



**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 - PPBM**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**HELMINTOS ASSOCIADOS A *Pseudopaludicola pocoto* (LEPTODACTYLIDAE:  
LEIUPERINAE) NO NORDESTE BRASILEIRO**

**CHARLES DE SOUSA SILVA**

**CRATO - CE**  
**2017**

**CHARLES DE SOUSA SILVA**

**HELMINTOS ASSOCIADOS A *Pseudopaludicola pocoto* (LEPTODACTYLIDAE: LEIUPERINAE) NO NORDESTE BRASILEIRO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular da Universidade Regional do Cariri como requisito para obtenção do título de mestre.

Orientador: Drausio Honorio Moraes  
Coorientador: Robson Waldemar Ávila

**CRATO - CE  
2017**

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

CHARLES DE SOUSA SILVA

**HELMINTOS ASSOCIADOS A *Pseudopaludicola pocoto* (LEPTODACTYLIDAE: LEIUPERINAE) NO NORDESTE BRASILEIRO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular da Universidade Regional do Cariri como requisito para obtenção do título de mestre.

APRESENTANDA EM \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. ROBSON WALDEMAR ÁVILA** (Coorientador)  
Universidade Regional do Cariri-URCA

---

**Profa. Dra. KARLA MAGALHÃES CAMPIÃO**  
Universidade Federal do Paraná – UFPR

---

**Prof. Dr. SAMUEL CARDOZO RIBEIRO**  
Universidade Federal do Cariri - UFCA

*Dedico à Marlene Barroso e Albeniza Gomes, minhas duas guerreiras e amadas avós.*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores Prof. Dr. Drausio Honorio Moraes e Prof. Dr. Robson Waldemar Ávila, por todos os ensinamentos e tempo dedicado ao desenvolvimento deste trabalho. Por toda a paciência e companheirismo presentes sempre!

Aos meus pais pela confiança depositada em mim para a realização de mais essa conquista.

A Talitha Rochanne por todo companheirismo, amizade e apoio que se fizeram constantes diariamente. Você é parte dessa conquista!

Ao laboratório de Herpetologia e ao laboratório de Zoologia da Universidade Regional do Cariri e a todos os seus integrantes. Por todas as conversas parasitológicas dos fins de tardes acompanhadas de risos e por vezes de café.

A Raul Azevedo por ter sido um grande amigo e apoio em todos os momentos desde o início dessa aventura de ser Mestre. Você já faz parte da família!

Aos meus amigos Daniel Passos, Déborah Praciano, Juliana Borges, Tiago Sousa e Lidiane Firmino por terem me apresentado esse fantástico mundo da herpetologia e todas as suas possibilidades. Pela paciência e conhecimento compartilhado em sala de aula e em campo.

Aos meus amigos Kássio Castro, José Guilherme, Adonias Teixeira e João Antônio por toda assistência estatística e paciência em fazer o R mostrar a sua mágica!

Aos amigos Pedro Henrique, Adjuto Rangel, Saneq Alef e Samanta de Oliveira por serem as melhores fontes de distração e risos. Vocês são demais!

Aos amigos do LAPAS, por toda a atenção e suporte durante as análises dos nematódeos do pocoto.

A todos os amigos da turma do mestrado 2015.

Ao motorista, Seu Brito, pelas viagens feitas a ESEC Aiuaba e as conversas descontraídas durante a viagem.

A Estação Ecológica de Aiuaba pela disponibilização do alojamento, e a todos os funcionários que se dispuseram a ajudar de alguma forma.

A toda a população de *Pseudopaludicola pocoto* do município de Aiuaba, sua contribuição à Ciência será sempre lembrada.

A FUNCAP pelo apoio financeiro.

A Universidade Regional do Cariri e a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

**GRATIDÃO!**

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Volumes pluviométricos mensais referente ao período de coleta de *P. pocoto* no município de Aiuaba, Ceará. \_\_\_\_\_38
- Figura 2.** Médias trimestrais referentes aos meses de coleta de *P. pocoto* no município de Aiuaba, Ceará. \_\_\_\_\_38
- Figura 3.** Curva de acumulação (linha preenchida) e intervalo de confiança (linha pontilhada) para a riqueza de helmintos associados a *P. pocoto*, município de Aiuaba, Ceará. \_\_\_\_\_40
- Figura 4.** Relação espécie/sítio entre as estações seca e chuva. Legenda: cruz (período seco) e quadrado (período chuvoso). \_\_\_\_\_41
- Figura 5.** Valores de abundância de infecção por sítio do hospedeiro. Legenda: P – pulmão; ID – Intestinos; Est – estômago. \_\_\_\_\_41

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Comunidade componente de helmintos associados a *Pseudopaludicola pocoto* do município de Aiuaba, Ceará, Brasil. Prevalência (%); IMI – intensidade média de infecção; AM – Abundância média; SI – sítio de infecção. \_\_\_\_\_15

**Tabela 2.** Efeito da pluviosidade sobre os parâmetros de infecção da comunidade de helmintos de *Pseudopaludicola pocoto*, no município de Aiuaba, Ceará. \_\_\_\_\_42

**Tabela 3.** Efeito da temperatura sobre os parâmetros de infecção da comunidade de helmintos de *Pseudopaludicola pocoto*, no município de Aiuaba, Ceará. \_\_\_\_\_42



## SUMÁRIO

### **Capítulo 1 – Helmintofauna associada a *Pseudopaludicola pocoto* (Anura: Leptodactylidae: Leiuperinae) no nordeste brasileiro**

1.	INTRODUÇÃO	12
2.	MATERIAIS E MÉTODOS	14
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.	REFERÊNCIAS	23

### **Capítulo 2 – Dinâmica de helmintos associado a *Pseudopaludicola pocoto* no nordeste brasileiro**

1.	INTRODUÇÃO	33
2.	HIPÓTESES	35
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	36
4.	RESULTADOS	39
5.	DISCUSSÃO	43
6.	REFERÊNCIAS	46

**Capítulo 1 – Helmintofauna associada a *Pseudopaludicola pocoto* (Anura:  
Leptodactylidae: Leiuperinae) no nordeste brasileiro**

Journal of Helminthology

ISSN: 0022-149X (Print), 1475-2697 (Online)

<https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-helminthology>

**Short Communication: Helminthofauna associada a *Pseudopaludicola pocoto* (Anura: Leptodactylidae: Leiuperinae) no nordeste brasileiro**

Charles de Sousa Silva<sup>1,2,\*</sup>, Robson Waldemar Ávila<sup>1,2</sup> e Drausio Honorio Morais<sup>1,2</sup>

1 - Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular, Departamento de Química Biológica, Universidade Regional do Cariri (URCA), Rua Cel. Antônio Luiz Pimenta 1161, Campus do Pimenta, CEP 63105-000, Crato, Ceará, Brasil.

2 - Laboratório de Herpetologia, Universidade Regional do Cariri (URCA), Rua Cel. Antônio Luiz Pimenta 1161, Campus do Pimenta, CEP 63105-000, Crato, Ceará, Brasil.

\*Corresponding author. E-mail: charles.sousa.barroso@gmail.com

**Abstract**

Inventories of helminths associated with semi-arid amphibians may contribute information about the parasite-host relationship and its geographic distribution, as well as being used as a basis for future comparative studies of the variation of the richness of parasite species and their hosts or variations in host specificity between The helminths. The objective of this study was to describe the composition of the helminth community associated with the *Pseudopaludicola pocoto* species in a Caatinga area in the municipality of Aiuaba, State of Ceará. A total of 817 specimens were collected between September 2013 and March 2017, totaling eight campaigns during the dry season and four during the rainy season. Prevalence, mean intensity of infection and mean abundance were calculated for each taxon identified. Eight endoparasite taxa were identified in the community of helminths of *P. pocoto*: an Acanthocephala (cystocanto) and seven species of nematodes (*Rhabdias* sp., *Cosmocerca* cf. *parva*, *Oxyascaris oxyascaris*, *Physaloptera* sp., *Brevimultica* spp. *Spiroxys* cf. *figueiredoi* And unidentified nematode). All occurrences cited in this study represent new records for the genus *Pseudopaludicola*, in addition to three new records of the distribution of the species of *Brevimulticaecum* sp., *C. cf. parva*, *O. oxyascaris* for the Northeast region of Brazil. Parasitological studies involving amphibians of the Brazilian northeast, provide new information and subsidize future work in the identification of helminths.

**Keywords:** Anura; Caatinga; Inventories; Neotropical; Semi-arid.

## Resumo

Inventários de helmintos associados à anfíbios do semiárido podem contribuir com informações acerca da relação parasita-hospedeiro e sua distribuição geográfica, além de serem utilizados como base para futuros estudos comparativos da variação de riqueza de espécies parasitas e seus hospedeiros ou variações na especificidade do hospedeiro entre os helmintos. O objetivo deste estudo foi descrever a composição da comunidade de helmintos associados à espécie *Pseudopaludicola pocoto* em uma área de Caatinga no município de Aiuaba, Estado do Ceará. Foram coletados 817 espécimes entre setembro de 2013 e março de 2017 totalizando oito campanhas quatro durante o período seco e quatro no período chuvoso. Prevalência, intensidade média de infecção e abundância média foram calculados para cada táxon identificado. Foram identificados oito taxa de endoparasitas na comunidade componente de helmintos de *P. pocoto*: um Acanthocephala (cistacanto) e sete espécies de nematoides (*Rhabdias* sp., *Cosmocerca* cf. *parva*, *Oxyascaris oxyascaris*, *Physaloptera* sp., *Brevimulticaecum* sp. *Spiroxys* cf. *figueiredoi* e Nematoda não identificado). Todas as ocorrências citadas nesse estudo representam novos registros para o gênero *Pseudopaludicola*, além de três novos registros de ampliação da distribuição das espécies de *Brevimulticaecum* sp., *C.* cf. *parva*, *O. oxyascaris* para a região Nordeste do Brasil. Estudos parasitológicos envolvendo anfíbios do Nordeste brasileiro, fornecem informações novas e subsidiam futuros trabalhos na identificação de helmintos.

**Palavras-chave:** Anura; Caatinga; Inventários; Neotropical; Semiárido.

Inventários parasitológicos em anfíbios na Caatinga são estudos para se conhecer a composição e riqueza de helmintos associados às espécies da região Nordeste. Anfíbios são organismos interessantes para estudar a diversidade de parasitas, pois compreendem um grupo diverso em termos taxonômicos e estratégias de história de vida (Camião *et al.*, 2015). Camião *et al.* (2014) ressalta que a helmintofauna associada a anfíbios é rica e diversa e vem aumentando consideravelmente na medida em que novos hospedeiros são avaliados e novas áreas são amostradas.

O táxon Leptodactylidae é uma das famílias de maior riqueza e abundância distribuída pelo domínio das Caatingas (Roberto *et al.*, 2013; Ávila *et al.*, 2015). Por ocorrerem em uma ampla variedade de habitats essas espécies se expõem ao mais variado grau de infecção por helmintos (Goldberg *et al.*, 2007; Hamann & González, 2010; Bursey & Brooks, 2010). As classes Nematoda e Trematoda são as mais comumente registradas parasitando esses anfíbios,

sendo Cosmocercidae, Molineidae, Physalopteridae, Rhabdiasidae, Glythelminthidae, Diplodiscidae, Gorgoderidae, Plagiorchiidae os táxons mais frequentes (Duré *et al.*, 2004; Campião *et al.*, 2014; 2015).

Dentre os leptodactilídeos, o táxon Leiuperinae, é composto por 69 espécies dividida em cinco gêneros *Edalorhina* Jiménez de la Espada 1870, *Engystomops* Jiménez de la Espada 1872, *Physalaemus* Spix, 1824, *Pleurodema* Tschudi 1838 e *Pseudopaludicola* Miranda-Ribeiro 1926 (Segalla *et al.*, 2016). Poucos são os registros encontrados na literatura da helmintofauna associada aos gêneros *Engystomops*, *Pleurodema*, *Physalaemus* e *Pseudopaludicola* (Duré *et al.*, 2004; González & Hamann, 2004; Bursey & Brooks, 2010; Toledo *et al.*, 2013; Teles *et al.*, 2015). Consequentemente, os estudos realizados para esses gêneros são escassos para registrar toda a riqueza de helmintos associados.

Das 21 espécies de *Pseudopaludicola* (Segalla *et al.* 2016) apenas duas foram estudadas quanto à comunidade de helmintos associados, *Pseudopaludicola boliviana* Parker 1927, com riqueza de dez espécies entre trematódeos, cestódeos, nematódeos e acantocéfalo (Duré *et al.*, 2004; González & Hamann, 2012), e *Pseudopaludicola falcipes* Hensel 1867 com registro de apenas uma espécie de nematódeo *Cosmocerca podicipinus* Baker e Vaucher 1984 (González & Hamann, 2004; 2009). *Pseudopaludicola pocoto* Magalhães, Loebmann, Kokubum, Haddad e Garda 2014, descrita para o nordeste brasileiro é uma espécie de ampla distribuição no domínio Caatinga. No entanto, não há registros na literatura de estudos ecológicos para essa espécie, apenas de sua distribuição geográfica (Magalhães *et al.*, 2014; Pereira *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2015, Lantyer-Silva *et al.*, 2016).

