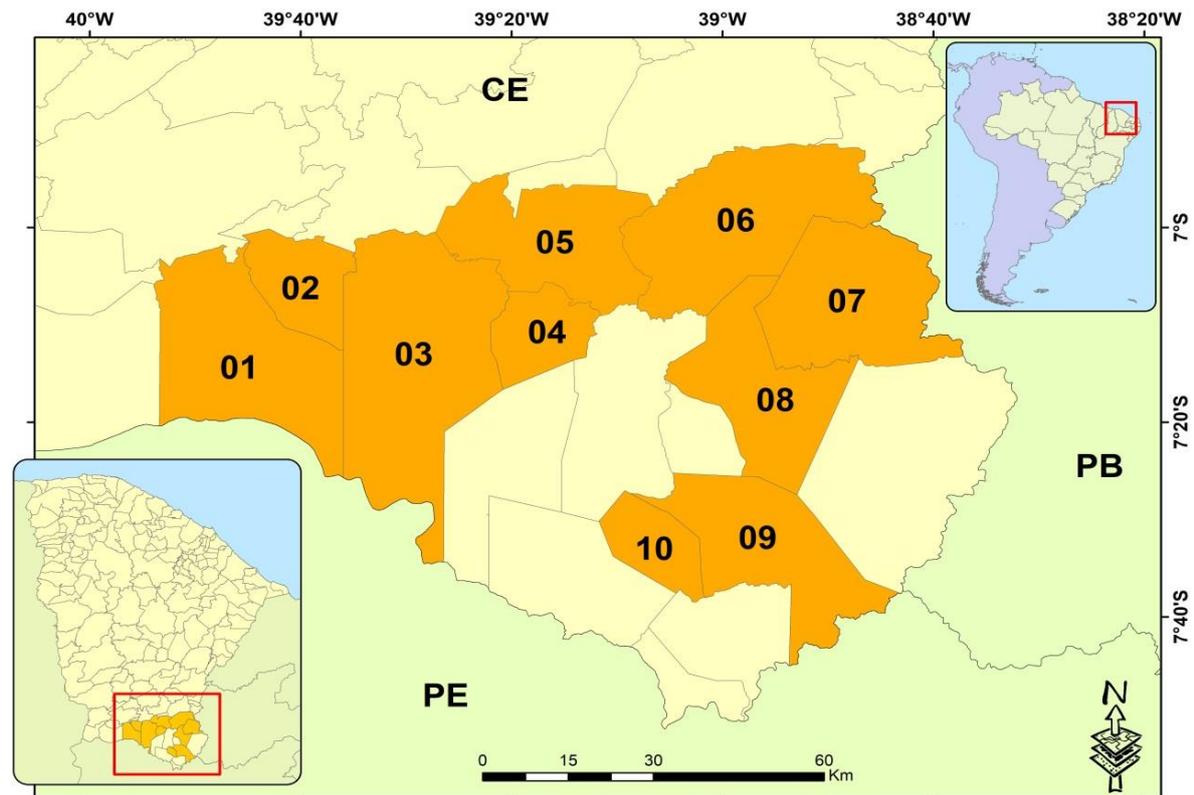
Portanto, o presente estudo se propôs investigar a dinâmica de interações entre endoparasitos associados à *Rhinella jimi* em ambientes naturais e de lixões presentes na região sul do estado do Ceará, Nordeste do Brasil.

## 2 MATERIAIS & MÉTODOS

### 2.1 Ocorrência do modelo de estudo

A coleta de anfíbios anuros ocorreu em 10 cidades localizadas na região centro sul do estado do Ceará (Figura 01), identificadas como possuindo lixões ou aterros com lixo exposto, foram elas: Crato: área do lixão (7°10'49.23"S; 39°24'12.03" W), área natural (7°13'2.27"S; 39°28'16.50" W) Juazeiro do Norte: área do lixão (7°9'17.28"S; 39°18'44.96" W), área natural (7°11'52.88"S; 39°21'46.83" W), Caririaguçu: área do lixão (7°3'12.37"S; 39°16'58.86" W), área natural (7°1'47.78"S; 39°17'24.99" W), Milagres: área do lixão (7°17'429"S; 38°56'238" W), área natural (7°19'34.27"S; 38°56'19.18"W), Barro: área do lixão (7°12'12.20"S; 38°47'51.53" W), área natural (7°8'7.73"S; 38°47'56.79"W) Aurora: área do lixão (6°55'56.12"S; 38°56'8.11" W), área natural (6°52'43.02"S; 38°53'16.86" W), Santana do Cariri: área do lixão (7°10'8.14"S; 39°45'39.74"W), área natural (7°12'19.39"S;

39°43'33.20" W) Nova Olinda: área do lixo (7°5'23.06"S; 39°40'9.26"W), área natural (7°5'1.18"S; 39°40'33.93"W) Brejo Santo: área do lixo (7°28'801.38"S; 57°39'33.08"W), área natural (7°29'45.46"S; 38°58'25.24" W) e Porteiras: área do lixo (7°31'59.67"S; 39°7'25.57" W), área natural (7°32'59.45"S; 39°6'37.05" W). Em cada uma destas cidades, os anfíbios anuros foram coletados em dois ambientes distintos: no interior dos lixões e em áreas naturais (sítios, brejos, zonas rurais). Essas cidades estão localizadas na região Centro Sul do Ceará, e de uma maneira geral apresentam características de solo aluviais, areias quartzosas distróficas, latossolo vermelho-amarelo, sedimentar, litólicos, podzólico vermelho-amarelo, terra roxa estruturada similar e vertissolo. A vegetação nas áreas naturais são na maioria secundárias, por se tratar de locais próximos as cidades, o que os torna ambientes com algum grau de antropização, e estão inseridas nos domínios de Caatinga. O clima é tropical quente semiárido ou brando, tropical quente sub úmido, com chuvas concentradas entre janeiro e maio (IPECE, 2015, 2016, 2017, 2018).



#### Legenda

**Municípios**

02 Nova Olinda	04 Juazeiro do Norte	06 Aurora	08 milagres	10 Porteiras
01 Santana do Cariri	03 Crato	05 caririáçu	07 Barro	09 Brejo Santo

**Figura 1.** Áreas onde os sapos *Rhinella jimi* foram coletados. CE (Ceará), PB (Paraíba) e PE (Pernambuco).

## 2.2 Amostragem dos anuros

Os espécimes de *R. jimi* (figura 2), foram coletados entre os meses de janeiro a maio de 2018 com licença de coleta emitida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio/SISBio, licença N<sup>o</sup>: 61743-1) e Comitê de ética no uso de animais – CEUA/UFCA (número: 006/2018). Em cada município foi coletado um número máximo de 15 espécimes em cada ambiente. Os anuros foram capturados manualmente, e em seguida levados em sacos plásticos até o laboratório, onde foram pesados em balança digital, eutanaziados com uma injeção letal de cloridrato de lidocaína a 2%, medidos com paquímetro digital (precisão 0,01mm), e retiradas as seguintes medidas clássicas: comprimento rostro-cloacal (CRC), altura e largura da cabeça (AC, LC) e do corpo (ACO, LCO), comprimento dos membros anteriores e posteriores (CMA, CMP). O sexo dos espécimes foi determinado através da análise das gônadas durante o processo de dissecação. Posteriormente, os sapos foram dissecados e analisados sob lupa estereoscópica, com o auxílio de bisturis, pinças e pincéis, checando-se todos os órgãos internos e cavidades.



**Figura 2.** *Rhinella jimi* (Stevaux, 2002)/Foto: Oliveira, H. F.

Os espécimes de endoparasitas encontrados foram contabilizados e acondicionados em frascos de vidro contendo álcool 70%. Os nematoides encontrados foram clarificados em

lâminas temporárias feitas com a utilização do meio Hoyer de acordo com as técnicas descritas por Everhart, (1957), e analisados sob um microscópio óptico (Zeiss Axio Imager. M2) para identificação. Os Pentastomídeos foram identificados com base nas dimensões dos ganchos e tamanho corporal (Ali et al., 1985; Almeida et al., 2008a).

Após a identificação, os índices parasitológicos prevalência (número de hospedeiros infectados com um ou mais indivíduos de uma determinada espécie de parasita), intensidade média (intensidade média de uma espécie específica de parasita entre os membros infectados de uma determinada espécie hospedeira) e abundância média (número total de indivíduos de uma espécie de parasita particular em uma amostra de um hospedeiro particular dividido pelo número total de hospedeiros da espécie examinada) foram analisados conforme as indicações de Bush et al. (1997). A riqueza média de espécies de helmintos foi calculada com o número de espécies de parasitas dividido pelo número de hospedeiros infectados.

### **2.3 Desenho amostral**

Para as análises subsequentes consideramos cada cidade como um bloco tendo os dois níveis do fator Ambiente: lixão e área preservada.

### **2.4 Análise de dados**

Para visualizar os dados e averiguar se os hospedeiros eram diferentes morfologicamente, realizamos uma Análise de Componentes Principais (PCA) exploratória com dados morfológicos de distâncias lineares. A PCA foi feita tanto considerando como não considerando tamanho do corpo (CRC), para evitar viés de relações alométricas das distâncias lineares. Se houver diferença fenotípica nos hospedeiros isso poderia influenciar as análises subsequentes. Em seguida, realizamos uma Análise de Variância Multivariada por Permutação (Permanova) em blocos para confirmar se existe diferença na morfologia de *R. jimi* entre lixões e áreas naturais. O coeficiente de distância utilizado foi Distância Euclidiana.

Para testar se existe diferença na composição de espécies de parasitos entre lixões e áreas naturais, utilizamos uma PERMANOVA em blocos com distância de Bray-Curtis.

