

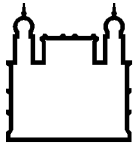
MINISTÉRIO DA SAÚDE
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ
INSTITUTO OSWALDO CRUZ

Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde

COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DAS COMUNIDADES DE HELMINTOS DE
ROEDORES SIGMODONTÍNEOS NO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO
TABULEIRO, MATA ATLÂNTICA DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

RAQUEL GONZALEZ BOULLOSA MALHEIRO DE CASTRO

Rio de Janeiro
Abril de 2018



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde

Raquel Gonzalez Boullosa Malheiro de Castro

COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DAS COMUNIDADES DE HELMINTOS DE
ROEDORES SIGMODONTÍNEOS NO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO
TABULEIRO, MATA ATLÂNTICA DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

Dissertação apresentada ao Instituto Oswaldo
Cruz como parte dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em Ciências

Orientador (es): Prof. Dra. Rosana Gentile
Prof. Dr. Arnaldo Maldonado Júnior

RIO DE JANEIRO
Abril de 2018

Gonzalez Boullosa Malheiro de Castro, Raquel.

Composição e Estrutura das Comunidades de Helminhos de Roedores Sigmodontíneos no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro , Mata Atlântica do Estado de Santa Catarina, Brasil / Raquel Gonzalez Boullosa Malheiro de Castro. - Rio de Janeiro, 2018.

92 f.; il.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Oswaldo Cruz, Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde, 2018.

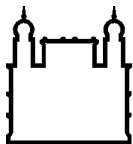
Orientadora: Rosana Gentile.

Co-orientador: Arnaldo Maldonado Junior.

Bibliografia: Inclui Bibliografias.

1. Rodentia. 2. Parasitismo. 3. Nematoda. 4. Ecologia. 5. Metacomunidade. I. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da Biblioteca de Manguinhos/ICICT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde

RAQUEL GONZALEZ BOULLOSA MALHEIRO DE CASTRO:

COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DAS COMUNIDADES DE HELMINTOS DE
ROEDORES SIGMODONTÍNEOS NO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO
TABULEIRO, MATA ATLÂNTICA DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

ORIENTADOR (ES): Prof. Dra. Rosana Gentile
Prof. Dr. Arnaldo Maldonado Júnior

Aprovada em: ____/____/____

EXAMINADORES:

Prof. Dra. Rosângela Rodrigues Silva (FIOCRUZ/RJ) – Revisora
Prof. Dra. Cláudia Portes Santos Silva (FIOCRUZ/RJ) – Presidente da banca
Prof. Dr. José Luis Fernando Luque Alejos (UFRRJ) – Membro da banca
Prof. Dr. Eduardo José Lopes Torres (UERJ) – Membro da banca
Prof. Dra. Débora Henrique da Silva Anjos (UFRJ/RJ) – Suplente
Prof. Dr. Bernardo Rodrigues Teixeira (FIOCRUZ/RJ) - Suplente

Rio de Janeiro, 26 de Abril de 2018

Dedico esse trabalho aos meus pais Maria Dolores Gonzalez Boullosa de Castro e Carlos Alberto Malheiro de Castro que sempre me apoiaram com muito amor e devoção. Ao meu namorado Marcelo Augusto Ribeiro Gonçalves pela paciência e amparo.

AGRADECIMENTOS

Para o desenvolvimento deste trabalho devo a minha gratidão a muitas pessoas envolvidas e preocupadas com o resultado, a todos agradeço de coração.

Aos meus pais Carlos Alberto e Maria Dolores por sempre me apoiarem nas minhas decisões e torcerem pelo meu sucesso.

Ao meu namorado Marcelo Gonçalves por todo apoio, paciência, por me fortalecer nos momentos difíceis e assistir minhas apresentações em casa

Em especial, à minha orientadora Professora Doutora Rosana Gentile, pela confiança, carinho, orientação, por compartilhar conhecimentos e, sobretudo todo apoio dado durante esta fase de minha vida.

Ao Doutor Arnaldo Maldonado Júnior co-orientador deste trabalho, pela disponibilidade, dedicação, boa disposição, incentivo constante e pelo companheirismo nos momentos de nervosismo.

Ao Msc. Thiago Cardoso pela ajuda nas análises estatísticas e, sobretudo pela sua amizade, conselhos valiosos quer na vida profissional, quer na vida pessoal e agradeço-lhe por todo o carinho comigo. Gostaria ainda de agradecer ao Doutor Sócrates Fraga da Costa Neto pela coleta das amostras no Município de Santo Amaro da Imperatriz e todos os envolvidos nas excursões.