Assim, com o objetivo de colaborar com informações ecológicas acerca dos aspectos parasitológicos associados à espécie *P. pocoto* este trabalho descreve a composição da comunidade de helmintos associados a *P. pocoto* e fornece informações sobre a helmintofauna associada ao táxon Leptodactylidae.

## Materiais e métodos

O estudo foi realizado na bacia do reservatório do Benguê (06°36'04"S, 40°08'06"W) uma área que compreende cerca de 964 km<sup>2</sup> localizado no município de Aiuaba, microrregião do Sertão dos Inhamuns, Estado do Ceará (Hidrosed, 2014). O município encontra-se em uma das áreas mais secas do Ceará, apresentando precipitação média em torno de 560 mm anuais (Funceme, 2016). As coletas foram realizadas entre os anos de setembro de 2013 e março de 2017, durante as estações seca e chuvosa, totalizando oito coletas de campo, quatro no período seco e quatro no período chuvoso.

No total foram coletados manualmente por meio de busca ativa 817 espécimes de *P. pocoto*, em seguida foram eutanasiados com injeção de tiopental sódico, fixados em formol 10% e conservados em álcool 70%. Os espécimes estão depositados na coleção do laboratório de Herpetologia da Universidade Regional do Cariri (URCA-H), Crato, Ceará. O estudo foi desenvolvido de acordo com a autorização IBAMA/SISBIO N° 29613-1; 55467-1, para atividades com finalidade científica.

Para o exame parasitológico os espécimes foram necropsiados e tiveram os seguintes órgãos analisados: pulmão, coração, trato digestivo, fígado, rins e cavidade celomática. Os helmintos encontrados foram coletados conforme o método de Amato *et al.* (1991) e conservados em álcool 70% até o preparo das lâminas para identificação das espécies. Para a identificação dos nematoides, foi necessário o processo de clarificação com lactofenol de Aman, montagem em lâminas temporárias e visualização com o auxílio de microscópio (Andrade, 2000). As espécies foram determinadas com a utilização dos trabalhos de Yamaguti (1961), Sprent (1978), Vicente *et al.* (1991) e Gibbons (2010).

Os parasitos foram quantificados e identificados quanto a nível de família, gênero e espécie. As análises dos parâmetros parasitários como prevalência (P), intensidade média de infecção (IMI) e abundância média de infecção (AM) foram calculados de acordo com Bush *et al.* (1997). As amostras de todos os parasitas foram depositadas na coleção helmintológica do Departamento de Parasitologia do Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu.

## Resultados e Discussão

Foram necropsiados um total de 817 indivíduos de *Pseudopaludicola pocoto* dos quais 406 espécimes estavam parasitados (49,7%) e apresentaram uma intensidade média de infecção ( $1 \pm 0,5$ ) e abundância média (0,49) de helmintos por indivíduo. Um total de 803 helmintos foram coletados os quais representaram uma riqueza de oito espécies de parasitas associados a *P. pocoto* (Tabela 1).

**Tabela 1.** Comunidade componente de helmintos associados a *Pseudopaludicola pocoto* do município de Aiuaba, Ceará, Brasil. Prevalência (%); IMI – intensidade média de infecção; AM – Abundância média; SI – sítio de infecção.

Helmintos	Prevalência	IMI	AM	SI	Estágio	Amplitude
<b>Nematoda</b>						
<i>Rhabdias</i> sp.	22.6	1.49±1.7	0.34	Pulmão	Adulto	1-8
<i>Cosmocerca</i> cf. <i>parva</i>	25.5	1.35±1.4	0.34	Est, ID e IG	Adulto	1-5
<i>Oxyascaris oxyascaris</i>	12.3	1.54±1.8	0.2	IG	Adulto	1-7
<i>Physaloptera</i> sp.	0.1	1±1	0	Est	Larva	0-1
<i>Spiroxys</i> cf. <i>figueiredoi</i>	0.4	1±1	0	Cav	Adulto	0-1
<i>Brevimulticaecum</i> sp.	0.1	1±1	0	Cav	Adulto	0-1
Nematoda não identificado	2.9	1.5±2.3	0.4	Est, ID e Cav	Larva	1-4
<b>Acanthocephala</b>						
Cistacanto	1.1	1.43±1.79	0	Cav	Cisto	1-3

A espécie *Pseudopaludicola pocoto* apresentou uma riqueza de oito espécies de endoparasitas, a segundo maior dentre as espécies inventariadas para o gênero (Duré *et al.*, 2004; González & Hamann, 2004). Entretanto diferentes estudos demonstram relação entre o tamanho corporal do hospedeiro, o esforço amostral e sua riqueza parasitária (Price, 1990; Kamiya *et al.*, 2014; Campião *et al.*, 2015). Como as demais espécies do gênero, *P. pocoto* apresenta pequeno tamanho corporal, o que implica supor existir uma taxa menor de riqueza de helmintos. No entanto, o grande esforço amostral foi importante para revelar espécies raras na população.

A comunidade componente de helmintos associados a espécie *P. pocoto* é formada principalmente por nematódeos, diferindo do trabalho de Duré *et al.* (2004) onde a comunidade de helmintos que parasitam *P. boliviana* apresenta maior diversidade de espécies, sendo a classe Trematoda (70%) a que apresentou a maior riqueza e intensidade de infecção. Das três espécies do gênero *Pseudopaludicola* investigadas quanto a helmintofauna, *P. boliviana* foi a que apresentou a maior riqueza de espécies de parasitas (S=10), seguidas por *P. pocoto* (S=8) e *P.*

*falcipes* (S=1). Em relação ao parasitismo por nematódeos *P. pocoto* apresentou a maior riqueza (S=7) enquanto *P. boliviana* e *P. falcipes* apresentaram infecção somente por Cosmocercidae das espécies: *Cosmocerca* sp. e *Cosmocerca podicupinus*, respectivamente (Duré *et al.*, 2004; González & Hamann, 2004).

As diferenças na composição da comunidade de helmintos de *P. pocoto* com a comunidade de *P. boliviana* podem ter ocorrido em virtude de diferenças geográficas e ambientais. A província de Corrientes, Argentina, onde a espécie *P. boliviana* foi estudada, é caracterizada por apresentar ampla heterogeneidade de habitats e compreender numerosos corpos d'água temporários e permanentes além de possuir ambientes com solos arenosos encharcados (Serra, 2002; Duré *et al.*, 2004), um ambiente favorável para Trematoda e Cestoda completarem seus ciclos de vida (Criscione & Blouin, 2004). O que pode ter facilitado a uma maior ocorrência dessas classes.

A espécie *P. pocoto* por sua vez, apresentou uma comunidade componente formada principalmente por nematódeos, o que pode estar relacionado com as características do ambiente no qual o espécime é encontrado. O município de Aiuaba apresenta baixos índices de pluviosidade e temperaturas anuais alta típico de climas semiárido, e o solo é constituído por material argiloso-silte-arenoso (Ipece, 2014). Em virtude das características do hospedeiro, *P. pocoto* possui hábitos de vida terrestres, assim como as demais espécies do táxon Leptodactylidae (Frost, 2013). Em função disso, pode ser que haja relação entre o modo de vida de *P. pocoto* e a forma de infecção dos helmintos, considerando que as espécies de parasitas mais abundantes nesse estudo apresentam ciclo de vida direto.

Os nematódeos mais abundantes e que mais infectaram os indivíduos de *P. pocoto* foram as espécies de *Rhabdias* sp. (N = 279; 22,6% e 1,49), *C. cf. parva* (N = 285; 25,5% e 1,35) e *O. oxyascaris* (N = 157; 12,3% e 1,54), enquanto que em *P. boliviana*, o nematódeo *Cosmocerca* sp. apresentou prevalência e intensidade média de infecção de (75% e 1,5).

Rhabdiasidae Railliet, 1915

*Rhabdias* Stiles & Hassall, 1905

*Rhabdias* sp.

O táxon cosmopolita Rhabdiasidae Railliet, 1915 inclui atualmente mais de 100 espécies de nematódeos parasitas de répteis e anfíbios (Tkach *et al.*, 2014). O gênero *Rhabdias* atualmente inclui aproximadamente oitenta espécies, sendo quinze válidas para região Neotropical (Kuzmin *et al.*, 2016). Das espécies que ocorrem no Brasil, sete foram registradas infectando anfíbios e répteis: *R. androgyna* Kloss 1971, *R. fuelleborni* Travassos 1926, *R. hermafrodita* Kloss 1971, *R. galactonoti* Kuzmin, Melo, Silva-Filho, Santos 2016, *R. paraenses*



Santos et al. 2011, *R. breviensis* Nascimento et al. 2013 e *R. stenocephala* Kuzmin, Melo, Silva-Filho, Santos 2016 (Kuzmin *et al.*, 2016).

Os caracteres morfológicos e morfométricos diagnósticos frequentemente usados para a caracterização das espécies desse gênero possuem muita sobreposição (Tkach *et al.*, 2014). Atualmente, os caracteres morfológicos mais promissores e com uma tendência a acompanhar os resultados dos dados moleculares são a forma e a estrutura da região apical, que se classificam em cinco: (a) ausência de lábios, (b) seis lábios uniformes em tamanho e forma, (c) quatro lábios submedianos e dois pseudolábios, (d) dois pseudolábios laterais e quatro em formas de protuberâncias e (e) espécies com apenas dois pseudolábios (Kuzmin, 2013; Tkach *et al.*, 2014). A partir dos espécimes coletados foi possível identificar que as características morfológicas apicais são condizentes com as características das espécies neotropicais, seis lábios uniformes em comprimento e forma (Tkach *et al.*, 2014).

Análises morfométricas realizadas para os espécimes de *Rhabdias* coletados nesse trabalho demonstram caracteres morfológicos da região apical e morfométricos diferentes das espécies registradas para o Brasil, o que nos levou a implementação das análises moleculares para a certificação de uma possível nova espécie para o gênero e uma posterior descrição.

A presença do gênero *Rhabdias* na espécie *P. pocoto* representa o primeiro registro para este gênero.

Cosmocercidae Railliet, 1916

Cosmocercinae Railliet, 1916

*Cosmocerca* Diesing, 1861

*Cosmocerca* cf. *parva* Travassos, 1925

Espécies do gênero *Cosmocerca* são amplamente distribuídas ao longo de todos os continentes. Atualmente existem trinta espécies descritas para o gênero, sendo dez descritas para a região Neotropical (Burseley *et al.*, 2015). Peru, Argentina e Brasil são os países na América do Sul com maiores números de registros de infecção em anfíbios por *C. parva*, respectivamente (Santos & Amato, 2013). No Brasil a espécie foi descrita inicialmente de *Hylodes nasus* em Angra dos Reis, RJ. Os registros desse helminto parasita concentram-se principalmente nas regiões Sul e Sudeste infectando espécies dos taxa Brachycephalidae, Leptodactylidae, Hylodidae, Hylidae e Bufonidae (Camião *et al.*, 2014).

*Cosmocerca parva* apresenta grande distribuição ao longo da América Central e América do Sul, assim possuindo variações morfológicas quanto ao comprimento do corpo, largura e o número de plectanas (5-7) (Rizvi *et al.*, 2011). Conforme González & Hamann (2011) essas variações ocorrem de acordo com o hospedeiro e por vezes dentro do mesmo

indivíduo. Apesar de possuir as mesmas características morfológicas da espécie descrita por Travassos, 1925, a heterogeneidade de habitat, padrões de dispersão e diferentes pressões evolutivas ao longo do tempo proporcionam fenômenos de especiação (Colley & Fischer, 2013). A atual distribuição da espécie de *C. parva* ao longo dos continentes, corresponde a essas premissas evolutivas sendo assim motivo de investigação quanto a esses fenômenos de especiação. Portanto, a espécie de *Cosmocerca* cf. *parva* registrada para a região do Nordeste brasileiro necessita de estudos mais acurados, principalmente com a implementação de análises moleculares para a determinação da espécie, o que pode promover maior clareza na identificação e padrão de distribuição dessa espécie. Este é o primeiro registro de infecção por *Cosmocerca* para o gênero *Pseudopaludicola* no Nordeste brasileiro e uma ampliação da área de distribuição do gênero para o domínio das Caatingas.