Para as análises exploratória de dados, construímos histogramas para cada variável resposta e testamos se havia autocorrelação espacial tanto na abundância quanto na riqueza (Apêndice 1) utilizando um correlograma com *I* de Moran. Nenhuma variável exibiu autocorrelação significativa em nenhuma classe de distância. *I* de Moran variou entre -0.006 a 0.017.

Para testar se existe diferença na riqueza (variável resposta contagem) e abundância total (variável resposta contagem) de parasitos entre ambientes (variável preditora fator com dois níveis: lixões e áreas naturais) utilizamos um Modelo Linear Generalizado de Efeito Misto incluindo um intercepto para bloco (cidade) como efeito aleatório. Para riqueza, construímos modelos com a distribuição de Poisson, Binomial Negativa, e binomial com zero inflado. Para abundância, utilizamos a distribuição de Poisson, Binomial Negativa, e binomial truncada. Análise foi feita no pacote lme4 do software R. Então, comparamos os modelos construídos com várias distribuições de probabilidade para cada variável resposta utilizando o Akaike Information Criterion ajustado para poucas amostras (AICc). Análise foi feita no pacote bbmle e MuMIn do software R. Para riqueza, o modelo que melhor se ajustou aos dados foi o com distribuição binomial (Akaike weight = 0.74; delta AIC > 2). Para abundância, a distribuição que melhor se ajustou aos dados foi a binomial truncada (Akaike weight = 1; delta AIC > 406.5). Em seguida, realizamos a diagnose visual dos resíduos dos melhores modelos utilizando o pacote sjPlot. Resíduos mostraram distribuição normal e homogeneidade de variância.

## 2.5 Aspectos éticos

Todos os procedimentos do projeto seguiram os conselhos éticos providenciados pela American Society of Ichthyologists and Herpetologists (ASIH), Society for the Study of Amphibians and Reptiles e Conselho Brasileiro de Biologia (CBO). Foi solicitado o parecer do Comitê de Ética Institucional: Comitê de ética no uso de animais – CEUA, da Universidade Federal do Cariri – UFCA, e aprovado com o número de protocolo: 006/2018, o qual é credenciado pela comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP).

## 3 RESULTADOS

Foram coletados 210 espécimes de *Rhinella jimi*, representados por 92 fêmeas adultas (CRC=161,25 ± 20,85), 96 machos adultos (CRC=144,63 ± 29,93) e 22 juvenis (CRC= 83,31 ± 15,27). Dos 210 espécimes de *R. jimi* examinados, 170 estavam parasitados (prevalência total de 81%). O total de 4.922 espécimes de endoparasitas foram encontrados, o que representa uma intensidade média de infecção geral de 28,95 ± 20,00. A riqueza média foi de 4,3 ± 1,45 espécies.

Foram encontrados 2.620 endoparasitos associados a *R. jimi* nos ambientes naturais (prevalência de 91.3%, e intensidade média de infecção de 29.58 ± 25). Nas áreas de lixões,

foram coletados 2.302 endoparasitas (prevalência de 70.08% e intensidade média de infecção de  $28.16 \pm 14$ ).

A riqueza de táxon na comunidade componente dos dois ambientes compreendeu 13 espécies de Nematoda. A espécie de endoparasito mais comum entre as populações de anuros estudados para cada área foi *Rhabdias fuelleborni* encontrada em todos os anuros parasitados na amostra geral, obtendo a maior prevalência nas áreas preservadas e nos lixões (Tabela 1), assim como também representou maior abundância ( $n = 3.651$ ), seguido por *Oswaldocruzia mazzai* com um número total de 558 parasitas, *Physaloptera* sp. com 248 parasitas, *Rhabdias pseudosphaerocephala* ( $n = 174$ ); *Oswaldocruzia* sp. ( $n = 150$ ); *Parapharyngodon* sp. ( $n = 21$ ); Larvas de *Oswaldocruzia* sp. ( $n = 19$ ); *Ochoterenella convoluta* ( $n = 19$ ); Nematodas não identificados da família Cosmocercidae ( $n = 16$ ); *Rhabdias breviensis* ( $n = 14$ ); *Aplectana membranosa* ( $n = 10$ ); *Falcaustra mascula* ( $n = 4$ ) e Larvas de *Physaloptera* sp. ( $n = 1$ ) e uma espécie de Pentastomida *Raillietiella mottae* ( $n = 6$ ) (Figura 3 e 4).

Para cada cidade da amostra os índices parasitológicos foram realizados, onde encontramos 100% de prevalência nas áreas naturais dos municípios de Barro, Crato, Juazeiro do Norte, e Milagres. Enquanto que a área de lixão do município de Milagres possuiu maior prevalência com 92.3% (Tabela 2). E as espécies *Rhabdias fuelleborni* e *Oswaldocruzia mazzai* apresentaram as maiores prevalências em todas as cidades de coletas (Tabela 3).

A riqueza geral ( $4,3 \pm 1,45$ ), em comparação as riquezas encontradas nos ambientes naturais ( $5,4 \pm 1,78$ ) e lixões ( $4,1 \pm 1,80$ ), não são diferentes significativamente e as prevalências se mostraram bem próximas (81%), (91.3%) e (70.8%) respectivamente. Não houve variação significativa dos endoparasitos em função do nível de degradação ambiental ( $P = 0.55$ ).

**Tabela 1-** Composição dos endoparasitos, taxas de infecção: Prevalência (P%), Intensidade de infecção/ Desvio padrão (I ± DV) para cada área (natural/lixão).

Parasitas	Área natural		Lixão	
	(%)	(I)	(%)	(I)
Nematoda				
<i>Aplectana membranosa</i> .	-	-	2.8	3.3 ± 3.0
<i>Cosmocercidae</i> sp.	1.9	3.50 ± 3.5	1.9	4.5 ± 4.5
<i>Falcaustra mascula</i>			0.9	4.0 ± 4.0
Larva de <i>Oswaldocruzia</i> sp.	1.0	19.0 ± 19.0	-	-
Larva de <i>Physaloptera</i> sp.	-	-	0.9	1.0 ± 1.0
Nemátoda não identificado	2.9	1.6 ± 1.0	-	
<i>Ochoterenella convoluta</i>	2.9	5.3 ± 6.0	1.9	1.5 ± 1.5
<i>Oswaldocruzia mazzai</i>	25.0	10.0 ± 7.0	12.3	17.4 ± 7.0
<i>Owaldocruzia</i> sp.	17.3	6.8 ± 3.5	2.8	3.0 ± 2.0
<i>Parapharyngodon</i> sp.	2.9	4.6 ± 3.0	2.8	2.3 ± 2.0
<i>Physaloptera</i> sp.	16.3	11.1 ± 3.0	11.3	3.5 ± 3.0
<i>Rhabdias breviensis</i>	-	-	0.9	14.0 ± 14.0
<i>Rhabdias pseudosphaerocephala</i>	4.8	29.0 ± 24.0	1.9	14.5 ± 14.5
<i>Rhabdias fuelleborni</i>	71.2	23.8 ± 14.5	58.5	26.0 ± 10.5
Pentastomida				
<i>Raillietiella mottae</i>	-	-	0.9	6.0 ± 6.0

**Tabela 2-** (P%) Prevalências de hospedeiros infectados pelas espécies de parasitas, (IM ± DV) Intensidade média de infecção/ Desvio padrão, (R) Riqueza, em cada ponto de coleta.

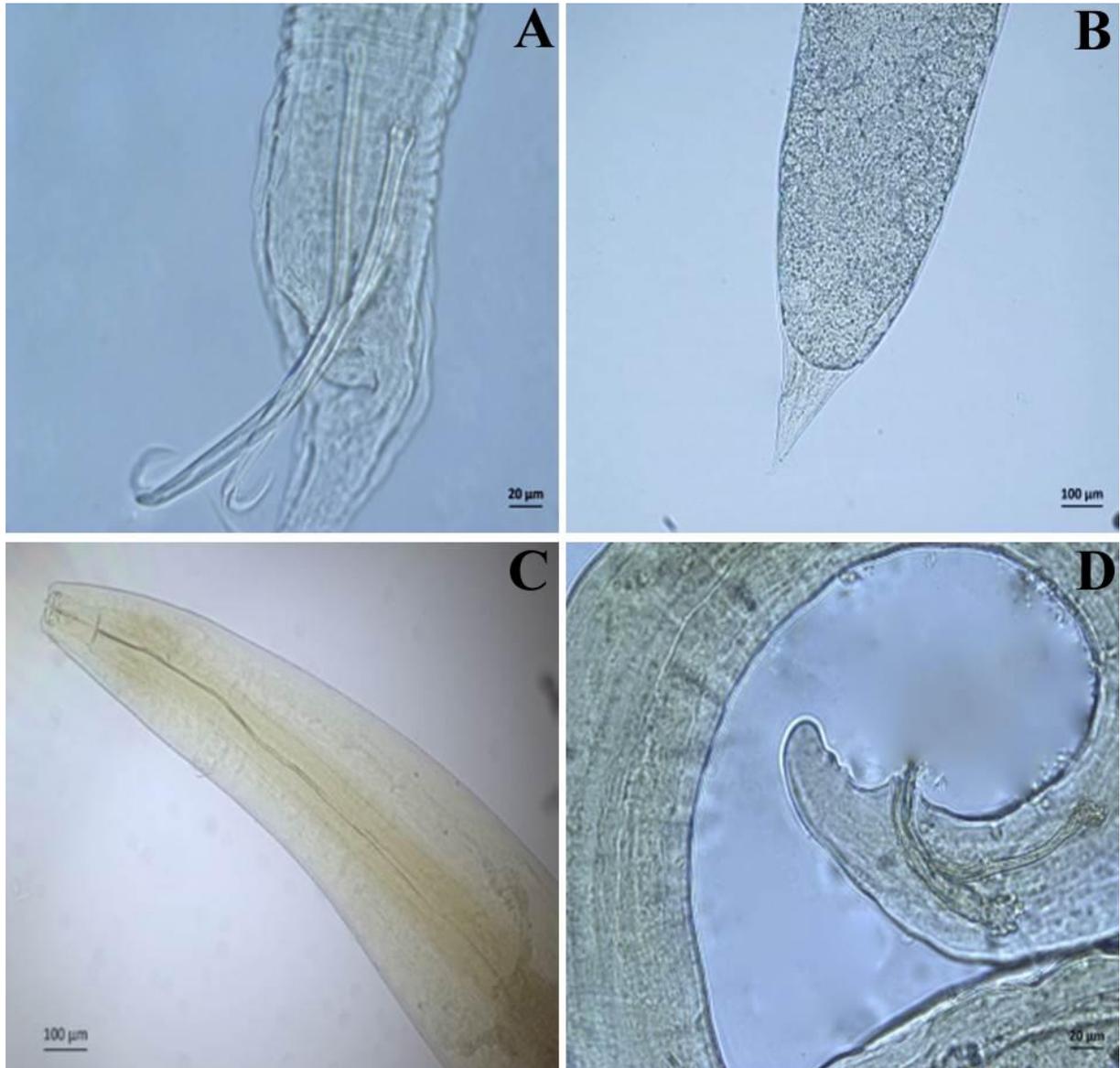
Cidades	Área natural			Lixão		
	(P%)	(IMI)	(R)	(P%)	(IMI)	(R)
Santana do cariri	77.8	37.5 ± 33	2	80	47.8 ± 22.5	3
Nova Olinda	90.9	19.6 ± 14	5	70	41.8 ± 28	6
Crato	100	41.1 ± 38	6	81.8	30.5 ± 30	2
Juazeiro do Norte	100	19.9 ± 19	6	76.9	30.8 ± 9	6
Caririaçu	91.7	38.4 ± 25	5	22.2	10.5 ± 10.5	2
Barro	100	38.7 ± 25.5	4	50	47.4 ± 47	5
Aurora	90	21.4 ± 20	5	50	17.4 ± 13	4
Milagres	100	39.4 ± 38	4	92.3	25.1 ± 6.5	6
Brejo Santo	80	15.5 ± 8.5	4	80	11.2 ± 7.5	2
Porteiras	87,5	21.2 ± 15	4	90	14.1 ± 9	5