À Bernardo Teixeira e Thatiana Pádua pela realização e disposição do seu precioso tempo para das análises kariótípicas da espécie de roedor *A. montensis* neste trabalho.

Agradeço também a Doutora Raquel Simões por ser uma fonte de inspiração na Parasitologia, pela disponibilidade, dicas construtivas, pela boa disposição na ajuda dos protocolos e dissertação de artigo científico, por esclarecerem as minhas dúvidas e incentivo.

A Mestre Michele Santos pela boa disposição, preciosos conselhos e momentos maravilhosos que tanto me fazem rir.

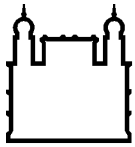
Agradeço ao coordenador do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Saúde o Dr. Cleber Galvão, aos docentes do programa e a secretária Luciana Mara pela disponibilidade e atenção nos momentos de dúvidas. Bem como à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo auxílio financeiro.

A todos os meus colegas de laboratório, sobretudo à Natália, Ana Paula, Tainá, Beatriz, Luana, Márcio, Rute, Jeiel, Camila, Fernando pelo companheirismo, boa disposição e amizade que me acompanharam durante todo esse estudo. Obrigada por todo o apoio e incentivo em ultrapassar todos os momentos mais difíceis, mas também por tornarem exponencial a alegria nos bons momentos.

Aos meus amigos Michelle Giglio, Jessica Burmeister, Amanda Cavalcanti, Caroline Bezerra, Thatiana Brito, Bianca Fraga, Thiago Alexandre, Júlia Graça, Mariana Caldas, Amanda Cambraia, Maria Júlia Willemes, Gabriela Martins, Karine Venegas, por todo auxílio e ombro amigo que me ajudou a seguir em frente nos momentos conturbados.

**“A paz vem de dentro de você mesmo.
Não a procure à sua volta.”**

Buda



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

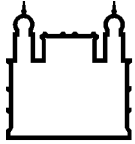
COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DAS COMUNIDADES DE HELMINTOS DE ROEDORES SIGMODONTÍNEOS NO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO TABULEIRO, MATA ATLÂNTICA DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

RESUMO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM BIODIVERSIDADE E SAÚDE

Raquel Gonzalez Boullosa Malheiro de Castro

Apesar da ampla ocorrência de endoparasitos em animais silvestres, ainda há uma carência de informações sobre a helmintofauna destes animais em condições naturais, principalmente de estudos que abordam aspectos ecológicos. O objetivo geral deste trabalho foi descrever a composição de espécies e a estrutura das comunidades de helmintos dos roedores sigmodontíneos *Oligoryzomys nigripes*, *Akodon montensis* e *Euryoryzomys russatus* nas escalas de infracomunidade e comunidades componentes no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Município de Santo Amaro da Imperatriz, Estado de Santa Catarina, Brasil. Este estudo é o primeiro relato de helmintofauna de roedores em nível específico para esta região, onde foi encontrada e descrita uma nova espécie do gênero *Stilestrongylus*. Além disso, é o primeiro estudo a analisar a estrutura da metacomunidade de helmintos de *A. montensis*. Os helmintos foram coletados nas vísceras e nas cavidades torácica e abdominal. Todos os helmintos foram contados e identificados. Em *O. nigripes* foram encontradas as espécies *Guerrerostrongylus zetta* e *Stilestrongylus lanfrediae* (Nematoda, Heligmonellidae). A helmintofauna de *A. montensis* incluiu as espécies *G. zetta*, *Trichofreitasia lenti* (Nematoda, Heligmonellidae), *Trichuris navonae* (Nematoda, Trichuridae), *Angiostrongylus* sp. (Nematoda, Angiostrongylidae), *Litomosoides chagasfilhoi* (Nematoda, Onchocercidae) e *Rodentolepis akodontis* (Platyhelminthes, Cestoda). No roedor *E. russatus*, três espécies foram encontradas, *G. zetta*, uma espécie nova denominada de *Stilestrongylus rolandoi* (Nematoda, Heligmonellidae) e *Raillietina guaricanae* (Platyhelminthes, Cestoda). *Stilestrongylus rolandoi* é distinto de outras espécies do gênero *Stilestrongylus* pelo seu raio 6 ser curto em relação aos raios 4 e 5, que são longos e robustos, e pelo padrão de bolsa caudal do tipo 1-4 em ambos os lobos. Esta nova espécie tem 27 cristas no meio do corpo em machos e 24 nas fêmeas, e tem uma das maiores razões comprimento do espículo / comprimento do corpo (21-33%) deste gênero. *A. montensis* apresentou maior riqueza total de helmintos, porém, a riqueza média foi maior em *O. nigripes*. A espécie de helminto mais abundante e única espécie comum entre os hospedeiros foi *G. zetta*, que apresentou maiores valores de abundância e prevalência em *O. nigripes* e maior valor de intensidade em *E. russatus*. A estrutura da metacomunidade de helmintos de *A. montensis* na escala de infracomunidade apresentou um padrão aleatório de distribuição das espécies, sendo caracterizado por uma estrutura não coerente ao longo do gradiente ambiental.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