Oxyascarididae (Travassos, 1920) Freitas, 1958

*Oxyascaris* Travassos, 1920

*Oxyascaris oxyascaris* Travassos, 1920

Parasitas de anfíbios e répteis, a espécie *O. oxyascaris* foi descrita inicialmente parasitando a serpente *Mastigodryas bifossatus* Raddi 1820 (= *Drymobius bifossatus*) no Rio de Janeiro (Vicente, 1991). Atualmente o gênero é constituído por quatro espécies *O. oxyascaris*; *O. similis* Freitas 1958; *O. caudacutus* Freitas 1958 e *O. mcdiarmidi* Bursey e Goldberg, 2007 (Bursey *et al.*, 2007). O gênero possui ciclo de vida direto e sua infecção ocorre por meio de ingestão de larvas (Anderson, 2000; Campião *et al.*, 2014). Para o Brasil há registros de *O. oxyascaris* infectando anfíbios da família Leptodactylidae nas regiões Sul e Sudeste (Vicente, 1991). No Nordeste os registros são restritos aos estados da Bahia e Pernambuco (Teles *et al.*, 2015). Este é o primeiro registro para o gênero *Pseudopaludicola* e uma ampliação de distribuição do gênero para o nordeste.

Physalopteridae Railliet, 1893 Leiper, 1908

*Physaloptera* Rudolphi, 1819

*Physaloptera* sp.

Este espécime não pode ser identificado devido ao seu estágio de maturação. *Physaloptera* são parasitas de todas as classes de vertebrados terrestres (Anderson, 2000; Gorgani *et al.*, 2013). Possuem ciclo de vida indireto, sendo os anfíbios hospedeiros intermediários (Camião *et al.*, 2014). Atualmente têm sido registradas para a América do Sul e Brasil infectando répteis e mamíferos as seguintes espécies: *P. liophis* Vicente e Santos 1974, *P. obtusíssima* Molin 1860, *P. monodens* Molin 1860, *P. tubinambae* Pereira *et al.*, 2012, *P.*

*praeputialis* Linstow 1889, *P. lutzi* Cristofaro Guimaraes e Rodrigues 1976, e *P. retusa* Rudolphi 1819, (Ávila & Silva, 2010; Ávila *et al.*, 2012; Ramos *et al.*, 2016). Para a Caatinga foram registradas larvas desse helminto infectando lagartos das famílias Tropiduridae e Teiidae (Ávila *et al.*, 2012). Quanto à anfíbios há registro de infecção por larva de Physalopteridae no município de Angicos (RN) no hospedeiro *Rhinella granulosa* (Madelaire *et al.*, 2017).

O gênero *Physaloptera* é encontrado em todas as classes de vertebrados, apesar disso estes parasitas são também descritos em animais domésticos tais como cães e gatos (Ramos *et al.*, 2016). No Brasil esse gênero é encontrado infectando diferentes espécies de lagartos nos biomas da Amazônia, Caatinga, Pantanal e Cerrado (Anjos *et al.*, 2011; Albuquerque *et al.*, 2012; Ávila *et al.*, 2012; Ramos *et al.*, 2016). Os baixos valores dos descritores parasitológicos dessa espécie registrada nesse trabalho supõem-se que em razão do esforço foi importante para revelar espécies raras associado a este hospedeiro. Esse é o primeiro registro de larva de *Physaloptera* infectando o gênero *Pseudopaludicola* na Caatinga.

#### Gnathostomatidae

*Spiroxys*, Schneider, 1866

*Spiroxys* cf. *figueiredoi*

Espécies de *Spiroxys* são parasitas estomacais principalmente de quelônios de água doce (Todd, 1969; Berry, 1985). Entretanto infecção em anfíbios e squamata já foram registrados (Hasegawa *et al.*, 1998). Este gênero apresenta-se amplamente distribuído através das regiões Eurásia Paleártica, Norte da África, América do Norte e países Neotropicais (Hasegawa *et al.*, 1998; Mascarenhas & Muller, 2015). Atualmente o gênero é composto por dezoito espécies, sendo onze descritas parasitando quelônios de água doce da subordem Criptodira, e os demais distribuídos parasitando serpentes do táxon Colubridae, duas espécies de anfíbios anuros e espécies da ordem Caudata (Hasegawa *et al.*, 1998; Roca & García, 2008). Duas espécies do gênero são encontradas no Brasil, *S. contortus* Rudolphi 1819, descritas para o Sul e Sudeste e *S. figueiredoi* Freitas e Dobbin 1962, com registros para as regiões Norte-Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste infectando as espécies de quelônios *Kinosternon scorpioides* Linnaeus 1766, *Phrynops geoffroanus* Gorzula e Señaris 1999 e *P. hilarii* Duméril Bibron 1835, *Mesoclemmys vanderhaegei* Bour 1973 e serpentes como *Pseudoboa nigra* Duméril Bibron e Duméril 1854 (Vicente *et al.*, 1993; Bernadon *et al.*, 2013; Mascarenhas & Muller, 2015). Também houveram registros de infracomunidades de larvas de *Spiroxys* infectando três espécies de peixes carnívoros de reservatórios *Pygocentrus piraya* Cuvier, 1819, *Serrasalmus brandtii* Lutken 1875, *Cichla kelberi* Kullander e Ferreira 2006 (Santos *et al.*, 2009; Santos-Clapp *et al.*, 2014).

As espécies do gênero *Spiroxys* estão divididas atualmente em três grupos. Grupo 1 caracterizado pela presença de dentes em cada lóbulo do pseudolábio, grupo 2 com dentes somente no lóbulo mediano e por fim Roca & García (2008) propuseram um terceiro grupo que são os que não possuem dentes, sendo estes últimos encontrados nas regiões zoogeográfica Oriental, Australiana e da Etiópia (Purwaningsih, 2015). As espécies que ocorrem no Brasil, *S. contortus* e *S. figueiredoi*, estão inseridas no segundo grupo (Mascarenhas & Muller, 2015).

Considerando o ciclo de vida heteroxênico e os baixos valores dos descritores parasitológicos de *S. figueiredoi* registrada nesse trabalho supõe-se que em razão do esforço foi importante para revelar espécies raras associado a este hospedeiro. Esse é o primeiro registro de *Spiroxys* cf. *figueiredoi* infectando anfíbios da Caatinga e o primeiro registro para o gênero *Pseudopaludicola*.

#### Heterocheilidae Railliet e Henry 1912

*Brevimulticaecum* Mozgovoy, Skrjabin, Shikhobalova e Mozgovoy, 1951

*Brevimulticaecum* sp.

Atualmente as espécies do gênero *Brevimulticaecum* são descritas ocorrendo nos continentes da África, América e Oceania parasitando espécies de peixes de água doce e crocodilianos (Vieira *et al.*, 2010). É caracterizado por possuir lábios lisos com margens aladas e ausência de sulcos dentíferos, poro excretor localizado anterior ao anel nervoso e ventrículo com apêndices curtos (González & Hamann, 2013). Indivíduos imaturos de *Brevimulticaecum* foram descritos em espécies como a serpente brasileira *Bothrops neuwiedi* Wagler 1824, *Dendropsophus minutus* Peters 1872 e em peixes de água doce das espécies *Gymnotus carapo* Linnaeus 1758 e *Loricariichthys brunneus* Hancock 1828 (Sprent, 1979; Moravec & Kaiser, 1994; Moravec *et al.*, 1997; Vieira *et al.*, 2010).

Ainda que este helminto possua ciclo de vida heteroxênico e anfíbios possam agir como hospedeiros paratênicos ou intermediários para larvas de *Brevimulticaecum* (Moravec & Kaiser, 1994; Moravec, 1998; Vieira *et al.*, 2010), considerando os baixos valores dos parâmetros parasitológicos citados nesse estudo supõe-se que em razão do esforço foi importante para revelar espécies raras associado a este hospedeiro. Este é o primeiro registro para o gênero *Pseudopaludicola* e um novo registro para a região do Nordeste brasileiro.

#### Acanthocephala Koelreuther, 1771

Larvas encistadas (cistacanto)

Acantocéfalos possuem complexos ciclos de vida, utilizando hospedeiros invertebrados como intermediários e vertebrados como hospedeiros definitivos (Kennedy, 2006). Há diferentes registros de infecção em anfíbios por larvas encistadas (cistacanto) de Acanthocephala e formas

adultas desses helmintos (De Fabio, 1982; Puga & Torres, 1996; Smales, 2007; Santos & Amato, 2010). A ocorrência de cistacantos em anfíbios pode indicar que estes atuem como hospedeiros paratênicos desses parasitas, sendo a infecção ocorrendo através da ingestão direta de presas infectadas (Santos & Amato, 2010; Campião *et al.*, 2015).

Outro registro de infecção por acantocéfalos em espécies do gênero *Pseudopaludicola* foi realizado por Duré *et al.* (2004) que observou baixos valores de prevalência e intensidade média de infecção de *Centrorhynchus* sp. em *P. boliviana*. A presença de larvas encistadas (cistacanto) de acantocéfalo neste trabalho é similar ao registrado por Duré *et al.* (2004), em ambos os estudos houveram baixos índices de prevalência e intensidade média de infecção em *P. pocoto* (1,1% e 1,43) e *P. boliviana* (4% e 1,0). Uma hipótese seria que a posição de ambas as espécies nas redes de interações ecológicas, não permitam que sejam bons hospedeiros paratênicos para essas espécies de acantocéfalos, havendo assim maior dificuldade em serem predados por um hospedeiro vertebrado definitivo no qual o cistacanto viria a completar seu ciclo de vida.

#### Nematoda não identificado

Um total de trinta indivíduos endoparasitas foram observados, mas não foi possível identifica-los devido ao estágio de desenvolvimento no qual se encontravam. Os espécimes foram capturados em diferentes sítios do hospedeiro.

O tamanho corporal do hospedeiro tem sido sugerido como um traço determinante que prediz a riqueza de espécies e afeta a composição de comunidades parasitas (Poulin, 2007; Campião *et al.*, 2015). Quanto maior o hospedeiro maior a riqueza e abundância de helmintos contidos no indivíduo, assim o tamanho corporal de *P. pocoto* foi um fator importante para a composição das espécies parasitas.

Todas as ocorrências citadas neste trabalho são novos registros para o gênero *Pseudopaludicola*, além de três novos registros de ampliação da distribuição de algumas espécies de helmintos para o nordeste brasileiro. O domínio Caatinga com toda sua heterogeneidade de habitats concentrada na região do semiárido, contempla uma diversa fauna de anfíbios (Camurugi *et al.*, 2010; Andrade *et al.*, 2014; Borges-Leite *et al.*, 2014; Cavalcanti *et al.*, 2014), entretanto, em relação à estudos parasitológicos possui pouco conhecimento produzido a respeito da diversidade de endoparasitos a estes associados.

A distribuição geográfica do hospedeiro não apresenta influência sobre a riqueza e composição de espécies parasitas (Camião *et al.*, 2015). *P. pocoto* é uma espécie amplamente distribuída ao longo do domínio das Caatingas (Magalhães *et al.*, 2014; Andrade *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2015, Lantyer-Silva *et al.*, 2016), desse modo, estudos podem ser elaborados para testar se o padrão da distribuição desta espécie altera a composição e riqueza de espécie

parasitas. Ainda, pode-se comparar a similaridade entre essas populações de hospedeiros e as diferenças entre a composição e riqueza de helmintos associados à hospedeiros em diferentes localidades. Podendo assim, colaborar ou refutar com os resultados da influência da distribuição geográfica na composição e riqueza de endoparasitas.