**Tabela 3-** Composição dos endoparasitas, taxas de infecção: Prevalência (P%), Intensidade média de infecção/ Desvio padrão (IM  $\pm$  DV), sítios de infecção (SI), para a espécie em cada ponto de coleta.

Cidades	Parasitas	Área natural		(SI)	Lixão		(SI)
		(%)	(IMI)		(%)	(IMI)	
Santana do cariri	<i>Cosmocercidae.</i>	-	-	-	10	8.0 $\pm$ 8.0	IG
	<i>Oswaldocruzia mazzai</i>	-	-	-	10	7.0 $\pm$ 7.0	IG
	<i>Rhabdias pseudosphaerocephala</i>	11.1	59.0 $\pm$ 59	P	-	-	-
	<i>Rhabdias fuelleborni</i>	66.7	34.0 $\pm$ 30.5	P	70	52.2 $\pm$ 2.0	P
Nova Olinda	<i>Aplectana membranosa</i>	-	-	-	20	4.5 $\pm$ 4.5	IG
	<i>Oswaldocruzia mazzai</i>	18.2	4.0 $\pm$ 4.0	ID	20	10.0 $\pm$ 10	ID; IG
	<i>Oswaldocruzia sp.</i>	9.1	1.0 $\pm$ 1.0	ID	10	1.0 $\pm$ 1.0	ID
	<i>Parapharyngodon sp.</i>	9.1	3.0 $\pm$ 3.0	IG	10	1.0 $\pm$ 1.0	IG
	<i>Physaloptera sp.</i>	27.3	11.0 $\pm$ 3.0	IG; E	20	4.5 $\pm$ 4.5	
	<i>Rhabdias fuelleborni</i>	81.8	12.3 $\pm$ 8.0	P	60	40.8 $\pm$ 19	P
Crato	<i>Cosmocercidae sp.</i>	10.0	3.0 $\pm$ 3.0	ID	-	-	-
	<i>Oswaldocruzia mazzai</i>	30.0	16.0 $\pm$ 8.0	E; ID; IG	-	-	-
	<i>Oswaldocruzia sp.</i>	20.0	10.0 $\pm$ 10.0	ID; IG	-	-	-
	<i>Parapharyngodon sp.</i>	10.0	8.0 $\pm$ 8.0	IG	-	-	-
	<i>Rhabdias pseudosphaerocephala</i>	10.0	44.0 $\pm$ 44.0	P	9.1	9.0 $\pm$ 9.0	P
	<i>Rhabdias fuelleborni</i>	70.0	36.5 $\pm$ 35.0	P	72.7	32.8 $\pm$ 34	E; P
Juazeiro do Norte	<i>Aplectana membranosa</i>				7.7	1.0 $\pm$ 1.0	IG
	<i>Cosmocercidae sp.</i>	7.7	1.0 $\pm$ 1.0	IG	10	4.0 $\pm$ 4.0	IG
	<i>Oswaldocruzia mazzai</i>	15.4	13.5 $\pm$ 13.5	ID; IG	30	6.3 $\pm$ 6.0	ID; IG
	<i>Oswaldocruzia sp.</i>	7.7	7.0 $\pm$ 7.0	IG	7.7	7.0 $\pm$ 7.0	ID; IG
	<i>Parapharyngodon sp.</i>	-	-	-	7.7	4.0 $\pm$ 4.0	IG
	<i>Physaloptera sp.</i>	40	4.2 $\pm$ 3.5	E	-	-	-
	<i>Rhabdias pseudosphaerocephala</i>	-	-	-	20	13 $\pm$ 13	P
	<i>Rhabdias fuelleborni</i>	61.5	33.5 $\pm$ 4.5	P	70	15.5 $\pm$ 7.0	P
Caririaçu	<i>Oswaldocruzia mazzai</i>	25	6.6 $\pm$ 6.0	IG	-	-	-
	<i>Oswaldocruzia sp.</i>	8.3	3.0 $\pm$ 3.0	ID	-	-	-
	<i>Parapharyngodon sp.</i>	8.3	3.0 $\pm$ 3.0	IG	-	-	-
	<i>Rhabdias pseudosphaerocephala</i>	-	-	-	11.1	20.0 $\pm$ 20	P
	<i>Rhabdias fuelleborni</i>	83.3	39.7 $\pm$ 23.5	E; P	11.1	1.0 $\pm$ 1.0	P

Cidades	Parasitas	Área natural		(SI)	Lixão		(SI)
		(%)	(IMI)		(%)	(IMI)	
Barro	<i>Oswaldocruzia mazzai</i>	60	18.3 ± 14.5	ID; IG	20	5.0 ± 5.0	IG
	<i>Oswaldocruzia</i> sp.	50	7.20 ± 2.0	IG	10	6.0 ± 6.0	ID
	<i>Physaloptera</i> sp.	30	33.3 ± 2.0	E	10.	1.0 ± 1.0	E
	<i>Rhabdias breviensis</i>	-	-	-	10	14 ± 14	P
	<i>Rhabdias fuelleborni</i>	100	19.5 ± 10.5	P	30	48.3 ± 40	P
Aurora	Larva de <i>Oswaldocruzia</i> sp.	10.0	19.0 ± 19.0	IG	-	-	-
	<i>Oswaldocruzia mazzai</i>	40	8.2 ± 8.0	ID; IG	10	1.0 ± 1.0	IG
	<i>Oswaldocruzia</i> sp.	40	2.7 ± 2.5	ID; IG	10	2.0 ± 2.0	IG
	<i>Physaloptera</i> sp.	30	7.0 ± 8.0	E	20	8.0 ± 8.0	E; IG
	<i>Rhabdias fuelleborni</i>	70	13.8 ± 7.0	P	40	16.7 ± 17	P
Milagres	<i>Falcaustra mascula</i>	-	-	-	7.7	4.0 ± 4.0	IG
	Larva de <i>Physaloptera</i> sp.	-	-	-	7.7	1.0 ± 1.0	E
	<i>Oswaldocruzia mazzai</i>	60	5.3 ± 5.0	E; ID; IG	38.5	33.2 ± 25	ID; IG
	<i>Oswaldocruzia</i> sp.	10	4.0 ± 4.0	IG	-	-	-
	<i>Parapharyngodon</i> sp.	-	-	-	7.7	2.0 ± 2.0	IG
	<i>Physaloptera</i> sp.	20	7.5 ± 7.5	E	38.5	3.4 ± 3.0	E
	<i>Rhabdias pseudosphaerocephala</i>	10	24 ± 24	P	-	-	-
<i>Rhabdias</i> sp.	80	34.1 ± 30	P	69.2	12.3 ± 4.0	P	
Brejo Santo	<i>Oswaldocruzia mazzai</i>	13.3	2.0 ± 2.0	E; ID	-	-	-
	<i>Oswaldocruzia fuelleborni</i>	13.3	3.0 ± 3.0	ID; IG	-	-	-
	<i>Physaloptera</i> sp.	13.3	2.0 ± 2.0	E	10	2.0 ± 2.0	E
	<i>Rhabdias</i> sp.	66.7	13.9 ± 9.5	P	70.	12.5 ± 9.0	P
Porteiras	<i>Ochoterenella convoluta</i>	25.	5.0 ± 5.0	ID; IG	20	1.5 ± 1.5	ID
	<i>Oswaldocruzia mazzai</i>	25	7.0 ± 7.0	IG	10	3.0 ± 3.0	IG
	<i>Oswaldocruzia</i> sp.	25	7.0 ± 7.0	IG	-	-	-
	<i>Raillietiella mottae</i>	-	-	P	10.0	6.00 ± 6.0	P
	<i>Rhabdias fuelleborni</i>	62.5	21.8 ± 11.0	P	90.0	12.8 ± 7.0	P

\* E = estômago; ID = intestino delgado; IG = intestino grosso; P = pulmão.