COMPOSITION AND STRUCTURE OF THE HELMINTH COMMUNITIES OF SIGMODONTINAE RODENTS IN SERRA DO TABULEIRO STATE PARK, IN THE ATLANTIC FOREST IN SANTA CATARINA STATE, BRAZIL

ABSTRACT

MASTER DISSERTATION IN BIODIVERSITY AND HEALTH

Raquel Gonzalez Boullosa Malheiro de Castro

Despite the widespread occurrence of endoparasites in wild animals, there is still a lack of information on the helminth fauna of these animals under natural conditions, especially studies that approach ecological aspects. The general objective of this study was to describe the species composition and the community structure of the helminths of the rodents *Oligoryzomys nigripes*, *Akodon montensis* and *Euryoryzomys russatus* at the infracommunity and component community scales in Serra do Tabuleiro State Park, in the Municipality of Santo Amaro da Imperatriz, Santa Catarina State, Brazil. This study is the first report of the helminth fauna of rodents at species level in the region, where a new species of the genus *Stilestrongylus* was found and described. In addition, it is the first study to analyze the helminth metacommunity structure in *A. montensis*. Helminths were searched in the viscera, thoracic and abdominal cavities. Helminths were counted and identified. In *O. nigripes*, two species were found, *Guerrerostrongylus zetta* and *Stilestrongylus lanfrediae* (Nematoda, Heligmonellidae). The helminth fauna of *Akodon montensis* included the species *G. zetta*, *Trichofreitasia lenti* (Nematoda, Heligmonellidae), *Trichuris navonae* (Nematoda, Trichuridae), *Angiostrongylus* sp. (Nematoda, Angiostrongylidae), *Litomosoides chagasfilhoi* (Nematoda, Onchocercidae) and *Rodentlepis akodontis* (Platyhelminthes, Cestoda). In *E. russatus*, three species were recovered, *G. zetta*, a new species named as *Stilestrongylus rolandoi* (Nematoda, Heligmonellidae) and *Raillietina guaricanae* (Platyhelminthes, Cestoda). *Stilestrongylus rolandoi* is distinguished from the other species of the genus *Stilestrongylus* by having ray 6 shorter in relation to rays 4 and 5, which are long and robust, and by having caudal bursa pattern of type 1-4 in both lobes. This new species has 27 ridges in the middle of the body in males and 24 in females, and has one of the highest ratios of spicule length to body length (21-33%) in this genus. *A. montensis* had the greatest helminth overall species richness, however, the average species richness was greater in *O. nigripes*. The most abundant and the only common helminth species considering the three hosts was *G. zetta*, which presented greatest values of abundance and prevalence in *O. nigripes* and intensity in *E. russatus*. The metacommunity structure of the helminths of *A. montensis* on the infracommunity level showed a random pattern of species distribution, which is characterized by a non-coherent structure along the environmental gradient.