## Referências

- Albuquerque, S., Ávila, R.W., & Bernarde, P.S.** (2012) Occurrence of helminths in lizards (Reptilia: Squamata) at Lower Moa River Forest, Cruzeiro do Sul, Acre, Brazil. *Comparative Parasitology* **79**, 64–67
- Amato, F.R., Boeger, W.A. & Amato, S.B.** (1991) Protocolos para laboratório - coleta e processamento de parasitos de pescado. Rio de Janeiro: imprensa universitária- UFRRJ, 81p.
- Anderson, R.C.** (2000) Nematode parasites of vertebrates. Their development and transmission, 2nd edn. 17 pp. Cab international, Wallingford.
- Andrade, C.M.** (2000) Meios e soluções comumente empregados em laboratórios. 1st. Edn 353 pp. Editora Universidade Rural, Rio de Janeiro.
- Andrade, E.B., Almeida, J.R.S.L. & Andrade, G.V.** (2014) Anurans from the municipality of Ilha Grande, Parnaíba River Delta, Piauí, Northeastern Brazil. *Herpetology notes* **7**, 219-226
- Andrade, I.S., Barros, L.C.S., Oliveira, A.F.S., Juncà, F.A. & Magalhaes, F.M.** (2015) Distribution extension of *Pseudopaludicola pocoto* Magalhães, Loebmann, Kokubum, Haddad & Garda, 2014 (Anura: Leptodactylidae: Leiuperinae) in State of Minas Gerais, Brazil. *Herpetology notes* **8**, 227-229
- Anjos, L.A., Bezerra, C.H., Passos, D.C., Zanchi, D. & Galdino, C.A.B.** (2011) Helminth fauna of two gecko lizards, *Hemidactylus agrius* and *Lygodactylus klugei* (Gekkonidae), from Caatinga biome, Northeastern Brazil. *Neotropical Helminthology* **5**, 285-290
- Ávila, R.W., Silva, R.J.** (2010) Checklist of helminths from lizards and amphisbaenians (Reptilia, Squamata) of South America. *Journal of venomous animals and toxins including tropical diseases* **16**, 543-572
- Ávila, R.W., Anjos, L.A., Ribeiro, S.C., Morais, D.M., Silva, R.J. & Almeida, W.O.** (2012) Nematodes of lizards (Reptilia: Squamata) from Caatinga Biome, Northeastern Brazil. *Comparative Parasitology* **79**, 56-63
- Ávila, R.W.** (2015) Herpetofauna do sul do Ceará e sertão pernambucano. 1st. edn. 175 pp. Universidade Regional do Cariri, Crato Ceará.
- Berry, G.N.** (1985) A new species of the genus *Spiroxys* (Nematoda: Sipuroidea) from Australian chelonians of the genus *Chelodina* (Chelidae). *Systematic Parasitology* **7**, 59-68

**Bernadon, F.F., Valente, A.L. & Muller, G.** (2013) Gastrointestinal helminths of the Argentine side-necked turtle, *Phrynops hilarii* (Duméril & Bibron, 1835) (Testudines, Chelidae) in South Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* **8**, 55–57

**Borges-Leite, M.J., Rodrigues, J.F.M. & Borges-Nojosa, D.M.** (2014) Herpetofauna of a Coastal Region of Northeastern Brazil. *Herpetology notes* **7**, 405-413

**Burse, C.R. & Goldberg, S.R.** (2007) A new species of *Oxyascaris* (Nematoda, Cosmocercidae) in the Costa Rica brook frog, *Duellmanohyla uranochroa* (Anura, Hylidae). *Acta Parasitologica* **52**, 58–61

**Burse, C.R. & Brooks, D.R.** (2010) Nematode parasites of 41 anuran species from the area de conservacion Guanacaste, Costa Rica. *Comparative Parasitology* **77**, 221–231

**Burse, C.R., Goldberg, S.R., Siler, C.D. & Brown, R.M.** (2015) A new species of *Cosmocerca* (Nematoda: Cosmocercidae) and other helminths in *Cyrtodactylus gubaot* (Squamata: Gekkonidae) from the Philippines. *Acta Parasitologica* **60**, 675-681

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

**Camurugi, F., Lima, T.M., Mercês, E.A. & Juncá, F.A.** (2010) Anurans of the reserva ecológica da Michelin, municipality of Igrapiúna, state of Bahia, Brazil. *Biota neotropical* **10**, 305-312

**Campião, K.M, Morais, D.H, Dias, O.T, Aguiar, A., Toledo, G., Tavares, L.E.R. & Silva, R.J.** (2014) Checklist of helminth parasites of amphibians from South America. *Zootaxa* **30**, 1–93

**Campião, K.M, Ribas, A.C.A., Morais, D.H, Dias, O.T, Silva, R.J. & Tavares, L.E.R.** (2015) How many parasites species a frog might have? Determinants of parasite diversity in South American anurans. *PlosONE* **10**, 1-12

**Cavalcanti, L.B.Q., Costa, T.B., Colli, G.R., Costa, G.C., França, F.G.R., Mesquita, D.O., Palmeira, C.N.S., Pelegrin, N., Soares, A.H.B., Tucker, D.B. & Garda, A.A.** (2014) Herpetofauna of protected areas in the Caatinga II: Serra da Capivara National Park, Piauí, Brazil. *Check List* **10**, 18–27



**Colley, E. & Fischer, M.L.** (2013) Especiação e seus mecanismos: histórico conceitual e avanços recentes. *História, Ciências, Saúde* **20**, 1671-1694

**Criscione, C.D., Blouin, M.S.** (2004) Life cycles shape parasite evolution: comparative population genetics of salmon trematodes. *Evolution* **58**, 198–202

**De Fabio, S.P.** (1982) Helminhos de populações simpátricas de algumas espécies de anfíbios anuros da Família Leptodactylidae. *Arquivos da Universidade Federal do Rio de Janeiro* **5**, 69-83

**Duré, M.I., Schaefer, E.F., Hamann, M.I. & Kehr, A.I.** (2004) Consideraciones ecológicas sobre la dieta, la reproducción y el parasitismo de *Pseudopaludicola boliviana* (Anura, Leptodactylidae) de Corrientes, Argentina. *Phyllomedusa* **3**, 121–131

**Frost, D.R.** (2013) Amphibian species of the world: an online reference. Version 5.6. American Museum of Natural History, New York, USA. Available from <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/> (accessed 14 de outubro de 2016)

**Funceme** (2016) Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - Zoneamento Geoambiental do Ceará: Mesorregião do Sul cearense. Fortaleza, Ceará.

**Gibbons, L.** (2010) Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates. 416 pp. Supplementary Volume. CABI International, Wallingford, U.K.

**Goldberg, S.R., Bursey, C.R., Caldwell, J.P., Vitt, L.J. & Costa, G.C.** (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.** (2004) Primer registro de *Cosmocoerca podicipinus* Baker y Vaucher, 1984 (Nematoda, Cosmocercidae) en *Pseudopaludicola falcipes* (Hensel, 1867) (Amphibia, Leptodactylidae) en Argentina. *Facena* **20**, 65–72

**González, C.E. & Hamann, M.I.** (2009) Seasonal occurrence of *Cosmocerca podicipinus* (Nematoda: Cosmocercidae) in *Pseudopaludicola falcipes* (Amphibia, Leiuperidae) from the agricultural area in Corrientes, Argentina. *Revista Ibero-latinoamericana Parasitología* **68**, 173–179

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

**González, C.E. & Hamann, M.I.** (2012) Seasonal occurrence of *Cosmocerca podicipinus* (Nematoda: Cosmocercidae) in *Pseudopaludicola boliviana* (Anura: Leiuperidae) from natural environments in Corrientes Province, Argentina and aspects of its population structure. *Parasitology Research* **111**, 1923–1928.

**González, C.E. & Hamann, M.I.** (2013) First record of *Brevimulticaecum* larvae (Nematoda, Heterocheilidae) in amphibians from northern Argentina. *Journal of Biology* **73**, 451–452

**Gorgani, T., Naem, S., Farshid, A.A. & Otranto, D.** (2013) Scanning electron microscopy observations of the hedgehog stomach worm, *Physaloptera clausa* (Spirurida: Physalopteridae). *Parasites & vectors* **6**, 87

**Hamann, M.I. & González, C.E.** (2010) Helminth community structure of *Scinax nasicus* (Anura: Hylidae) from a South American subtropical area. *Diseases of Aquatic Organisms* **93**, 71–82

**Hasegawa, H., Miyata, A. & Doi, T.** (1998) *Spiroxys hanzaki* n. sp. (Nematoda: Gnathostomatidae) collected from the giant salamander, *Andrias japonicus* (Caudata: Cryptobranchidae) in Japan. *Journal Parasitology* **84**, 831–4

**Hidrosed** (2014) Hidrosed: grupo de pesquisa hidrosedimentológica do semiárido. Available from <http://www.hidrosed.ufc.br/>. Accessed 22 Fev. 2017

**Ipece** (2014) Perfil Básico Municipal do Município de Aiuaba. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará

**Kamiya, T., O'dwyer, K., Nakagawa, S. & Poulin, R.** (2014) Host diversity drives parasites diversity: meta analytical insights into patterns and causal mechanisms. *Ecography* **37**, 689–697

**Kennedy, C.R.** (2006) Ecology of the Acanthocephala. Cambridge university press, New York

**Kuzmin, Y.** (2013) Review of Rhabdiasidae (Nematoda) from the Holarctic. *Zootaxa* **3639**, 001–076.

**Kuzmin, Y., Melo, F.T.V., Silva-Filho, H.F. & Santos, J.N.** (2016) Two new species of *Rhabdias* Stiles et Hassall, 1905 (Nematoda: Rhabdiasidae) from anuran amphibians in Pará, Brazil. *Folia parasitol.* **63**, 15.

**Lantyer-Silva, A.S.F., Matos, M.A., Gogliath, M., Marciano-Jr, E. & Nicola, P.A.** (2016) New records of *Pseudopaludicola pocoto* Magalhães, Loebmann, Kokubum, Haddad e Garda, 2014 (Amphibia: Anura: Leptodactylidae) in the Caatinga Biome, Brazil. *Check list* **12**, 1–4

**Madelaire, C.B., Gomes, F.R. & Silva, R.J.** (2017). Helminth parasites of three anuran species during reproduction and drought in the Brazilian semi-arid, Caatinga. *The Journal of Parasitology*. In prelo.

**Magalhães, F.M., Loebmann, D., Kokubum, M.N.C., Haddad, C.F.B. & Garda A.A.** (2014) A new species of *Pseudopaludicola* (Anura: Leptodactylidae: Leiuperinae) from Northeastern Brazil. *Herpetologica* **70**, 77-88

**Mascarenhas, C.S. & Muller, G.** (2015) *Spiroxys contortus* (Gnathostomatidae) and *Falcaustra affinis* (Kathlaniidae) from *Trachemys dorbigni* (Emydidae) in Southern Brazil. *Comparative Parasitology* **82**, 129–136

**Moravec, F. & Kaiser, H.** (1994) *Brevimulticaecum* sp. larvae (Nematoda: Anisakidae) from the frog *Hyla minuta* Peters in Trinidad. *Journal Parasitology* **80**, 154–156

**Moravec, F., Prouza, A. & Royero, R.** (1997) Some nematodes of freshwater fishes in Venezuela. *Folia Parasitologica* **44**, 33–47

**Moravec, F. & Vargas-Vázquez, J.** (1998). Some endohelminths from the freshwater turtle *Trachemys scripta* from Yucatan, Mexico. *Journal of natural history* **32**, 455-468

**Pereira, E.N., Teles, M.J.L. & Santos, E.M.** (2015) Herpetofauna em remanescente de Caatinga no Sertão de Pernambuco, Brasil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão* **37**, 29–43

**Price, P.W.** (1990) Host populations as resources defining parasite community organization. pp. 21-40 in Esch, G. W.; Busch, A. O. and Aho, J. M. (Eds) *Parasite Communities: Patterns and Processes*, p.157-195, New York, Chapman & Hall

**Poulin, R.** (2007) *Evolutionary ecology of parasites from individuals to communities*. 2nd edn. 212 pp. Princeton University Press, Princeton, N.J.

**Puga, S. & Torres, P.** (1996) Helminths parasites of *Eupsophus roseus* (Anura: Leptodactylidae) from southern Chile. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. **94**, 725-726

**Purwaningsih, M.E.** (2015) Parasitic nematodes from turtles: New species and new record from Indonesia. *Journal of Coastal Life Medicine* **3**, 607-611

**Ramos, D.G.S., Santos A.R.G.L.O., Freitas, L.C., Correa, S.H.R., Kempe, G.V., Morgado, T.O., Aguiar, D.M, Wolf, R.W., Rossi, R.V., Sinkoc, A.L. & Pacheco, R.C.** (2016) Endoparasites of wild animals from three biomes in the state of Mato Grosso, Brazil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* **68**, 571-578

**Rizvi, A.N., Bursey, C.R. & Bhutia, P.T.** (2011) *Cosmocerca kalesari* sp. nov. (Nematoda, Cosmocercidae) in *Euphlyctis cyanophlyctis* (Amphibia, Anura) from Kalesar wildlife sanctuary, Haryana, India. *Acta Parasitologica* **56**, 202–207.

**Roberto, I.J., Ribeiro, S.C. & Loebman, D.** (2013) Amphibians of the state of Piauí, Northeastern Brazil: a preliminary assessment. *Biota Neotropical* **13**, 322-330

**Roca, V. & García, G.,** (2008) A new species of the genus *Spiroxys* (Nematoda: Gnathostomatidae) from Madagascan pleurodiran turtles (Pelomedusidae). *Journal of Helminthology* **82**, 301–303

**Santos, M.D., Albuquerque, M.C., Monteiro, C.M., Martins, A.N., Ederli, N.B. & Brasil-Sato, M.C.** (2009) First report of larval *Spiroxys* sp. (Nematoda, Gnathostomatidae) in three species of carnivorous fish from Três Marias Reservoir, São Francisco River, Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* **4**, 306-311

**Santos, V.G.T. & Amato, S.B.** (2010) *Rhinella fernandezae* (Anura, Bufonidae) a paratenic host of *Centrorhynchus* sp. (Acanthocephala, Centrorhynchidae) in Brazil. *Revista Mexicana de Biodiversidade* **81**, 53- 56

**Santos, V.G.T. & Amato, S.B.** (2013) Species of *Cosmocerca* (Nematoda, Cosmocercidae) in anurans from Southern Santa Catarina State, Brazil. *Comparative Parasitology* **80**, 123–129

**Santos-Clapp, M.D. & Brasil-Sato, M.C.** (2014) Parasite Community of *Cichla kelberi* (Perciformes, Cichlidae) in the Três Marias Reservoir, Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária* **23**, 367-374

**Segalla, M.V., Caramaschi, U., Cruz, C.A.G., Garcia, P.C.A., Grant, T., Haddad, C.F.B. & Langone, J.** (2016) Brazilian amphibians – list of species. *Sociedade brasileira de Herpetologia*. 2016.