**Figura 3-** Endoparasitas encontrados nos tratos gastrointestinais de *Rhinella jimi* coletados no interior dos lixões e nas áreas naturais das cidades do centro sul do estado do Ceará: A- *Aplectana membranosa* (região anterior); B- *Cosmocercidae* (região posterior); C- *Falcastra mascula* (região anterior) ); D- *Ochoterenella convoluta* (região posterior).

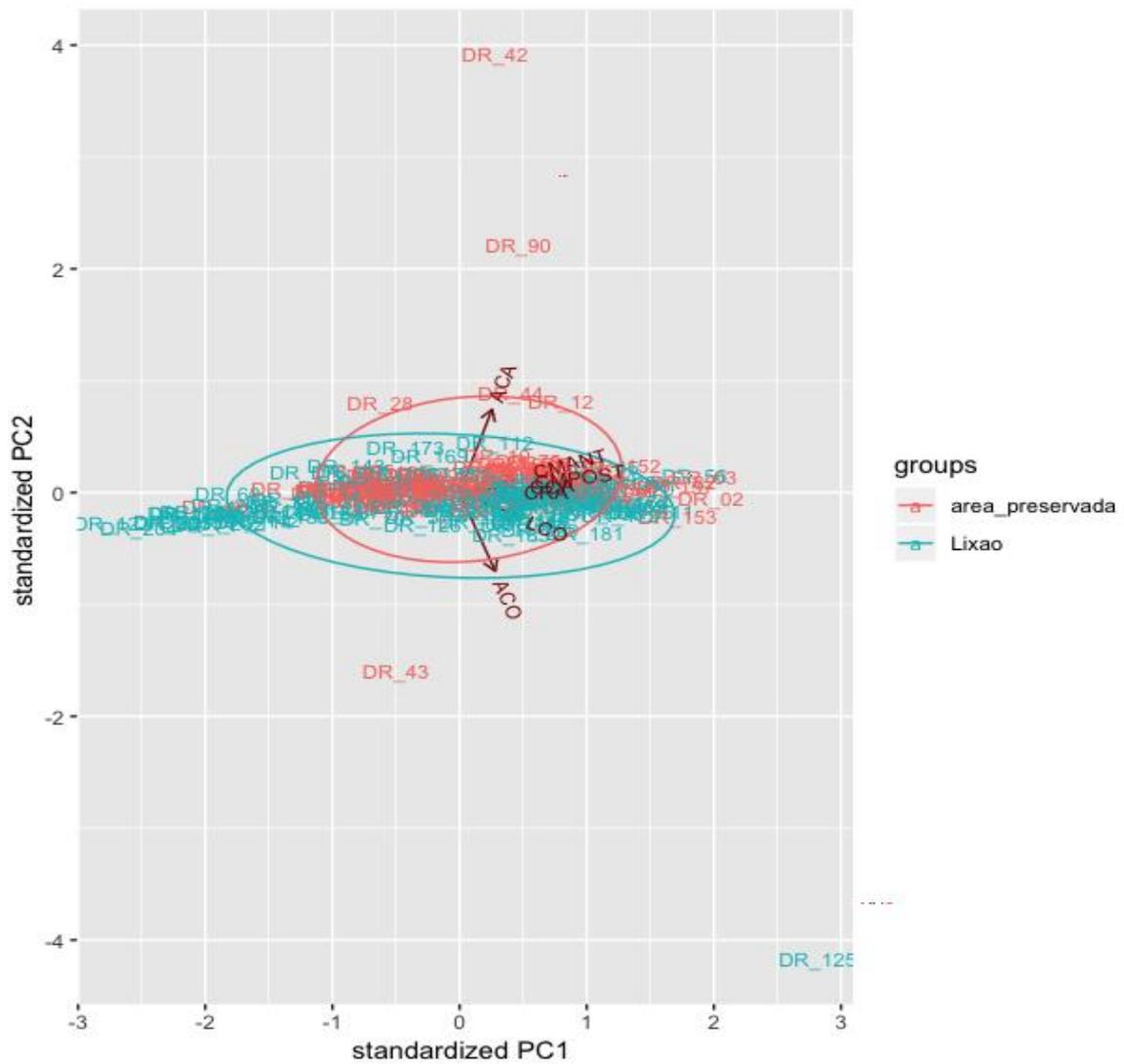


**Figura 4-** Endoparasitas encontrados nos tratos gastrointestinais de *Rhinella jimi* coletados no interior dos lixões e nas áreas naturais das cidades do centro sul do Ceará: E- *Oswaldocruzia mazzai* (região posterior); F- *Oswaldocruzia* sp. (região anterior); G- *Parapharyngodon* sp. (região anterior); H- *Physaloptera* sp. (região anterior).



**Figura 5-** Endoparasitas encontrados nos tratos gastrointestinais de *Rhinella jimi* coletados no interior dos lixões e nas áreas naturais das cidades do centro sul do Ceará: I- *Raillietiella mottae* (região anterior); J- *Rhabdias breviensis* (região anterior); K- *Rhabdias pseudosphaerocephala* (região anterior); L- *Rhabdias fuelleborni* (região anterior).

As variáveis morfológicas que mais contribuíram para a formação do PC1 foram LCA (loading = 0.90), CCA ( $r=0.89$ ), LCO ( $r=0.85$ ), CMANT ( $r=0.82$ ). Porém, não encontramos diferença na morfologia entre os sapos coletados nos lixões e áreas naturais (Fig. 6; Tabela 4).



**Figura 6-** Diagrama de ordenação mostrando o resultado da Análise de Componentes Principais para dados de morfologia externa de *Rhinella jimi*. Cores indicam o tipo de ambiente e siglas o ID do indivíduo coletado.

**Tabela 4-** Resultados da Análise de Variância Multivariada por Permutação (Permanova) em blocos para testar diferença na morfologia externa de *Rhinella jimi* entre tipos de área.

	GL	Soma de Quadrados	R <sup>2</sup>	F	P
Ambiente	1	8541	0.008	1.681	0.17
Resíduos	208	1056504	0.991		
Total	209	1065046	1		



**Tabela 6-** Resultados do modelo linear generalizado de efeito misto para diferença de riqueza entre tipos de ambiente.

	Coefficiente angular	Erro padrão	Z	P
Intercepto	-0.329	0.282	-1.17	0.24
Ambiente	0.212	0.291	0.73	0.47

**Tabela 7-** Resultados do modelo linear generalizado de efeito misto para diferença de abundância entre tipos de ambiente.

	Coefficiente angular	Erro padrão	Z	P
Intercepto	-0.137	0.241	-0.57	0.57
Ambiente	-0.385	0.335	-1.15	0.25

#### 4 DISCUSSÃO

Não houve diferenças significativas entre os descritores do parasitismo e a composição dos endoparasitos associados aos *Rhinella jimi* coletados nas duas áreas analisadas (lixão e área natural), mostrando que tanto os parasitos, como o hospedeiro, toleram o caos dos ambientes perturbados, diferente da espécie de anfíbio *Rana vaillanti* (Brocchi, 1877), que é mais propensa ao aumento de parasitos em ambientes antropizados (Mckemzie, 2007).

Essa similaridade na composição e descritores parasitológicos encontrado no estudo pode está associada aos hábitos da espécie hospedeira, pois como são generalistas e oportunistas, se alimentam de uma grande diversidade de organismos (Gouveia et al., 2009; Chaves et al., 2012), que podem servir como hospedeiros intermediários favorecendo endoparasitos de ciclo heteronoxênico como: *Falcaustra mascula*, *Ochoterenella convoluta*, *Oswaldocruzia mazzai*, *Physaloptera sp.* e *Raiellietiella mottae*. Além disso, possuem baixa vagilidade, ou seja, se movimentam por pequenas distâncias (Aho, 1990), favorecendo assim, parasitos de ciclo monoxênico como *Aplectana membranosa*, *Rhabdias breviensis*, *R. pseudosphaerocephala* e *R. fuelleborni*, espécies da família Cosmocercidae e *Parapharyngodon sp.* que são mais propícios a encontrar seus hospedeiros.

A comunidade parasitária associada a *R. jimi* observada no presente estudo foi composta principalmente por espécies generalistas, uma vez que a maioria das espécies de endoparasitos

registradas são encontradas infectando outros hospedeiros pertencentes a outros gêneros (e.g. *Allobates*, *Atelopus* e *Ischnocnema*) ou até mesmo a famílias diferentes (e.g. Aromabatidae, Brachycephalidae e Hylodidae) (Campião et al., 2014). Esse padrão também foi observado em estudos que indicam que anuros terrestres são infectados predominantemente por parasitos generalistas com ciclo de vida direto que infectam por penetração ativa pela pele (Bolek & Coggins, 2003; Campião, 2009). Exceção do Pentastomida *Raillietiella mottae*, todos os endoparasitos registrados são pertencentes a um único táxon (Nematoda), o que corrobora estudos em que a composição da fauna de parasitos de Bufonidae é composta em grande parte por nematóides (ver. Goldberg & Bursey 1991a; 1992b; Goldberg et al. 1995a; Galicia-Guerrero et al. 2000; Bolek & Coggins 2000; 2003; Rago & Omah-Maharaj 2003; Yoder & Coggins, 2007).