ÍNDICE

RESUMO	IX
ABSTRACT	X
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 O Parque Estadual da Serra do Tabuleiro.....	4
1.2 Os Roedores Sigmodontíneos.....	4
1.3 As Espécies <i>Oligoryzomys nigripes</i> , <i>Akodon montensis</i> e <i>Euryoryzomys russatus</i>	5
1.4 Justificativa.....	8
2 OBJETIVOS	9
2.1 Objetivo Geral.....	9
2.2 Objetivos Específicos	9
3 MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 Área de Estudo	10
3.2 Métodos de Coleta e Obtenção de Amostras	11
3.3 Métodos de Identificação de Helmintos.....	14
3.4 Análise de Dados.....	14
4 RESULTADOS	18
4.1 Taxonomia das espécies de helmintos gastrointestinais.....	18
4.2 Parâmetros Parasitológicos e estrutura da comunidade de helmintos.....	39
5 DISCUSSÃO	48
5.1 Riqueza de espécies	48
5.2 Helmintofauna e Parâmetros parasitológicos.....	49
5.3 Estrutura de comunidades.....	55
6 CONCLUSÕES	57
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
8 ANEXOS	72
ANEXO A - LICENÇAS	72
ANEXO B - ARTIGO ACEITO PELO JOURNAL OF HELMINTHOLOGY	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Roedor <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Fonte: Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios).....	6
Figura 2: Roedor <i>Akodon montensis</i> (Fonte: Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres).....	7
Figura 3: Roedor <i>Euryoryzomys russatus</i> (Fonte: Bonvincino <i>et al.</i> , 2008).....	8
Figura 4: Área total do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e abrangências (Fonte: FATMA – Fundação do Meio Ambiente).....	11
Figura 5: Armadilhas utilizadas para a captura dos roedores: <i>Tomahawk</i> (a esquerda da imagem) e <i>Sherman</i> (a direita da imagem) (Fonte: Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios).....	12
Figura 6: Desenho por Microscopia de Luz com auxílio de câmera clara de espécimes adultos machos e fêmeas de <i>Stilestrongylus rolandoi</i>	22
Figura 7: Microscopia de Luz de espécimes adultos machos e fêmeas de <i>Stilestrongylus lanfrediae</i>	25
Figura 8: Microscopia de Luz de espécimes adultos machos e fêmeas de <i>Guerrerostrongylus zetta</i>	27
Figura 9: Microscopia de Luz de espécimes adultos machos e fêmeas de <i>Trichofreitasia lenti</i>	29
Figura 10: Microscopia de Luz de espécimes adultos machos e fêmeas de <i>Trichuris navonae</i>	31

Figura 11: Microscopia de Luz de espécimes adultos machos de <i>Litomosoides chagasfilhoi</i>	33
Figura 12: Microscopia de Luz de espécimes fêmeas de <i>Angiostrongylus</i> sp.....	34
Figura 13: Microscopia de Luz de espécimes adultos de <i>Rodentolephis akodontis</i>	36
Figura 14: Microscopia de Luz de espécimes adultos de <i>Raillietina guaricanae</i>	38
Figura 15: Matriz ordenada para metacomunidade de helmintos de <i>A. montensis</i> coleta dos no Município Santo Amaro da Imperatriz, SC, na escala de infracomunidade.....	47

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Abundância e intensidade (\pm DP), prevalência (intervalo de confiança 95%) e grau de agregação de espécies de helmintos encontrados no roedor *Oligoryzomys nigripes* em relação a sexo do hospedeiro e estação do ano..... 40
- Tabela 2:** Abundância e intensidade (\pm DP), prevalência (intervalo de confiança 95%) e grau de agregação de espécies de helmintos encontrados no roedor *Akodon montensis* em relação a sexo do hospedeiro e estação do ano.....41
- Tabela 3:** Abundância e intensidade (\pm DP), prevalência (intervalo de confiança 95%) e grau de agregação de espécies de helmintos encontrados no roedor *Euryoryzomys russatus* em relação a sexo do hospedeiro e estação do ano..... 42
- Tabela 4:** Valores de Qui-Quadrado e p para prevalência entre sexo e idade dos hospedeiros para duas espécies de helmintos no roedor *O. nigripes*..... 43
- Tabela 5:** Valores de Qui-Quadrado e p para prevalência entre sexo e idade dos hospedeiros para quatro espécies de helmintos no roedor *A. montensis*..... 43
- Tabela 6:** Valores de Qui-Quadrado e p para prevalência entre sexo e idade dos hospedeiros para três espécies de helmintos no roedor *E. russatus*..... 43
- Tabela 7:** Valores do teste t e Mann-Whitney para intensidades entre sexo e idade dos hospedeiros para uma espécie de helminto do roedor *A. montensis* (*T. lenti*) e duas do roedor *E. russatus* (*Stilestrongylus rolandoi* e *R. akodontis*)..... 44
- Tabela 8:** Modelos Lineares Generalizados (GLM) para abundâncias das espécies de helminto em relação ao sexo e idade dos hospedeiros..... 45
- Tabela 9:** Modelos Lineares Generalizados (GLM) para a abundância da espécie de helminto *G. zetta* em relação à espécie, sexo e idade do hospedeiro, considerando-se as três espécies de hospedeiro na análise..... 45