**Serra, P.Y.** (2002) Características Geomorfológicas e Hidrográficas de la Provincia de Corrientes y su incidencia en asentamientos humanos. Tesis doctoral en Geografía de la Universidad del Salvador, Argentina.

**Silva, I.C., Lima, M.S.C.S., Santos, M.C.O., Souza, P.S. & Pederassi, J.** (2015) Geographic distribution: *Pseudopaludicola pocoto*. *Herpetological review* **46**, 213

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

**Sprent, J.F.A.** (1978) Ascaridoid nematodes of amphibians and reptiles: *Gedoelestascaris* n.g. and *Ortleppascaris* n.g. *Journal of Helminthology* **52**, 261-282

**Sprent, J.F.A.** (1979) Ascaridoid nematodes of amphibians and reptiles: *Multicaecum* and *Brevimulticaecum*. *Journal of Helminthology* **53**, 91-116

**Teles, D.A., Sousa, J.G.G., Teixeira, A.A.M., Silva, M.C., Oliveira, R.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. *Brazilian Journal of Biology* **75**, 251-253

**Tkach, V.V., Kuzmin, Y. & Snyder, S.D.** (2014) Molecular insight into systematics, host associations, life cycles and geographic distribution of the nematode family Rhabdiasidae. *International Journal for Parasitology* **44**, 273-284

**Todd-Jr., K.S.** (1969) *Spiroxys utahensis* sp. n. (Nematoda: Spiruridae) from the tiger salamander, *Ambystoma tigrinum nebulosum*. *The Journal of Parasitology* **55**, 352-354

**Toledo, G.M., Aguiar, A., Silva, R.J. & Anjos, L.A.** (2013) Helminth fauna of two species of *Physalaemus* (Anura: Leiuperidae) from an undisturbed fragment of the Atlantic Rainforest, Southeastern Brazil. *Journal Parasitology* **99**, 919-922

**Vicente, J.J., Rodrigues, H.O., Gomes, D.C. & Pinto, R.M.** (1991) Nematóides do Brasil. Parte II: Nematóides de anfíbios. *Revista brasileira de Zoologia* **7**, 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

**Vieira, K.R.I., Vicentina, A.W., Paiva, F., Pozo, C.F., Borges, F.A., Adriano, E.A., Costa, F.E.S. & Tavares, L.E.R.** (2010) *Brevimulticaecum* sp. (Nematoda: Heterocheilidae) larvae

parasitic in freshwater fish in the Pantanal wetland, Brazil. *Veterinary Parasitology* **172**, 350–354

**Yamaguti, S.** (1961) *Systema Helminthum - Nematodes*. v. 3. 1261 pp. Interscience Publishers, London.

**Capítulo 2 – Dinâmica da comunidade de helmintos associado a *Pseudopaludicola pocoto*  
no nordeste brasileiro**

Journal of Helminthology

ISSN: 0022-149X (Print), 1475-2697 (Online)

<https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-helminthology>

## **Dinâmica da comunidade de helmintos associado a *Pseudopaludicola pocoto* no nordeste brasileiro**

Charles de Sousa Silva<sup>1,2,\*</sup>, Robson Waldemar Ávila<sup>1,2</sup> e Drausio Honorio Morais<sup>1,2</sup>

1 - Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular, Departamento de Química Biológica, Universidade Regional do Cariri (URCA), Rua Cel. Antônio Luiz Pimenta 1161, Campus do Pimenta, CEP 63105-000, Crato, Ceará, Brazil.

2 - Laboratório de Herpetologia, Universidade Regional do Cariri (URCA), Rua Cel. Antônio Luiz Pimenta 1161, Campus do Pimenta, CEP 63105-000, Crato, Ceará, Brazil.

\*Corresponding author. E-mail: charles.sousa.barroso@gmail.com

### **Abstract**

Numerous factors contribute to the dynamics and structure of parasite communities such as climatic seasonality and environmental heterogeneity, as well as factors related to the host, such as spatial distribution, population density and body size. In regions of low latitudes, the climatic variation between the seasons of drought and rain influences the prevalence and the abundance of parasite communities, thus identifying which environmental factors most interfere in the assembly of helminths contributes in the understanding in the functioning of the dynamics of these parasitic communities. In order to investigate the effect of abiotic variables (rainfall, humidity and temperature) on the parasitological parameters of prevalence, average infection intensity, mean abundance, richness and diversity in the community of helminths associated with *Pseudopaludicola pocoto* in a Caatinga area, collected 817 specimens between 2013 and 2017 totaling four campaigns during the dry period and four during the rainy season. Environmental parameters of temperature, humidity and rainfall were related through a generalized linear model with the parasitological parameters of prevalence, abundance and average infection intensity of the parasite community. As results, the effect of climatic variation had significant effects on the community component of helminths associated with *P. pocoto*. Different results were observed for each of the most abundant species within the parasite assembly, where *Cosmocerca* cf. *parva* didn't suffer effects of environmental variations, whereas rainfall significantly interfered on the species *Oxyascaris oxyascaris* and humidity on the infrapopulation of *Rhabdias* sp.

**Keywords:** Anura; Neotropical; Parasites; Seasonality; Semi-arid.



## Resumo

Inúmeros fatores contribuem para a dinâmica e estrutura das comunidades de parasitas como, por exemplo, a sazonalidade climática e heterogeneidade ambiental, e ainda fatores relacionados ao hospedeiro, como distribuição espacial, densidade da população e tamanho corpóreo. Em regiões de baixas latitudes, a variação climática entre as estações de seca e chuva influenciam a prevalência e a abundância de comunidades parasitas, assim identificar os fatores ambientais que mais interferem na assembleia de helmintos contribui para a compreensão no funcionamento da dinâmica dessas comunidades parasitárias. Com o objetivo de investigar o efeito das variáveis abióticas (pluviosidade, umidade e temperatura) sobre os parâmetros parasitológicos de prevalência, intensidade média de infecção, abundância média, riqueza e diversidade na comunidade de helmintos associados a *Pseudopaludicola pocoto* em uma área de Caatinga, foram coletados 817 espécimes entre 2013 e 2017 totalizando quatro campanhas durante o período seco e quatro no período chuvoso. Parâmetros ambientais de temperatura, umidade e pluviosidade foram relacionados através de um modelo linear generalizado com os parâmetros parasitológicos de prevalência, abundância e intensidade média de infecção da comunidade de parasitas. Como resultados o efeito da variação climática exerceu efeitos significativos sobre a comunidade componente de helmintos associados a *P. pocoto*. Foram observados resultados diferentes para cada uma das espécies mais abundantes dentro da assembleia de parasitas, onde *Cosmocerca* cf. *parva* não sofreu efeitos das variações ambientais, enquanto que a pluviosidade interferiu significativamente sobre a espécie *Oxyascaris oxyascaris* e a umidade sobre a infrapopulação de *Rhabdias* sp.

**Palavras chaves:** Anura; Neotropical; Parasitas; Sazonalidade; Semiárido.

Uma crescente percepção está emergindo atualmente, na qual parasitas são reconhecido como dominantes em redes de interações ecológicas (Kamiya *et al.*, 2014). Apesar de terem sido relativamente negligenciados pelos ecólogos, os parasitos estão progressivamente sendo reconhecidos como importantes participantes nas dinâmicas ecológicas e evolutivas dos seus hospedeiros (Poulin, 1997). No estudo da comunidade de helmintos, nenhum fator é geralmente o único responsável pelo número de parasitas existentes (Hamann *et al.*, 2014). Inúmeros fatores contribuem para a dinâmica e estrutura das comunidades de parasitas como por exemplo a sazonalidade climática e heterogeneidade ambiental, ou fatores relacionados ao hospedeiro, como distribuição espacial, densidade da população e tamanho corpóreo (Aho, 1990).

Mudanças ambientais são responsáveis por causar diferentes efeitos sobre comunidades biológicas (Koprivnikar *et al.*, 2006), além de serem um dos fatores que muito influencia as relações parasita-hospedeiro (Pizzato *et al.*, 2013). Estudos de Altizer *et al.* (2006), King *et al.* (2007), Koprivnikar & Poulin (2009), Schotthoefer *et al.* (2011) e Brito *et al.* (2014), tem mostrado que variações ambientais causam mudanças no comportamento alimentar do hospedeiro, na biologia do vetor (ciclo de maturação sazonal) e mesmo no estágio infeccioso de larva do parasita. Assim, em consequência desses processos ocorrem alterações na abundância e nas taxas de transmissão desses helmintos.

A prevalência e abundância de helmintos podem ser mais influenciadas em regiões de latitudes médias, onde a estação mais fria provoca alterações na aquisição do parasita pelo hospedeiro (Pizzato *et al.*, 2013). Nas regiões tropicais, por sua vez, a prevalência e a abundância de parasitas podem aumentar ou diminuir entre os períodos de seca e chuva (Choudhury & Dick, 2000), assim, fatores climáticos como temperatura, umidade e regime de chuvas podem exercer diferentes efeitos sobre os parâmetros parasitológicos de infecção de helmintos.

Identificar quais fatores ambientais influenciam a comunidade de helmintos pode contribuir na compreensão de como a dinâmica da infecção muda através do tempo e do espaço para desvendar os mecanismos envolvidos na interação parasita-hospedeiro, portanto este trabalho além de fornecer uma lista de espécies de helmintos associado ao hospedeiro *Pseudopaludicola pocoto* tem por objetivo investigar o efeito da pluviosidade e temperatura sobre os parâmetros parasitológicos de prevalência, intensidade média de infecção, abundância, diversidade e migração entre sítios de infecção por parasitas na comunidade de helmintos associados a esse hospedeiro em uma área do semiárido brasileiro.

## Hipóteses

- ✓  $H_0$  – Os fatores abióticos não influenciam a riqueza e diversidade da comunidade componente de helmintos de *P. pocoto*.
- ✓  $H_1$  – Os fatores abióticos influenciam positivamente ou negativamente a riqueza e diversidade da comunidade componente de helmintos de *P. pocoto*.

Variáveis preditoras – Pluviosidade, umidade e temperatura.

Variáveis respostas – Prevalência, Intensidade média de infecção e abundância.

Estatística – Modelo linear generalizado (GLM).

- ✓  $H_0$  – Não existe variação espacial do uso de nicho por helmintos entre os períodos seco e chuva.
- ✓  $H_1$  – Existe variação espacial do uso de nicho por helmintos entre os períodos seco e chuva.

Variáveis preditoras – espécies de helmintos.

Variáveis respostas – sítios de infecção do hospedeiro.

Estatística – Exploração de dados, análise de correspondência (CA) e teste chi-quadrado.

## Materiais e métodos

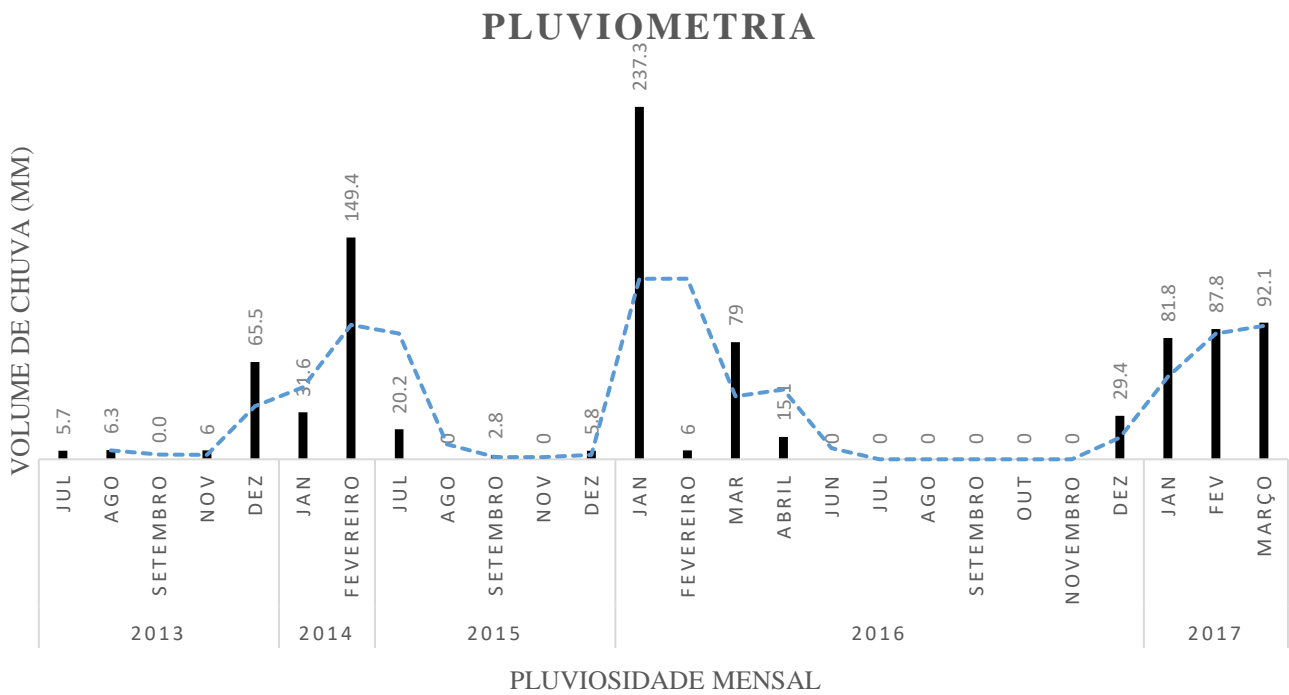
O estudo foi realizado na bacia do reservatório do Benguê (06°36'04"S, 40°08'06"W) uma área que compreende cerca de 964 km<sup>2</sup> localizado no município de Aiuaba, microrregião do Sertão dos Inhamuns, Estado do Ceará (Hidrosed, 2014). O município encontra-se em uma das áreas mais secas do Ceará, apresentando precipitação média em torno de 560 mm anuais (Funceme, 2016). As coletas foram realizadas entre setembro de 2013 e março de 2017, durante as estações seca e chuvosa, totalizando oito coletas de campo, quatro no período seco e quatro no período chuvoso.