A espécie de endoparasito mais comum entre os espécimes de *R. jimi* analisados foi *Rhabdias fuelleborni* (Travassos, 1926), presente em todos os ambientes analisados. Esta espécie já foi relatada anteriormente infectando anuros da espécie *R. jimi* (Madelaine, 2012; Campião et al., 2014). Tanto os espécimes de anuros coletados em áreas naturais quanto os de ambientes de lixões apresentaram maior intensidade de infecção e prevalência desta espécie, indicando uma relação mais específica entre o hospedeiro e o parasito. Desta forma, os dados suportam a ideia de que tanto os sapos são tolerantes a ambientes degradados, tal como os lixões, assim como essa espécie, que acompanha o seu hospedeiro independente da qualidade do ambiente, e consegue desenvolver seu ciclo, mesmo em habitat com solo contaminado por lixo.

Foram identificadas duas outras espécies deste gênero: *R. breviensis* encontrada no lixão do município de Barro (prevalência de 10% e intensidade de infecção  $14.0 \pm 14.0$ ) e *R. pseudosphaerocephala* encontrada nas áreas naturais de Santana do Cariri, Crato e Milagres e nos lixões de Juazeiro do Norte e Caririaçu.

Foram encontrados nematoides da família Cosmocercidae (Travassos, 1925) infectando anuros coletados nos ambientes naturais e lixões das cidades de Santana do Cariri e Juazeiro do Norte. Devido à grande semelhança das fêmeas cogenéricas e a ausência de machos em algumas amostras, a identificação do gênero não foi possível, por esta razão a identificação foi feita apenas a nível de família.

*Aplectana membranosa* (Schneider, 1866), já foi relatada anteriormente infectando anuros da espécie *R. jimi* (Campião et al., 2014). E foi recentemente registrada infectando *R. granulosa* e *D. muelleri*, respectivamente (Teles et al., 2018, Alcantara et al., 2018). Essa

espécie foi encontrada parasitando anuros coletados nos lixões de Juazeiro do Norte e Nova Olinda (prevalência de 2,8% e intensidade de infecção 3.3).

A espécie *Falcaustra mascula* (Rudolphi, 1819) foi identificada neste estudo parasitando anuros coletados no interior do lixão de Milagres com uma baixa prevalência (7%). Possui registro de infecção em outros anfíbios do gênero *Rhinella*: *R. schneideri*, *R. granulosa* e *R. schneideri* (Camião et al., 2014). Porém, este é o primeiro registro de *R. jimi* como hospedeiro para *Falcaustra mascula*.

*Ochoterenella convoluta* (Molin, 1858), está distribuída apenas no Brasil, é um parasito heteróxico que usa artrópodes hematófagos como hospedeiros intermediários infectando a cavidade do corpo e intestinos de seus hospedeiros (Anderson, 2000). No presente estudo foi registrado infectando hospedeiros nas áreas naturais de Porteiras e Caririagu e no lixão de Porteiras com as prevalências de 2,9%, 8,3% e 20% respectivamente. Este é o primeiro registro dessa espécie infectando *R. jimi*.

A espécie *oswaldocruzia mazzai* (Travassos, 1935) apresenta ciclo heteróxico (Anderson, 2000), sendo distribuída ao longo do Brasil, Equador e Guiana. Neste trabalho *Oswaldocruzia mazzai* foi observada com ampla distribuição, pois foi coletada em todas as cidades citadas no estudo apresentando uma prevalência de 25% e intensidade de infecção de 10,08 para as áreas naturais e prevalência de 12,3% e intensidade de infecção de 17,46 para os lixões. Também foram encontradas formas larvais mostrando o papel importante de *R. jimi* nas regiões estudadas, servindo como hospedeiro intermediário e também como hospedeiro paratênico. Este é o primeiro registro de *O. mazzai* infectando *R. jimi*. Indicando também uma considerável tolerância a ambientes com diferentes graus de perturbação.

*Parapharyngodon* sp. foi encontrado em sapos coletados nos lixões de Nova Olinda, Juazeiro do Norte e Milagres, onde os sapos são hospedeiros definitivos para essa espécie de parasito, indicamos que possui ciclo de vida que inclui algum tipo de invertebrado comum no interior dos lixões, e que integram a dieta dos anuros.

A espécie *Physaloptera* sp. foi encontrada infectando os anuros coletados na área natural de Juazeiro do Norte (prevalência 40%), e na área natural e lixão da cidade do Barro com as prevalências de 30% e 10% respectivamente. Este é o primeiro registro de uma espécie de *Physaloptera* infectando *R. jimi*.

No presente estudo *Raillietiella mottae* foi encontrado em um hospedeiro coletado (prevalência de 1,3%) na amostra geral. Por se tratar de um parasito com especificidade para

lagartos, tal infecção pode ter ocorrido de maneira acidental ou ocasional sem causar dano aos tecidos do órgão infectado, entretanto, esta é uma relevante contribuição para a ciência a respeito dessa espécie de parasito, pois este é o primeiro registro de Pentastomida infectando uma espécie de anfíbio na América Sul.

Os dados sugerem que, para a espécie *Rhinella jimi*, a maioria dos parasitos encontrados possuem um ciclo de vida direto e o mecanismo ativo de infecção são mais propensos a encontrar seus hospedeiros, o que explicaria a alta prevalência desses nematódeos. Resultados semelhantes foram encontrados para outras espécies de anfíbios na América (Bursey et al., 2001; Goldberg & Bursey, 2002; Goldberg et al., 2002a, b). O fator que pode contribuir para maior transmissão destes parasitas é a baixa vagilidade do hospedeiro (Mcalpine, 1997).

As espécies *Aplectana membranosa*, *Ochoterenella convoluta* e *Oswaldocruzia mazzai* aqui registradas apresentam baixa especificidade em relação ao hospedeiro, uma vez que foram relatadas em espécies de anfíbios pertencentes a diversas famílias. As espécimes *A. membranosa* encontrada em sapos coletados no lixão de Nova Olinda e Juazeiro do Norte, *F. mascula* no lixão de Milagres, *R. mottae* no lixão de Porteiras e *R. breviensis* no lixão do município de Barro, foram as únicas espécies encontradas somente nesses ambientes perturbados. Isto pode estar relacionado ao sistema imunológico dos sapos dessas áreas, caso ocorra algum déficit devido à baixa qualidade do ambiente, tornando-os mais suscetíveis ao parasitismo, à longa exposição do hospedeiro aos parasitos e ou seus hospedeiros intermediários, ou às divergentes pressões seletivas que regulam a comunidade de helmintos como sugerido por Aho, (1990); Rollins-Smith, (2001); Todd, (2007) e Poulin, (2007).

Várias revisões discutem como as perturbações antrópicas, podem influenciar a abundância e distribuição de parasitas em vários grupos hospedeiros (Lafferty, 1997; Lafferty e Kuris, 1999; Marcogliese, 2001). No entanto poucos estudos exploram a relação dos ambientes antropizados quando comparados com os ambientes naturais, nas taxas de parasitismo em anfíbios. Na Costa Rica, foi constatado aumento na carga parasitaria de endoparasitos desses animais em áreas degradadas (Mckemzie, 2007). Em nosso estudo encontramos várias espécies de parasitos de ciclo de vida heteroxênico (*Falcaustra mascula*, *Ochoterenella convoluta*, *Oswaldocruzia mazzai*, *Physaloptera* sp., e *Raillietiella motta*), isso pode ser explicado através do grande número de hospedeiros intermediários que fazem parte da dieta dos anfíbios (Mckemzie, 2007). Aqui, buscamos destacar as interações entre o ambiente e os parasitos, sendo o primeiro estudo com *R. jimi*.

Desta forma, o ambiente de lixo não proporciona aumento quanto aos índices parasitológicos (prevalência, intensidade média, abundância média e riqueza média), quando comparados com os ambientes naturais. As espécies *Oswaldocruzia mazzai* e *Rhabdias fuelleborni*, estão presentes em todas as áreas amostradas, entretanto, *A. membranosa*, *F. mascula*, *R. breviensis* e *R. mottae* encontram-se apenas nas áreas de lixo. Assim, este estudo traz relevantes informações sobre a relação parasito, hospedeiro e ambiente, com dados inéditos para ambiente de lixo e propõem uma nova explanação da fauna parasitária de *Rhinella jimi* com novos registros, inclusive com a espécie Pentastomida: *Raillietiella motta* presente pela primeira vez infectando anfíbios na América do Sul.