Tabela 10: Índice de importância dos helmintos encontrados nas três espécies de roedores neste estudo, em Santo Amaro da Imperatriz, SC..... 46

1 INTRODUÇÃO

A biodiversidade global está reduzindo a uma taxa sem precedentes em resposta a alterações induzidas pelo homem no ambiente (Pimm *et al.*, 1995; Sala *et al.*, 2000). A Mata Atlântica é a segunda maior floresta pluvial tropical do continente americano depois da floresta Amazônica, sendo considerada um dos cinco *hotspots* mundiais da biodiversidade mais importantes, por apresentar um elevado endemismo de espécies e acentuado grau de alteração ambiental (Myers *et al.*, 2000) tendo sido originalmente formada por um cinturão de floresta contínua a leste da América do Sul entre os estados do Rio Grande do Norte e Rio Grande do Sul. Em decorrência da expansão das atividades humanas, esta floresta tem sido considerada o bioma que mais sofreu com processos de fragmentação ao longo dos anos, estando seus remanescentes de vegetação nativa reduzidos a 22% de sua cobertura original, mantendo-se conservados apenas 7% destes em fragmentos acima de 100 ha (Myers *et al.*, 2000; Tabarelli *et al.*, 2005; INPE, 2015; MMA, 2015). Ambientes mais preservados podem apresentar condições favoráveis à manutenção das espécies, contribuindo para a conservação da diversidade por proporcionar relações mais estáveis entre os organismos no ecossistema (Tilman, 2000; Begon, 2009).

O conhecimento da biodiversidade de parasitos no contexto de estudos ecológicos e taxonômicos são fundamentais para a melhor compreensão da dinâmica dos ecossistemas, porém, esse conhecimento tem sido negligenciado durante muito tempo (Poulin, 2007). Os parasitos são organismos relevantes na manutenção dos ecossistemas, e auxiliam na regulação e estruturação da população hospedeira, interferindo em processos como competição, migração, especiação e reprodução (Combes, 1996; Marcogliese, 2005). O estudo da influência dos parasitos nas comunidades e ecossistemas tem aprimorado a compreensão da estrutura e dinâmica das interações parasito-hospedeiro (Poulin 2010, Poulin *et al.*, 2013). Somente nas últimas décadas, sua importância na evolução dos organismos hospedeiros e na estrutura dos ecossistemas começou a ser melhor compreendida (Lymbery, 2005; Thomas *et al.*, 2009). Os estudos dos parasitos perpassam diversas áreas do conhecimento tais como biodiversidade, conservação, sistemática, epidemiologia, filogenia molecular e saúde, constituindo-se numa linha multidisciplinar, o que permite o entendimento sobre o seu papel

como agente etiológico de doenças e/ou zoonótico e, conseqüentemente, o seu potencial risco para a saúde pública e saúde animal (Martins & Bonato, 2004).

Os estudos taxonômicos de helmintos são importantes para o conhecimento da biodiversidade parasitária. Estes helmintos vêm sendo identificados utilizando-se métodos de morfologia e morfometria (Anderson *et al.*, 2009). O uso da microscopia de luz padroniza a correta identificação taxonômica dessas espécies através das estruturas morfológicas e morfométricas e, quando há dificuldades, as análises moleculares são ferramentas complementares para os diagnósticos dessas espécies. Com isso, essas ferramentas são fundamentais para estudar a biodiversidade e a ecologia dos parasitos e suas relações com as outras espécies.

Helmintos parasitos têm sido bastante utilizados como indicadores de alterações ambientais (Gardner & Campbell 1992). Em populações de hospedeiros, mudanças ambientais podem alterar os parâmetros parasitológicos destes organismos, resultando em efeitos deletérios para a biodiversidade (Bush *et al.*, 2001). Devido ao seu potencial de dispersão entre espécies e ambientes, sua história evolutiva e tempo relativamente curto dos ciclos de vida, os helmintos são excelentes modelos de estudo da interação parasito-hospedeiro em ecossistemas naturais e antropizados (Maldonado *et al.*, 2006; Simões *et al.*, 2010; Simões *et al.*, 2011; Cardoso *et al.*, 2016). Estes organismos podem apresentar estágios de vida livre interagindo diretamente com o ambiente externo, sendo, portanto, regulados por variações ambientais, dentre eles umidade, temperatura (Brouat *et al.*, 2007; Froeschke & Matthee, 2010) e características da vegetação onde ocorrem os parasitos (Cardoso *et al.*, 2016).