Foram coletados manualmente 817 espécimes de *P. pocoto* através de busca ativa, em seguida eutanasiados com injeção de tiopental sódico, fixados em formol 10%, conservados em álcool 70% e por fim, depositados na coleção do laboratório de Herpetologia da Universidade Regional do Cariri - URCA-H, Crato, Ceará. A coleta dos dados de pluviosidade ocorreu a partir das médias mensais disponibilizadas pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME. Para as análises estatísticas entre os valores pluviométricos e parâmetros parasitológicos, foi extraído uma média pluviométrica trimestral referente ao intervalo de cada amostragem (Figuras 1 e 2).

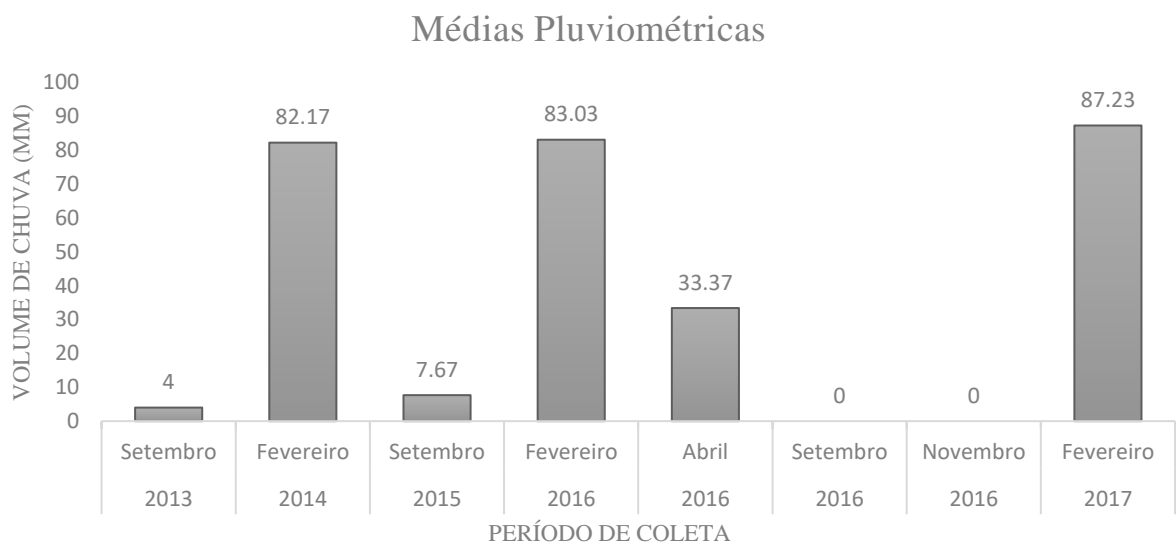
As análises dos parâmetros parasitários como prevalência, intensidade média de infecção e abundância foram calculados de acordo com Bush *et al.* (1997) seguidos do erro padrão e amplitude. Para o cálculo da agregação dos parasitas na população de hospedeiros foi utilizado o índice de discrepância (D) proposto por Poulin (1998), onde o índice tem um valor mínimo de zero ( $D = 0$ ), quando todos os hospedeiros abrigarem o mesmo número de parasitas e valor máximo ( $D = 1$ ), quando todos os parasitas são encontrados em um único hospedeiro. Este índice foi calculado com o software Quantitative Parasitology 3.0 (Rózsa *et al.*, 2000).

Para descrever a comunidade foram considerados a riqueza (número total de espécies helmintos) e a diversidade calculada através do índice de Brillouin. A comparação da diversidade entre as estações foi calculada através do teste de *Wilcoxon* para amostras pareadas, enquanto que para avaliar se houve diferenças significativas entre as prevalências, intensidade média de infecção e abundância média entre as estações foi utilizado o teste *t student* para amostras pareadas. As análises foram calculadas utilizando-se o software R (R core team, 2008). A riqueza de espécies foi estimada através da curva de rarefação ou acumulação de espécies, utilizando o programa EstimateS 9.1.0 Colwell (2013), na qual o número de espécies observadas é uma função do esforço amostral, medido em número de campanhas.

Utilizando o software R, pacote "R commander" (R core team, 2008) foi realizada uma regressão multivariada para cada variável independente, onde avaliamos a influência pluviométrica e de temperatura sobre o comportamento dos parâmetros de prevalência, intensidade média de infecção e abundância da comunidade de helmintos de *P. pocoto*. Para avaliar se houve alterações nos sítios de infecção entre as estações seca e chuvosa, foi construída uma matriz com os dados de abundância de infecção espécie/sítios e feita uma análise de correspondência (CA). No entanto, a partir dessa análise exploratória foram retirados os helmintos que não variaram de sítios entre as estações e os que apresentaram pouca frequência durante o estudo, a fim de não haver influência desses valores sobre as espécies de maior abundância e que ocupam diferentes nichos. Para avaliar a significância dos resultados foi realizado um teste de chi-quadrado com os dados organizados em uma tabela de contingência de dois fatores (Gotelli & Ellison, 2011).



**Figura 1.** Volumes pluviométricos mensais referente ao período de coleta de *P. pocoto* no município de Aiuaba, Ceará.



**Figura 2.** Médias trimestrais referentes aos meses de coleta de *P. pocoto* no município de Aiuaba, Ceará.

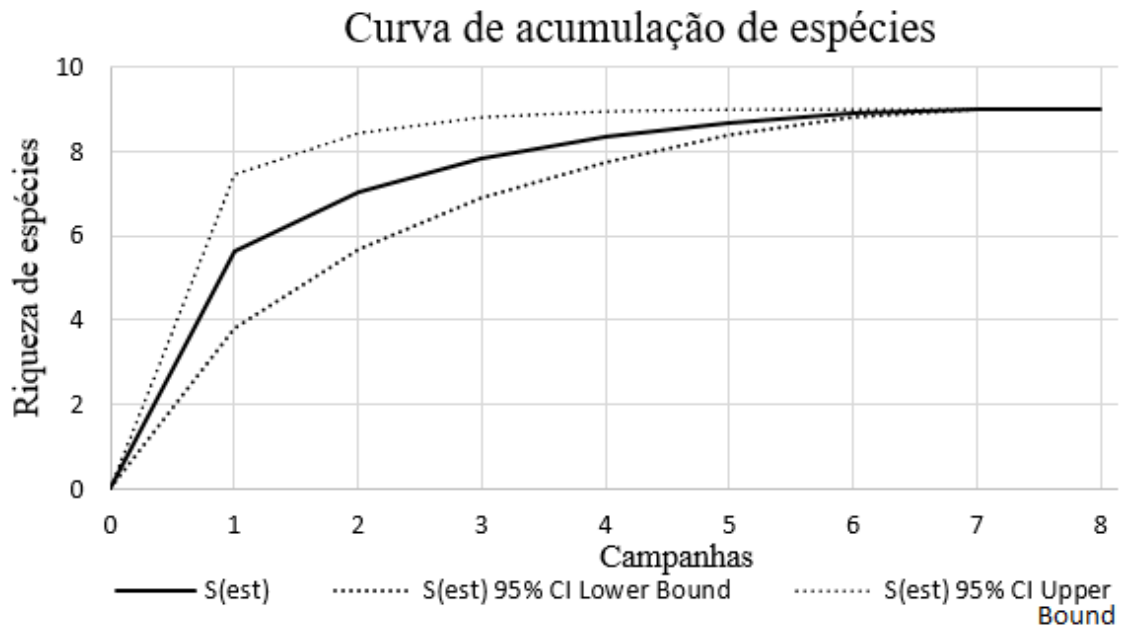
## Resultados

Foram coletados 817 espécimes de *P. pocoto* (405 no período seco e 412 no período da chuva). Dos 817 hospedeiros necropsiados, 406 estavam parasitados com pelo menos um táxon de helmintos ( $P = 49,7\%$ ,  $IMI = 1,0 \pm 0,51$ ,  $AM = 0,49 \pm 0,4$ , Amplitude = 1-8). Dos 405 hospedeiros amostrados durante o período seco, 193 estavam parasitados com pelo menos um táxon ( $P = 47,7\%$ ;  $IMI = 1,0 \pm 0,52$ ;  $AM = 0,48 \pm 0,6$ , Amplitude = 1-5) e dos 412 espécimes infectados no período chuvoso, 213 estavam parasitados com ao menos um táxon ( $P = 51,7\%$ ,  $IMI = 1,0 \pm 0,48$ ,  $AM = 0,52 \pm 0,6$ , Amplitude 1- 8).

Foram coletados 803 helmintos distribuídos entre os táxons Nematoda e Acanthocephala, apresentando uma riqueza total de oito taxa (*Rhabdias* sp. *C. parva*, *O. oxyascaris*, *Physaloptera* sp., *Brevimulticaecum* sp., *Spiroxys figueireidoi*, Nematoda não identificado e cisto de acantocéfalo). A riqueza da infracomunidade variou de um a três espécies de helmintos por hospedeiro. As espécies mais abundantes foram *Rhabdias* sp. ( $N = 279$ ), seguido por *C. parva* ( $N = 285$ ) e *O. oxyascaris* ( $N=157$ ).

O índice de agregação calculado para a comunidade de helmintos de *P. pocoto* apresentou-se moderado com valores de agregação no período seco  $D = 0,522 \pm 0,52$  e para o período chuvoso de  $D = 0,482 \pm 0,48$ . O índice de diversidade de Brillouin calculado para as estações de seca e chuva foram ( $i = 1,424$ ) e ( $i = 1,29$ ), respectivamente. Não houve diferenças significativas da diversidade entre os períodos ( $W=28,5$ ;  $p = 0,5165$ ). Não houve diferença significativa da prevalência entre as estações ( $t= -0,0439$ ;  $p = 0,9677$ ). Também não houve diferença significativa entre a IMI ( $t = 1,359$ ;  $p = 0,2672$ ) e AM ( $t = -0,824$ ;  $p = 0,4704$ ).

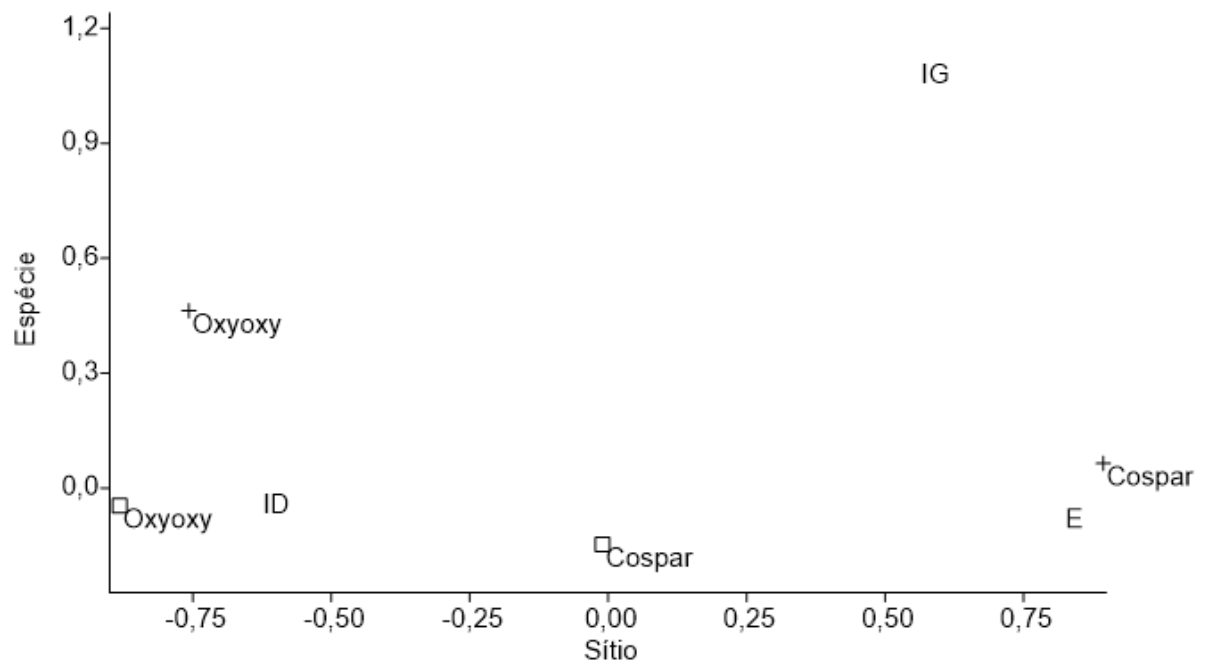
A curva de acumulação (riqueza observada) e intervalo de confiança (riqueza estimada), demonstraram uma suficiência amostral para a espécie *P. pocoto* na amostragem dessa localidade (Figura 3).