## REFERÊNCIAS

- Aguiar, A.; Morais, D.H.; Cicchi, P.J.P.; Silva, R.J. (2014). Evaluation of helminths associated with 14 amphibian species from a Neotropical island near the southeast coast of Brazil. *Herpetological Review*, v. 45, p. 13–17.
- Aguiar, A., G. M.; Toledo, L. A.; Anjos, and R. J. Silva. (2015b). Helminth parasite communities of two *Physalaemus cuvieri* Fitzinger, 1826 (Anura: Leiuperidae) populations under different conditions of habitat integrity in the Atlantic Rain Forest of Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 75: 963-968.
- Alcantara, E. P. ; Silva, C. F. ; Silva, L.A.F. ; Lins, A. G. S. ; Silva, R. J. ; Ávila, R. W. ; Morais, D. H (2018). Helminths of *Dermatonotus muelleri* (Anura: Microhylidae) from Northeastern Brazil. *Journal of Parasitology*, v. 104, p. 550-556.
- Ali, J.H., Riley, J. and SELF, J.T., (1985). A review of the taxonomy and systematics of the pentastomids genus *Raillietiella* Sambon, 1910 with a description of a new species. *Systematic Parasitology*, vol. 7, no. 2, pp. 111-123. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00009814>.
- Almeida, W.O., Freire, E.M.X., LopeS, S.G. (2008a): A new species of Pentastomida infecting *Tropidurus hispidus* (Squamata: Tropiduridae) from caatinga in Northeastern. *Braz. J. Biol.*, 68(1): 631 – 637. DOI: 10.1590/S1519-69842008000100029
- Araujo-Filho, J.A. ; Brito, S. V.; Almeida, W.O.; Ávila, R.W. ; Morais, D.H (2015). New species of *Parapharyngodon* (Nematoda: Pharyngodonidae) on *Dermatonotus muelleri* (Anura: Microhylidae) from Caatinga, Northeastern Brazil. *Zootaxa* (Auckland. Print), v. 4012, p. 386-390.
- Araujo, A. S. (2016). O impacto causado pelos lixões à céu aberto. Disponível em <http://www.portalresiduossolidos.com/o-impacto-dos-lixoes/>. Acesso em 13/09/2018.
- Almeida, W.O., Freire, E.M.X., Lopes, S.G. (2008a): A new species of Pentastomida infecting *Tropidurus hispidus* (Squamata: Tropiduridae) from caatinga in Northeastern. *Braz. J. Biol.*, 68(1): 631 – 637. DOI: 10.1590/S1519-69842008000100029.
- Almeida, W.O., Santana, G.G., Vieira, W.L.S., Wanderley, I.C., Freire, E.M.X. and Vasconcellos, A (2008c.). Pentastomid, *Raillietiella mottae* Almeida, Freire and Lopes, 2008, infecting lizards in an area of caatinga, northeast, Brazil. *Brazilian Journal of Biology = Revista Brasileira de Biologia*, vol. 68, no. 2, pp. 427-431. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842008000200028>. PMID:18660975.
- Almeida, W.O., Santana, G.G., Vieira, W.L.S., Wanderley, I.C. and RIBEIRO, S.C (2009). Rates of pulmonary infection by pentastomids in lizards species from a restinga habitat in northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology = Revista Brasileira de Biologia*, vol. 69, no. 1, pp. 197-200. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842009000100026>. PMID:19347165.

- Anderson, R.C. (2000). Nematode parasites of vertebrates. Their development and transmission. 2 nd Edition. CABI Publishing, Wallingford, 650 pp.
- Anjos, L. A.; Silva, L. E. M.; Almeida, W. O. ; Costa, J G M ;Vasconcellos, A. (2008). *Chaunus jimi* (NCN) endoparasites. *Herpetological Review*, v. 39, p. 337-337.
- Anjos, L. A (2011). Herpetoparasitology in Brazil: what we know about endoparasites, how much we still do not know. *Neotropical Helminthology*, v. 5, p. 107-111.
- Amato, J. Boeger, W. & Amato, S. (1991). Protocols for laboratory: collection and processing of parasites, Seropédica, UFRRJ.
- Ávila, R.W., Anjos, L.A., Ribeiro, S.C., Morais, D.H., Silva, R.J. & Almeida, W.O. (2012). Nematodes of Lizards (Reptilia: Squamata) from Caatinga Biome, Northeastern Brazil. *Comparative Parasitology*, 79, 56–63
- Aho, J. M. (1990). Helminth communities of amphibians and reptiles: Comparative approaches to understanding patterns and processes. Pages 157-195.
- Azevedo, P. B.; Leite, .J. C. A.; Oliveira, W. S. N.; Silva, F. M.; Ferreira, P. M. L. (2015) Diagnóstico da degradação ambiental na área do lixão de Pombal – PB. *Revista Verde*, v. 10, n.1, p. 20-34.
- Barton, D. P. (1999): Ecology of helminth communities in tropical Australian amphibians. *International Journal of Parasitology*, 29: 921-926.
- Barton DP, Riley J (2004) *Raillietiella indica* (Pentastomida) from the lungs of the giant toad *Bufo marinus* (Amphibia), in Hawaii, USA. *Comp Parasitol* 71: 251–254
- Baker, (1987). Synopsis of the nematoda parasitic in amphibians and reptiles. Memorial University of Newfoundland. Occasional papers in Biology, vol. 11. pp 325.
- Ben Slimane, B.B. & Durette-Desset, M.C. (1996) New *Oswaldocruzia* (Nematoda, Trichostrongylinea, Molineoidea) parasites of Amphibians from French Guyana and Ecuador. *Miscel-lània Zoològica*, 19 (1), 55–66.
- Bolek, M.G. & J.R. Coggins. (2000). Seasonal occurrence and community structure of helminth parasites from the Eastern American toad, *Bufo americanus americanus*, from southeastern Wisconsin, U.S.A. *Comparative Parasitology* 67(2): 202-209.
- Bolek, M. G.; Coggins, J. R.(2003).Helminth community structure of sympatric eastern American toad, *Bufo americanus ameri- canus*, northern leopard frog, *Rana pipiens*, and blue-spotted salamander, *Ambystoma laterale*, from southeastern Wisconsin. *J. Parasitol.* 89 (4): 673–680. DOI: 10.1645/GE-70R.
- Borges-Nojosa, D.; Santos, E. M. (2005). Herpetofauna da área de Betânia e Floresta, Pernambuco. In: Araújo, F. S.; Rodal, M. J. N. & Barbosa, M. R. V. (Eds). *Análise das variações da biodiversidade do Bioma Caatinga – Suporte a estratégias regionais de conservação*. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Brasília, Brasil, p.276-289.

- Burse, C.R., Goldberg, S.R. Parmelee, J.R. (2001). Gastrointestinal helminths of 51 species of anurans from Reserva Cuzco Amazónico, Peru. *Comparative Parasitology*, vol. 68, pp. 21-35
- Burse, C, Goldberg, RS & Telford, SRJr. (2003). *Rhabdias anlis* sp . nov.(Nematoda: Rhabdiasidae) from the lizard, *Anolis frenatus* (Sauria: Polychrotidae), from Panama. *Journal Parasitology*, vol. 89, pp. 113-117
- Burse, C.R. & Brooks, D.R. (2004). *Parapharyngodon duniae* n. sp. (Nematoda: Pharyngodonidae) in *Phrynohyas venulosa* (Anura: Hylidae) from the Area de Conservación Guanacaste, Guanacaste, Costa Rica. *Journal of Parasitology*, 90, 137–139.
- Burse, C.R. & Goldberg, S.R. (2015) Description of a new species of *Parapharyngodon* (Nematoda: Pharyngodonidae) from Mexico with a list of current species and key to species from the Panamanian region. *Journal of Parasitology*, 101, 374–381.
- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M., Shostak, A. W. (1997.). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology*, Canadá, 83(4): 575-583.
- Brito S. V; Corso G; almeida A.M; Ferreira F. S; Almeida W. O; Anjos L. A; Mesquita D. O. (2014). Phylogeny and micro-habitats utilized by lizards determine the composition of their endoparasites in the semiarid Caatinga of northeast Brazil. *Parasitol Res* 113(11): 3963–3972.
- Boquimpani-Freitas, I.D., Vrcibradic, D., Vicente, J.J., Bursey, C.R., Rocha, C.F.D, Sluys, M.V. (2001). Helminths of the horned leaf frog, *Proceratophrys appendiculata*, from southeastern Brazil. *J Helminthol.* 75:233–236.
- Campião, K. M.; Silva, R.J.; Ferreira, V. L. (2009). Helminth parasites of *Leptodactylus podicipinus* (Anura: Leptodactylidae) from south-eastern Pantanal, state of Mato Grosso do sul, Brazil. *Journal of Helminthology*, v.83, p. 345-349.
- Campião, K. M., D. H. Morais, O. T. Dias, A. Aguiar, G. Toledo, L. E. R. Tavares, and R. J. da Silva. (2014b). Checklist of Helminth parasites of Amphibians from South America. *Zootaxa* 30:3843(1):1–93.
- Chaves M. F. et al. *Rhinella jimi* (cururu toad) diet. *Herpetology Review*. 43 (3), p. 469, (2012). CEI, J. M. Amphibians of Argentina. *Monitore Zoologica Italiano, New Series Monografia*, Firenze, 2, 1-609 pp, 1980.
- Chatterji, R.C. (1933) On a new nematode, *Parapharyngodon maplestoni* gen. nov. sp. nov. from a Burmese lizard. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 27, 131–134.
- Christoffersen, M.L. Assis, J.E. (2013). A systematic monograph of the Recent Pentastomida, with a compilation of their hosts. *Zoölogische Mededeelingen*, vol. 87, pp. 1-206.
- Dobbin, J.E. (1957). Fauna helmintológica de batráquios de Pernambuco, Brasil. I. *Anais*

da Sociedade de Biologia de Pernambuco 15(1): 29-61

Evans, N. A. (1982). Effects of copper and zinc on the life cycle of *Notocotylus attenuatus* (Digenea, Notocotylidae). *International Journal for Parasitology* 12: 363–369.

Everhart, R. W., (1957). A study of growth and development in Negro and White children with dyslalia. *Except. Child.*, 23, 168-170, 176.

Freitas, J.F.T. (1957a) Sobre os gêneros *Thelandros* Wedl, 1862 e *Parapharyngodon* Chatterji, 1933 com descrição de *Parapharyngodon alvarengai* n. sp. (Nematoda, Oxyuroidea). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 55, 21–45.

Frost, D. R (2019). *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.

Galicia-Guerrero, S.; C.R. Bursey; S.R. Goldberg & G. Salgado-Maldonado. (2007). Helminths of two sympatric toad species, *Bufo marinus* (Linnaeus) and *Bufo marmoratus* Wiegmann, 1833 (Anura: Bufonidae) from Chamela, Jalisco, México. *Comparative Parasitology* 67(1): 129-133.

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

Giusti, L. (2009). A review of waste management practices and their impact on human health. *Waste Manag.* 2009;29 (8):2227-39.