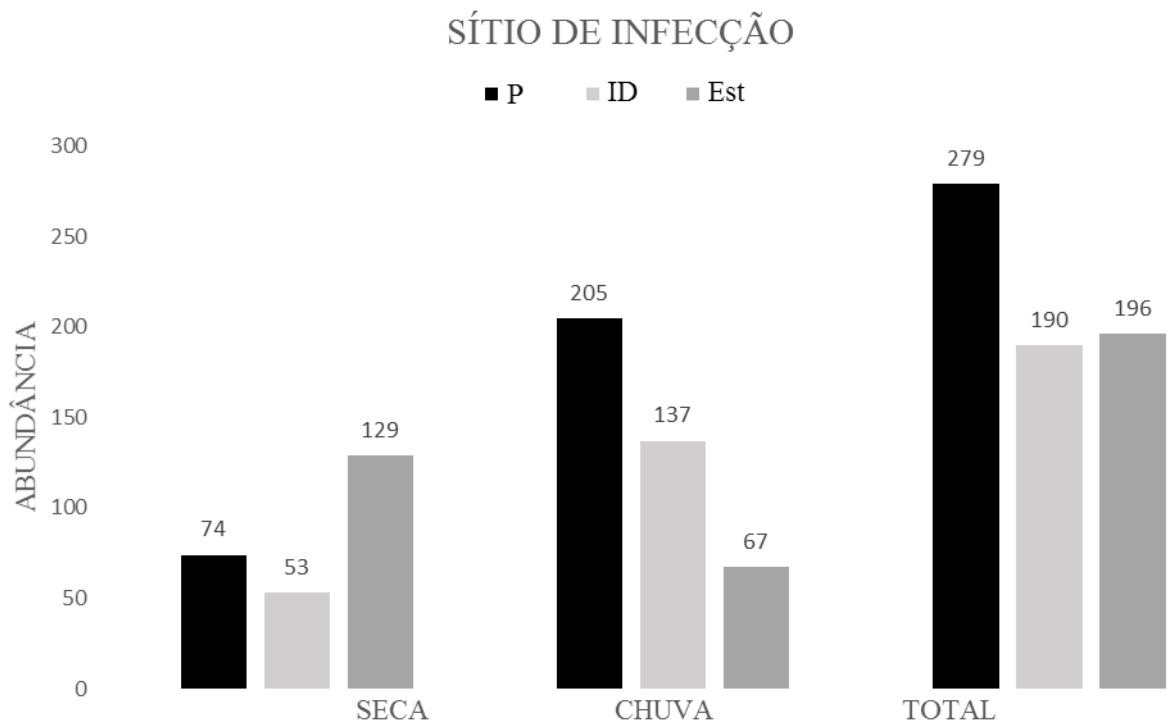
**Figura 3.** Curva de Acumulação (linha preenchida) e intervalo de confiança (linha pontilhada) para a riqueza de helmintos associados a *P. pocoto*, município de Aiuaba, Ceará.

A figura 4 apresenta os resultados da análise de correspondência, onde foram representadas as espécies mais abundantes e com maior variedade de sítios infectantes. Foi observado que durante o período chuvoso a espécie *O. oxyascaris* está mais relacionada ao intestino delgado (n=120). A espécie *C. cf. parva* durante o período seco está mais relacionado ao estômago (n=129), enquanto que durante o período chuvoso essa espécie faz uso tanto do estômago (n=67) quanto dos intestinos (n=89). O teste de chi-quadrado demonstrou que houve diferenças significativas quanto ao padrão de migração dos parasitas nos sítios de infecção do hospedeiro entre as estações *C. cf. parva* ( $p = 9,84e^{-17}$ ) e *O. oxyascaris* ( $p = 0,0024$ ). Os valores de abundância de infecção em cada sítio por estação e valores totais são apresentados na figura 5.





**Figura 4.** Relação espécie/sítio entre as estações seca e chuva. Legenda: cruz (período seco) e quadrado (período chuvoso).



**Figura 5.** Valores de abundância de infecção por sítio do hospedeiro. Legenda: P – pulmão; ID – Intestinos; Est – estômago.

A análise de regressão multivariada não demonstrou influência significativa das mudanças ambientais entre os períodos seco e chuvoso sobre a comunidade de helmintos em *P. pocoto*. No entanto, as análises feitas para as espécies mais abundantes, foi possível observar uma relação muito forte e uma influência significava do período chuvoso sobre a intensidade de infecção por *Rhabdias* sp. ( $r = 0,91$ ,  $P = 0,0014$ ). As demais espécies de *C. parva* e *O. oxyascaris* não foram sensíveis a essas variações temporais (Tabela 2). Gráficos foram elaborados afim de ilustrar o comportamento do efeito da pluviosidade sobre comunidade componente e as infrapopulações de helmintos.

**Tabela 2.** Efeito da pluviosidade sobre os parâmetros de infecção da comunidade de helmintos de *Pseudopaludicola pocoto*, no município de Aiuaba, Ceará.

	Comunidade de helmintos		<i>Rhabdias</i> sp.		<i>C. parva</i>		<i>O. oxyascaris</i>	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Prevalência	0,195	0,644	0,464	0,246	0,118	0,78	0,298	0,47
Int. Infecção	0,632	0,09	0,91	0,0014	0,574	0,136	0,02	0,95
Abundância	0,427	0,2905	0,556	0,15	0,284	0,495	0,372	0,36

**Tabela 3.** Efeito da temperatura sobre os parâmetros de infecção da comunidade de helmintos de *Pseudopaludicola pocoto*, no município de Aiuaba, Ceará.

	Comunidade de helmintos		<i>Rhabdias</i> sp.		<i>C. parva</i>		<i>O. oxyascaris</i>	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Prevalência	-0.428	0.289	-0.582	0.13	-0.485	0.222	-0.265	0.52
Int. Infecção	0.672	0.067	-0.41	0.313	-0.611	0.107	0.371	0.36
Abundância	-0.462	0.248	-0.5	0.2	-0.54	0.167	-0.31	0.45

## Discussão

O táxon Nematoda foi o mais frequente compondo a comunidade de helmintos de *P. pocoto*. Foram registradas seis famílias de nematódeos (Rhabdiasidae, Cosmocercidae, Oxyascarididae, Physalopteridae, Gnathostomatidae, Heterocheilidae) associadas a este hospedeiro, sendo Cosmocercidae a mais comum neste estudo e a mais relacionada às diferentes espécies de hospedeiros dentre os Leptodactylidae (Duré *et al.*, 2004; González & Hamann, 2004; 2012; Santos & Amato, 2013; Campião *et al.*, 2014).

A curva de acumulação demonstrou que o esforço de coleta foi suficiente, pois a amostragem alcançou a assíntota do teste e foi representativa para amostrar as espécies de helmintos associado a população de *P. pocoto*. A riqueza de espécies de endoparasitas em *P. pocoto* (S=8) é alta considerando as demais espécies de *Pseudopaludicola* inventariadas (Duré *et al.*, 2004; González & Hamann, 2004; 2012). A riqueza da infrapopulação de helmintos de *P. pocoto* variou de uma a três espécies de parasitas por hospedeiro, isso pode ser explicado devido ao tamanho corpóreo ser um dos fatores que influenciam na riqueza e composição da comunidade (Camião *et al.*, 2015).

Os resultados apresentados nesse trabalho do efeito das mudanças ambientais sobre a comunidade de parasitas, condizem com outros resultados apresentados para a região do semiárido brasileiro. Foi constatado um efeito significativo das variações climáticas sobre a abundância da comunidade de helmintos em lagartos da família Tropicuridae (Brito *et al.*, 2014). Neste contexto, ainda que tratando grupos taxonômicos diferentes foi observado o efeito dessas mudanças ambientais somente sobre a intensidade de infecção por *Rhabdias* sp. no hospedeiro *P. Pocoto* (Tabela 2). Este parasita de pulmão apresentou elevado número de prevalência de infecção sobre seu hospedeiro em todas as campanhas. Mas foi durante o período chuvoso que mais se destacou, onde a elevada abundância dessa espécie pode ter sido em razão da elevada umidade durante este período.

Outros resultados que constatarem a influencia de fatores ambientais são encontrados no trabalho Koprivnikar & Poulin (2009), onde foi observado o efeito da temperatura sobre espécies de cercárias. A temperatura foi uma variável que agiu elevando significativamente as taxas de crescimento desses parasitas. No entanto, o comportamento desses helmintos em regiões de clima subtropical difere dos observados para helmintos de ocorrência tropical (Choudhury & Dick, 2000; Pizzato *et al.*, 2013). A temperatura não foi um fator que influenciou significativamente as taxas de infecção dos helmintos registrados nesse trabalho. Porém pode ser observados efeitos repressores sobre os helmintos a medida em que houve aumento na temperatura, ainda que não tenha havido significância estatística (Tabela 3).

O padrão de migração das espécies de *C. parva* e *O. oxyascaris* através dos sítios de infecção do hospedeiro entre as estações pode indicar uma maior disponibilidade de recursos nesses sítios na estação de chuva. Mudanças ambientais influenciam o comportamento alimentar do hospedeiro (Brito *et al.*, 2014), assim como consequência são fatores que afetam a diversidade de infracomunidade e a abundância de infrapopulações de helmintos. A exploração de diferentes ambientes por *C. parva* pode configurar a existência de nichos inexplorados dentro do hospedeiro (Esch *et al.*, 1990), além de que podemos supor que haja uma maior competição por recursos no trato intestinal durante o período chuvoso, ao considerar a existência simultânea de ambas as espécies no mesmo sítio de infecção.

Ainda, a maior afinidade de *C. parva* no estômago durante o período seco pode indicar que este não seja um bom competidor e assim ao ocupar o órgão inicial do trato digestivo *C. parva* tem maiores chances de obter recursos alimentares.

Fatores ambientais influenciam de diferentes formas espécies de parasitas ou hospedeiros (Koprivnikar *et al.*, 2006). A variação climática local e o regime pluviométrico não exerceram efeitos sobre as espécies *C. parva* e *O. oxyascaris*, assim a investigação de quais outras variáveis ambientais como, radiação solar, salinidade, umidade e pH do solo, possam estar interferindo ou colaborando para a manutenção da comunidade de parasitas são interessantes premissas para subsidiar futuros estudos.

A variação ambiental afeta a ocorrência temporal e espacial de parasitas, sendo a sua distribuição influenciada por essa variante (Thieltges *et al.*, 2008). A baixa ocorrência das espécies *Brevimulticaecum* sp., *Spiroxys figuereidoi* e *Physaloptera* sp. pode ser explicada devido as condições climáticas do ambiente e também pelo ciclo de vida desses helmintos, visto que as três espécies foram registradas durante um período em que houveram altos índices de pluviosidade. Entretanto a baixa prevalência e abundância dessas espécies pode estar relacionado ao fato de que nematódeos com complexos ciclos de vida são acometidos com a diminuição da densidade populacional durante sua transmissão trófica (Poulin & Lagrue, 2015).

Outra explicação seria de que *P. pocoto* pode ter baixas taxas de predação pelos hospedeiros definitivos dessas espécies de helmintos. *Brevimulticaecum* sp., *Spiroxys figuereidoi* e *Physaloptera* sp. apresentam ciclo de vida indireto e são comumente encontrados parasitando crocodilianos, cágados, peixes de água doce e répteis, que são hospedeiros definitivos desses endoparasitas (Anderson, 2000; Goldberg & Bursey, 2007; Goldberg *et al.*, 2009; Vieira *et al.*, 2010; Mascarenhas & Muller, 2015). Eventualmente larvas desses helmintos podem ser encontrados infectando hospedeiros anfíbios, onde estes atuam como segundo

hospedeiro intermediários ou paratênicos (Moravec & Kaiser, 1994; González & Hamann, 2013).

A variação climática pode influenciar a abundância de hospedeiros no ambiente o que por consequência pode interferir nas taxas de infecção do parasita entre as estações (Pizzato *et al.*, 2013). A população de *P. pocoto* manteve-se abundante durante todas as campanhas o que lhe confere bom status de hospedeiro intermediário ou paratênico, visto que se encontra em atividade durante todo o ano, permitindo que helmintos de diferentes ciclos de vida utilizem-no como hospedeiro.

Investigar e descrever o efeito das mudanças ambientais sobre as demais espécies de endoparasitas associadas aos demais hospedeiros da família Leptodactylidae podem auxiliar na elucidação dos efeitos ambientais sobre a dinâmica da comunidade desses parasitas. Ainda estudos básicos de inventários de fauna endoparasitária podem contribuir com informações da relação parasita-hospedeiro dentro do táxon Leptodactylidae, pois geram novas informações sobre helmintos associados a esse táxon além de fornecerem novos guias para a identificação de helmintos (Poulin *et al.*, 2015).

O presente estudo fornece novos registros para o gênero *Pseudopaludicola* além de novos registros de ampliação da distribuição de algumas espécies de helmintos para o nordeste brasileiro. O domínio Caatinga com toda sua heterogeneidade de habitats concentrada na região do semiárido, contempla uma diversa fauna de anfíbios (Camurugi *et al.*, 2010; Andrade *et al.*, 2014; Borges-Leite *et al.*, 2014; Cavalcanti *et al.*, 2014), entretanto, em relação à estudos parasitológicos possui ainda pouco conhecimento produzido a respeito da diversidade de endoparasitos a estes associados.

## Referências

**Aho, J.M.** (1990) Helminth communities of amphibians and reptiles: comparative approaches to understanding patterns and processes 355p. Chapman and Hall, London, U. K.

**Anderson, R.C.** (2000) Nematode parasites of vertebrates. Their development and transmission, 2nd ed., cab international, Wallingford, 17-34

**Altizer S., Dobson A., Hosseini P., Hudson P., Pascual M. & Rohani P.** (2006) Seasonality and the dynamics of infectious diseases. *Ecology letters* **9**, 467–484

**Ávila, R.W.** (2015) Herpetofauna do sul do Ceará e sertão pernambucano. 1st. edn. 175 pp. Universidade Regional do Cariri, Crato Ceará.

**Brito, S.V., Ferreira, F.S., Ribeiro, S.C., Anjos, L.A., Almeida, W.O., Mesquita, D.O. & Vasconcellos, A.** (2014) Spatial-temporal variation of parasites in *Cnemidophorus ocellifer* (Teiidae) and *Tropidurus hispidus* and *Tropidurus semitaeniatus* (Tropiduridae) from Caatinga areas in Northeastern Brazil. *Parasitology research* **113**, 1163-1169

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

**Burse, C.R. & Brooks, D.R.** (2010) Nematode parasites of 41 anuran species from the area de conservacion Guanacaste, Costa Rica. *Comparative Parasitology* **77**, 221–231

**Campião, K.M, Morais, D.H, Dias, O.T, Aguiar, A., Toledo, G., Tavares, L.E.R. & Silva, R.J.** (2014) Checklist of helminth parasites of amphibians from South America. *Zootaxa* **30**, 1–93

**Campião, K.M, Ribas, A.C.A., Morais, D.H, Dias, O.T, Silva, R.J. & Tavares, L.E.R.** (2015) How many parasites species a frog might have? Determinants of parasite diversity in South American anurans. *PlosONE* **10**, 1-12

**Choudhury, A. & Dick, T.A.** (2000) Richness and diversity of helminth communities in tropical freshwater fishes: empirical evidence. *Journal Biogeography* **27**, 935–956

**Colwell, R.K.** (2013) EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1.0 Persistent URL <purl.oclc.org/estimates>

**Duré, M.I., Schaefer, E.F., Hamann, M.I. & Kehr, A.I.** (2004) Consideraciones ecológicas sobre la dieta, la reproducción y el parasitismo de *Pseudopaludicola boliviana* (Anura, Leptodactylidae) de Corrientes, Argentina. *Phyllomedusa* **3**, 121–131

**Esch, G.W., Shostak, A.W., Marcogliese, D.J. & Goater, T.M.** (1990) Patterns and processes in helminth parasite communities: an overview. 1-20 pp. in Esch, G. W.; Busch, A. O. and Aho, J. M. (Eds) *Parasite Communities: Patterns and Processes*, New York, Chapman & Hall

**Frost, D. R.** (2013) Amphibian species of the world: an online reference. Version 5.6. American Museum of Natural History, New York, USA. Available from (accessed 14 de outubro de 2016).

**Funceme** (2016) Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - Zoneamento Geoambiental do Ceará: Mesorregião do Sul cearense. Fortaleza, Ceará.

**González, C.E. & Hamann, M.I.** (2004) Primer registro de *Cosmcoerca podicipinus* Baker y Vaucher, 1984 (Nematoda, Cosmocercidae) en *Pseudopaludicola falcipes* (Hensel, 1867) (Amphibia, Leptodactylidae) en Argentina. *Facena* **20**, 65–72

**González, C.E. & Hamann, M.I.** (2009) Seasonal occurrence of *Cosmocerca podicipinus* (Nematoda: Cosmocercidae) in *Pseudopaludicola falcipes* (Amphibia, Leiuperidae) from the agricultural area in Corrientes, Argentina. *Revista Ibero-latinoamericana Parasitologia* **68**, 173–179

**González, C.E. & Hamann, M.I.** (2012) Seasonal occurrence of *Cosmocerca podicipinus* (Nematoda: Cosmocercidae) in *Pseudopaludicola boliviana* (Anura: Leiuperidae) from natural environments in Corrientes Province, Argentina and aspects of its population structure. *Parasitology Research* **111**, 1923–1928.

**González, C.E. & Hamann, M.I.** (2013) First record of *Brevimulticaecum* larvae (Nematoda, Heterocheilidae) in amphibians from northern Argentina. *Journal of Biology* **73**, 451–452

**Goldberg, S.R. & Bursey, C.R.** (2007) Helminths of two species of frogs. *Lithobates taylori* and *Lithobates vaillanti* (Ranidae), from Costa Rica. *Caribbean Journal of Science* **43**, 65–72

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

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

**Gotelli, N.J. & Ellison, A.M.** (2011) *Princípios de estatística em ecologia*. 1ed. Ed. Artmed. 528p. Porto Alegre, Brasil.

**Hamann, M.I. & González, C.E.** (2010) Helminth community structure of *Scinax nasicus* (Anura: Hylidae) from a South American subtropical area. *Diseases of Aquatic Organisms* **93**, 71–82

**Hamann, M.I., Kehr, A.I. & González, C.E.** (2014) Helminth community structure in the Argentinean Bufonid *Melanophryniscus klappenbachi*: importance of habitat use and season. *Parasitology research* **113**, 3639–3649

**Hidrosed** (2014) Hidrosed: grupo de pesquisa hidrosedimentológica do semiárido. Available from <http://www.hidrosed.ufc.br/>. Accessed 22 Fev. 2017

**Kamiya, T., O'dwyer, K., Nakagawa, S. & Poulin, R.** (2014) Host diversity drives parasites diversity: meta analytical insights into patterns and causal mechanisms. *Ecography* **37**, 689–697

**King, K.C., Mclaughlin, J.D., Gendron, A.D., Pauli, B.D., Giroux, J., Rondeau, B., Boily, M., Juneau, P. & Marcogliese, D.J.** (2007) Impacts of agriculture on the Parasite communities of Northern leopard frogs (*Rana pipiens*) in southern Quebec, Canada. *Parasitology* **134**, 2063–2080

**Koprivnikar, J., Baker, R.L. & Forbes, M.R.** (2006) Environmental factors influencing trematode prevalence in grey tree frog (*Hyla versicolor*) tadpoles in Southern Ontario. *Journal Parasitology* **92**, 997–1001

**Koprivnikar, J. & Poulin, R.** (2009) Effects of temperature, salinity, and water Level on the emergence of marine cercariae. *Parasitology Reserch* **105**, 957–965

**Lantyer-Silva, A.S.F., Matos, M.A., Gogliath, M., Marciano-Jr, E. & Nicola, P.A.** (2016) New records of *Pseudopaludicola pocoto* Magalhães, Loebmann, Kokubum, Haddad e Garda, 2014 (Amphibia: Anura: Leptodactylidae) in the Caatinga Biome, Brazil. *Check list* **12**, 1–4



**Magalhães, F.M., Loebmann, D., Kokubum, M.N.C., Haddad, C.F.B. & Garda A.A.** (2014) A new species of *Pseudopaludicola* (Anura: Leptodactylidae: Leiuperinae) from Northeastern Brazil. *Herpetologica* **70**, 77-88

**Magurran, A.E.** (2004) Measuring biological diversity. Oxford: Blackwell Scion Publishing. p. 256.

**Mascarenhas, C.S. & Muller, G.** (2015) *Spiroxys contortus* (Gnathostomatidae) and *Falcaustra affinis* (Kathlaniidae) from *Trachemys dorbigni* (Emydidae) in Southern Brazil. *Comparative Parasitology* **82**, 129–136

**Moravec, F. & Kaiser, H.** (1994) *Brevimulticaecum* sp. larvae (Nematoda: Anisakidae) from the frog *Hyla minuta* Peters in Trinidad. *Journal Parasitology* **80**, 154–156

**Pereira, E.N., Teles, M.J.L. & Santos, E.M.** (2015) Herpetofauna em remanescente de Caatinga no Sertão de Pernambuco, Brasil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão* **37**, 29–43

**Pizzato, L., Kelehear, C. & Shine, R.** (2013) Seasonal dynamics of the lungworm, *Rhabdias pseudosphaerocephala*, in recently colonised cane toad (*Rhinella marina*) populations in tropical Austrália. *International Journal for Parasitology* **43**, 753-761

**Poulin, R.** (1997) Species richness of parasites assemblages: evolution and patterns. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **28**, 341-358.

**Poulin, R.** (1998) Comparison of three estimators of species richness in parasite component communities. *Journal of Parasitology* **84**, 485– 90

**Poulin, R., Besson, A.A., Morin, M.B. & Randhawa, H.S.** (2015) Missing links: testing the completeness of host-parasite checklists. *Parasitology* **143**, 114–122

**Poulin, R. & Largrue, C.** (2015) The ups and downs of life: population expansion and bottlenecks of helminth parasites through their complex life cycle. *Parasitology* **142**, 791–799

**R core team** (2016) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>

**Roberto, I.J., Ribeiro, S.C. & Loebman, D.** (2013) Amphibians of the state of Piauí, Northeastern Brazil: a preliminary assessment. *Biota Neotropical* **13**, 322-330

**Rózsa, L., Reiczigel, J. & Majoros, G.** (2000) Quantifying parasites in samples of hosts. *Journal of Parasitology* **86**, 228–232

**Ruppert, E.E. & Barnes, R.D.** (1996) *Zoologia dos Invertebrados*. 6 ed. Ed. Roca 1145p.

**Santos, V.G.T. & Amato, S.B.** (2013) Species of *Cosmocerca* (Nematoda, Cosmocercidae) in anurans from Southern Santa Catarina State, Brazil. *Comparative Parasitology* **80**, 123–129

**Silva, I.C., Lima, M.S.C.S., Santos, M.C.O., Souza, P.S. & Pederassi, J.** (2015) Geographic distribution: *Pseudopaludicola pocoto*. *Herpetological review* **46**, 213

**Schotthoefer, A.M., Rohr, J.R., Cole, R.A., Koehler, A.V., Johnson, C.M., Johnson, L.B. & Beasley, V.R.** (2011) Effects of wetland vs. Landscape variables on parasite communities of *Rana pipiens*: links to anthropogenic factors. *Ecological Applications* **21**, 1257–1271

**Segalla, M.V., Caramaschi, U., Cruz, C.A.G., Garcia, P.C.A., Grant, T., Haddad, C.F.B. & Langone, J.** (2016) Brazilian amphibians – list of species. *Sociedade brasileira de Herpetologia*. 2016.

**Thieltges D.W., Jesen, K.T. & Poulin, R.** (2008) The role of biotic factors in the transmission of free living endohelminth stages. *Parasitology* **135**, 407-426

**Vieira, K.R.I., Vicentina, A.W., Paiva, F., Pozo, C.F., Borges, F.A., Adriano, E.A., Costa, F.E.S. & Tavares, L.E.R.** (2010) *Brevimulticaecum* sp. (Nematoda: Heterocheilidae) larvae parasitic in freshwater fish in the Pantanal wetland, Brazil. *Veterinary Parasitology* **172**, 350–354.