Goldberg, S.R., C.R. Bursey & R. Tawil. 1995a. The component parasite community of three sympatric toad species, *Bufo cognatus*, *Bufo debilis* (Bufonidae), and *Spea multiplicata* (Pelobatidae) from New Mexico. *Journal of the Helminthological Society of Washington* 62(1): 57-61.

Goldberg, S. R., C. R. Bursey, E. A. Gergus, B. K. Sullivan, and Q. A. Truong. (1996). Helminths from treefrogs *Hyla arenicolor*, *Hyla wrightorum*, and *Pseudacris triseriata* (Hylidae) from Arizona. *Journal of Parasitology* 82:833–835.

Goldberg, S.R. & C.R. Bursey. (2002a). Helminths of 10 species of anurans from Honshu Island, Japan. *Comparative Parasitology* 69(2): 162-176.

Goldberg, S.R. & C.R. Bursey. (2002b). Helminth parasites of seven anuran species from Northwestern Mexico. *Western North American Naturalist* 62: 160-169.

Goldberg, S. R., C. R. Bursey, J. P. Caldwell, L. J. Vitt, and G. C. Costa. (2007). Gastrointestinal helminths from six species of frogs and three species of lizards, sympatric in Pará state, Brazil. *Comparative Parasitology* 74:327–342.

González, C.E. & Hamann, M.I. (2006) Nematodes parásitos de *Chaunus granulatus* major (Müller & Hellmich, 1936) (Anura: Bufonidae) en Corrientes, Argentina. *Cuadernos de Herpetología*, 20 (1), 43–49.

- González, C.E. Hamann, M.I. (2010). First report of nematode parasites of *Physalaemus santafecinus* (Anura: Leiuperidae) from Corrientes, Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, vol. 81, pp. 677-687.
- González, C.E. Hamann, M.I.(2012). First report of nematode parasites of *Physalaemus albonotatus* (Steindachner, 1864) (Anura: Leiuperidae) from Corrientes, Argentina. *Neotropical Helminthology*, vol. 6, pp. 9-23.
- Gouveia, S. F. et al. (2009). *Rhinella jimii* (Cururu toad) and *Leptodactylus vastus* (Northeastern pepper frog). Predation on bats. *Herpetological Review*. 40, 210p.
- Hamann, González C.E. & Kehr A.I. (2006a). Helminth community of *Leptodactylus latinasus* (Anura: Leptodactylidae) from Corrientes, Argentina. *Acta Parasitol.* 51 (4): 294– 299,
- Hamann, M. I. Kehr A. I.; González, C. E. (2006b). Species affinity and infracommunity ordination of helminths of *Leptodactylus chaquensis* (Anura: Leptodactylidae) in two contrasting environments from northeastern Argentina. *J. Parasitol.* 92 (6): 1171–1179. DOI: 10.1645/GE-862R1.1,
- Hamann, M.I. González, C.E., (2009). Larval digenetic trematodes in tadpoles of six amphibian species from northeastern Argentina. *The Journal of Parasitology*, vol. 95, no. 3, pp. 623- 628. <http://dx.doi.org/10.1645/GE-1738.1>. PMID:19045934.
- Hamann, M. I.; Kehr, A. I.; González, C. E. (2010). Helminth community structure of *Scinax nasicus* (Anura: Hylidae) from a South American subtropical area. *Dis Aquat Org* 93:71–82,
- Hamann, M. I.; Kehr, A. I.; González, C. E. (2013). Helminth communities in the burrowing toad, *Rhinella fernandezae*, from northeastern Argentina. *Biologia* 68:1155–1162,
- Heyer, W. R.; Donnelly, M. A.; McDiarmid, R. W.; Hayek, L. C.; Foster, M. S. (1994). *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington.
- IUCN, Conservation International and NatureServe (2015). *Global Amphibian Assessment*. <[www.globalamphibians.org](http://www.globalamphibians.org)>.
- IPECE, 2015. Perfil básico municipal: Porteiras. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). Fortaleza-Ceará. 1-10.
- IPECE, 2016. Perfil básico municipal: Barro. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). Fortaleza-Ceará. 1-10.
- IPECE, 2016. Perfil básico municipal: Milagres. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). Fortaleza-Ceará. 1-10.
- IPECE, 2016. Perfil básico municipal: Brejo Santo. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). Fortaleza-Ceará. 1-10.

- IPECE, 2017. Perfil básico municipal: Crato. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). Fortaleza-Ceará. 1-10.
- IPECE, 2017. Perfil básico municipal: Juazeiro do Norte. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). Fortaleza-Ceará. 1-10.
- IPECE, 2017. Perfil básico municipal: Aurora. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). Fortaleza-Ceará. 1-10.
- IPECE, 2018. Perfil básico municipal: Santana do Cariri. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). Fortaleza-Ceará. 1-10.
- IPECE, 2018. Perfil básico municipal: Nova Olinda. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). Fortaleza-Ceará. 1-10.
- IPECE, 2018. Perfil básico municipal: Caririaçu. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). Fortaleza-Ceará. 1-10.
- Jacobson, E. R. (2007). Parasites and parasitic diseases of reptiles. In *Infectious Diseases and Pathology of Reptiles* (ed. Jacobson, E. R.), pp. 590–592. Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida, USA.
- Johnston, T.H. & Mawson, P.M. (1941) Some nematodes from Kangaroo Island, South Australia. *Records of the South Australian Museum*, 7, 145–148.
- Kennedy, C. R., Bush, A. O. & Aho, J. M. (1986). Patterns in helminth communities: why are birds and fish different? *Parasitology*, 93, 205-15.
- Kehr, A. I.; Manly, B. F. J.; Hamann, M. I. Influence of biotic and abiotic factors on helminth cooccurrences in *Lysapsus limellus* (Anura, Pseudidae) from. 2000.
- Kelehear, C., Spratt, D. M., Dubey, S., Brown, G. P. and Shine, R. (2011). Using combined morphological, allometric and molecular approaches to identify species of the genus *Raillietiella* (Pentastomida). *PLoS ONE* 6, e24936.
- Kelehear, C., Brown, G. P. and Shine, R. (2013). Invasive parasites in multiple invasive hosts: the arrival of a new host revives a stalled prior parasite invasion. *Oikos* 122, 1317–1324.
- Kelehear, C., Kristin, S and Mark E. Torchin (2014). An introduced pentastomid parasite (*Raillietiella frenata*) infects native cane toads (*Rhinella marina*) in Panama. *PLoS ONE* 6, e24936
- Khan, R. A. & Thulin, J. (1991). Influence of pollution on parasites of aquatic animals. *Advances in Parasitology* 30: 201–238.
- Krishnasamy M, Jeffery J, Inder Singh K, Oothuman P (1995). *Raillietiella rileyi*, a new species of pentastomid from the lung of toad, *Bufo melanostictus* from Malaysia. *Trop Biomed* 12: 31–38.

- Kuzmin, Y., Tkach, V. V., & Snyder, S. D. (2003). The nema-tode genus *Rhabdias* (Nematoda: Rhabdiasidae) from amphibians and reptiles of the Nearctic. *Comparative Parasitology*, 70, 101–114
- Kuzmin, Y., Tkach, V. V., & Brooks, D.R. (2007). Two new species of *Rhabdias* (Nematoda: Rhabdiasidae) from the marine toad, *Bufo marinus* (L.) (Lissamphibia: Anura: Bufonidae), in Central America. *The Journal of Parasitology* 93(1): 159-165.
- Lafferty, K. D. (1997). Environmental parasitology: What can parasites tell us about human impacts on the environment? *Parasitology Today* 13: 251–255.
- Lafferty, K.D., KURIS, A.M. (199). Parasitism and environmental disturbances. In: Thomas, F., Renaud, F., Guégan, J.-F. (Eds.), *Parasitism and Ecosystems*. Oxford University Press, Oxford, pp. 113–123.
- Laurance, W.F.; Lovejoy, T.E.; Vasconcelos, H.L.; Bruna, E.M.; Didham, R.K.; Stouffer, P.C.; Gascon, C.; Bierregaard, R.O.; Laurance, S.G.; Sampaio, E. (2002). Ecosystem Decay of Amazonian Forest Fragments: a 22-Year Investigation. *Conservation Biology*, v. 16, n. 3, p. 605-618.
- Lins, A. G. S.; Aguiar, A. M.; D. Honorio, F. Silva, L. Aparecida, Ávila, R. W., & Silva, R. J. (2017). Helminth fauna of *Leptodactylus siphax* (Anura: Leptodactylidae) from Caatinga biome, northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 26(1), 74-80.
- Martínez-Salazar, E. A. (2008). A new rhabdiasid species from *Craugastor occidentalis* (Anura: Brachycephalidae) from Sierra de Manantlán, Jalisco, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79, 81–89.
- Madelaire, C.B. (2012). Relação sazonal entre reprodução, imunidade e ocorrência de endoparasitas em anfíbios anuros da Caatinga. Dissertação de Mestrado em Biociências. Universidade de São Paulo.
- Marcogliese, D. J. (2004). Parasites: small players with crucial roles in the ecological theatre. *EcoHealth* 1: 151–164.
- Marcogliese, D. J. (2005). Parasites of the superorganism: are they indicators of ecosystem health? *Internacional Journal for Parasitology* 35: 705-716.
- Marcogliese D. J, King K. C, Salo H. M, (2009). Fournier M and others Combined effects of agricultural activity and parasites on biomarkers in the bullfrog, *Rana catesbeiana*. *Aquat Toxicol* 91:126–134.
- Morais, D. H. ; Aguiar, A. ; Campiao, K. M. ; Tavares, L. E. R. ; Almeida, W.O. ; Silva, R. J. (2017). New Records of *Dero* (*Allodero*) *lutzi*, an Oligochaete Parasite of the Urinary Tract of South American Anurans. *HERPETOLOGICAL REVIEW*, v. 48, p. 739-743.
- Moreira, G; Barreto, L (1996). Alimentação e variação sazonal na frequência de capturas de anuros em duas localidades do Brasil Central. *Revista Brasileira Zoologia*. 13 (2), p. 313-320.

- Motta CS, Gomes DC (1968) So<sup>bre</sup> um novo genero e uma nova espe<sup>cie</sup> de Cephalobaenidae (Linguatula, Cephalobaeniformes). Atas Soc Biol Rio de J 12: 7–9.
- Mcalpine, D. F. (1997). Helminth communities in bullfrogs (*Rana catesbeiana*) green frogs (*Rana clamitans*), and leopard frogs (*Rana pipiens*) from New Brunswick, Canada. Can J Zool 75:1883–1890.
- Mckenzie, V. (2007). Human land use and patterns of parasitism in tropical amphibian hosts. Biological Conservation, v.137, n.1, p.102-116.
- Nascimento, E. M. S.; Araujo-Filho, J. A.; Oliveira, H. F.; Oliveira, D. B.; Avila, R.W. (2012). *Hysiboas raniceps* (Chaco Treefrog). Endoparasites. Herpetological Review, 43 (4), p. 632-633.
- Nascimento, L.C, Gonçalves E. C, Melo, F. T, Giese, E. G, Furtado A. P & Santos, JN. (2013). Description of *Rhabdias breviensis* n. sp. (Rhabditoidea: Rhabdiasidae) in two Neotropical frog species. Systematic Parasitology, vol. 86, pp. 69–75.
- Oliveira, C. R. ; Ávila, R. W. ; Morais, D.H. . Helminths Associated with Three Physalaemus Species (Anura: Leptodactylidae) from Caatinga Biome, Brazil. Acta Parasitologica, v. 64, p. 205-212, 2019.
- Paré, J. A. (2008). An overview of pentastomiasis in reptiles and other vertebrates. Journal of Exotic Pet Medicine 17, 285–294.
- Pereira, B.P., Sousa, B.M. & Lima, S.S. (2011). A new species of Pharyngodonidae (Nematoda) of *Tropidurus torquatus* (Squamata: Tropiduridae) from Brazil. The Journal of Parasitology, 97, 311–317. <http://dx.doi.org/10.1645/GE-2579.1>
- Perez-Ponce de León, G.; García-Prieto, L.; Razo-MendiviL, U. (2002). Species richness of helminths parasites in Mexican amphibians and reptiles. Diversity and Distributions, v.8, p.211-218.
- Poulin, R. (1999). The functional importance of parasites in animal communities: many roles at many levels? International Journal of Parasitology, 29: 903-914.
- Poulin, R. & Mouritsen, K. N. (2006). Climate change, parasitism and the structure of intertidal ecosystems. Journal of Helminthology 80: 183-191.
- Poulin, R. (2007). Are there general laws in parasite ecology? Parasitology, vol. 134, no. Pt 6, pp. 763-776. <http://dx.doi.org/10.1017/S0031182006002150>. PMID:17234043.
- Puerto, G.; Salomão, M. G.; Theakston, R. D. G.; Thorpe, R. S.; Warrel, D. A. e Wuster, W. (2001). Combining mitochondrial DNA sequences and morphological data to infer species boundaries: phylogeography of lanceheaded pitviperrs in the Brazilian Atlantic forest and the status of *Bothrops pradoi* (Squamata: Serpentes: Viperidae). Journal of Evolutionary Biology, 14: 527-538.
- Rago, R.M. & J.R., Salgado-Maldonado. (2003). Helminths of the cane toads *Bufo marinus* from Trinidad, West Indies. Caribbean Journal of Sciences 39(2): 242-

245.

- Ramello, G.; C.R. Bursey & S.R. Goldberg. (2007). Two new species of Cosmocercids (Ascaridida) in toad *Chaunus arenarum* (Anura: Bufonidae) from Argentina. *Journal of Parasitology* 93(4): 910-916.
- Rollins-Smith, L.A., (2001). Neuroendocrine-immune system interactions in amphibians: implications for understanding global amphibian declines. *Immunologic Research*, vol. 23, no. 2-3, pp. 273-280. <http://dx.doi.org/10.1385/IR:23:2-3:273>. PMID:11444392.
- Riggs, M. R., Lemly, A. D., Esch, G. W. (1987). The growth, biomass, and fecundity of *Bothriocephalus acheilognathi* in a North Carolina cooling reservoir. *Journal of Parasitology* 73: 893–900.
- Rudolphi, C. (1819) Entozoorm synopsis cui accedunt mantissa duplex et índices locupletissimi. Berolini, 811 pp
- Santos, V.G.T. & Amato, S.B. (2009) Metacercárias livres (Digenea: Diplostomatidae) em *Rhinella fernandezae* (Anura: Bufonidae) no Sul do Brasil. *Ciência Rural*, 39, 2646–2648. <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782009005000210>.
- Santos, V. G. T.; Amato, S. B. (2010). Helminth fauna of *Rhinella fernandezae* (Anura: Bufonidae) from the Rio Grande do Sul Coastland, Brazil: analysis of the parasite community. *International Journal of Parasitology*, v.23, n.7, p.823-826.
- Segalla, M.V.; Caramaschi, U.; Cruz, C.A.G.; Paulo Garcia, P.C.A.; Grant, T.; Célio F. B. Haddad.; Diego, J. S.; Toledo, F. L.; Langone, J.A (2019) Brazilian Amphibians: List of Species. *Herpetologia Brasileira*. Vol. 88, n. 1.
- Silva, C. S.; Sousa, J. G. G. ; Lima, Y. F. ; Ávila, R. W. ; Morais, D. H. (2018). Dieta e aspectos morfológicos de população de *Pseudopaludicola pocoto* (Anura: Leptodactylidae) do Nordeste brasileiro. *NEOTROPICAL BIOLOGY AND CONSERVATION*,
- Silva, E. G., Santos, M. E. P., Britoc., S. V., Almeida, W. O., Ribeiro, S. C. (2018). *Raillietiella mottae* (Pentastomida: Raillietiellidae) infectando *Ameiva ameiva* (Squamata: Teiidae) na Chapada do Araripe, Nordeste, Brasil. *Brazilian Journal of Biology*
- Ben Slimane, B.B. & Durette-Desset, M.C. (1996) Four new species of *Oswaldocruzia* (Nematoda: Trichostrongylina, Molineoidea) parasitizing Amphibians and Lizards from Ecuador. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 91 (3), 317–328. <http://dx.doi.org/10.1590/s0074-02761996000300012>
- Stevaux, M. N. (2002). The new species of *Bufo* (Anura, Bufonidae) in the Northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19: 235-242.
- Sukhdeo, M. V. K. (2010). Food Webs For Parasitologists: A Review. *The Journal of Parasitology* 2: 273-284.

- Teles, D. A.; Cabral, M. E. S.; Araujo-Filho, J. A.; dias, D. Q.; Ávila, R.W.; Almeida, W. O. (2014). Helminths of *Leptodactylus vastus* (Anura: Leptodactylidae) in an area of Caatinga, Brazil. *Herpetol Notes*. 7:355–356.
- Teles, D. A.; Sousa, G. G.; Teixeira, A. A. M.; silva, M. C.; oliveira, M. H.; Silva, M.R. M.; Ávila, R.W. (2015). Helminths of the frog *Pleurodema diplolister* (Anura, Leiuperidae) from the Caatinga in Pernambuco State, northeast Brazil. *Braz J Biol*. 75:251– 253.
- Teles, D. A. ; Brito, Samuel V. ; Araujo Filho, J.A. ; Teixeira, A. A. M.; Ribeiro, S. C.; Mesquita, d. o. ; Almeida, W.O. (2017). Nematode parasites of *Proceratophrys aridus* (Anura: Odontophrynidae), endemic frog of the Caatinga domain of the Neotropical Region, Brazil. *HERPETOLOGY NOTES*, v. 10, p. 525-527.
- Teles, D. A.; Brito S. V.; Araujo Filho, J. A.;Ribeiro, S.C.; Teixeira, A. A. M.;Mesquita, D. O.; Almeida, W.O. (2018). Nematodes of the *Rhinella granulosa* Spix, 1824 (Anura: Bufonidae) from the Semiarid Northeastern Caatinga Region of Brazil. *Comparative Parasitology*, 85(2):208-211.
- Todd, B.D., (2007). Parasites lost? An overlooked hypothesis for the evolution of alternative reproductive strategies in amphibians. *American Naturalist*, vol. 170, no. 5, pp. 793-799. <http://dx.doi.org/10.1086/521958>. PMID:17926300.
- Travassos, L. (1926). Entwicklung des *Rhabdias fuelleborni* n.sp. *Archives fur Schiffs und Tropenhygiene* 30: 594-602.
- Travassos, L.; Freitas, J.F.T. & Kohn, A. (1969). Trematódeos do Brasil. *Mem I Oswaldo Cruz* 67:1–886.
- Vicente J.J, Rodrigues HO, Gomes DC, Pinto RM (1990). Nematódeos do Brasil. Parte II: Nematódeos de anfíbios. *Rev Brasil Zool* 7(1): 549-626.
- Vicente, J.J., Rodrigues, H.O., Gomes, D.C. & Pinto, R.M. (1993) Nematóides do Brasil. Parte III: Nematóides de Répteis. *Revista Brasileira de Zoologia*, 10, 19–168.
- Yoder, H. Randall.; Coggins, J. R. (2007). Helminth communities in five species of sympatric amphibians from three adjacent ephemeral ponds in southeastern wisconsin. *J. Parasitol. American Society of Parasitologists* 93(4), 2007, p. 755–760.