O padrão de distribuição das espécies de helmintos parasitos nas infracomunidades, definidas como sendo os parasitos dentro de cada espécime hospedeiro, e comunidades componentes (Combes, 2001), definidas como sendo todas as espécies de helmintos parasitando uma espécie de hospedeiro num determinado espaço geográfico, tem sido abordado em diversos estudos (Richgels *et al.*, 2013; Dallas & Presley, 2014, Suzán *et al.*, 2015). Dentre os diversos padrões de distribuição das espécies em comunidades, o padrão aninhado é apontado como uma estrutura frequentemente observada de distribuição de helmintos em diversos ambientes, onde hospedeiros com menor riqueza parasitária formam subconjuntos de hospedeiros com maior riqueza de espécies (Combes, 2001, Poulin, 2007). Apesar disso, estudos desenvolvidos em diferentes escalas espaciais têm registrado

outros padrões de distribuição de parasitos em seus hospedeiros (Dallas & Presley, 2014; Dümmer *et al.*, 2016).

Metacomunidades são definidas como um conjunto de comunidades locais potenciais, potencialmente ligadas por dispersão de suas espécies (Leibold *et al.*, 2004; Braga *et al.*, 2017). O estudo da estrutura das metacomunidades de parasitos é importante para a compreensão da dinâmica dos ecossistemas, uma vez que características do hospedeiro (abundância e área de vida) podem influenciar a ocorrência e distribuição de organismos parasitários no ambiente (Dallas & Presley, 2014). A interação roedor-endoparasito é um bom sistema para o estudo da interação ecológica no contexto de metacomunidades, pois muitas espécies de roedores são abundantes e abrigam uma elevada diversidade parasitária (Morand *et al.*, 2006; Richgels *et al.*, 2013; Dallas & Presley, 2014; Suzán *et al.*, 2015). Apesar de sua importância, poucos estudos foram desenvolvidos sobre a metacomunidade de parasitos em roedores silvestres (Dallas & Presley, 2014; Dümmer *et al.*, 2016). Duas abordagens são utilizadas para o estudo de metacomunidades, uma baseada nos padrões que determinam a distribuição de espécies (Elementos de Estrutura de Metacomunidade - EEM) e outra baseada nos mecanismos responsáveis pela estruturação da diversidade (Abordagem Mecanística) (Braga *et al.*, 2017). Embora sejam abordagens relacionadas, a EEM permite testar hipóteses com maior clareza e de forma mais objetiva (Braga *et al.*, 2017), possibilitando a identificação de seis padrões idealizados de estruturação das espécies ao longo do gradiente ambiental, sendo elas, Tabuleiro de Damas, Aleatório, Aninhado, Igualmente Espaçado, Gleasoniano e Clementsiano (Leibold & Mikkelsen, 2002), além de seis quase-estruturas análogas às estruturas idealizadas (Presley *et al.*, 2010).

Neste contexto, análises de metacomunidade são úteis por possibilitar a interpretação de outros processos envolvidos na relação parasito-hospedeiro (Dallas & Presley, 2014), além de auxiliar na compreensão da influência do ambiente nesta relação. No Brasil, existem poucos estudos abordando a análise de estrutura das comunidades de helmintos de mamíferos (Maldonado *et al.*, 2006; Simões *et al.*, 2010; Simões *et al.*, 2011; Cardoso *et al.*, 2016) e apenas dois com abordagem de metacomunidades (Costa, 2017; Costa-Neto, 2017).

1.1 O Parque Estadual da Serra do Tabuleiro

A variedade de biomas no Brasil reflete a riqueza da fauna e flora tornando-as as mais diversas do mundo. Muitas das espécies brasileiras são endêmicas, sendo o país com a maior biodiversidade do planeta (MMA, 2015). Dentre os remanescentes florestais da Mata Atlântica, o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST) no litoral do Estado de Santa Catarina, destaca-se pela riqueza de ambientes, com variada e diversificada composição florística e faunística (Bruggemann, 2014).

Desde os anos de 1970, concentraram-se pesquisas científicas relacionada aos estudos de mamíferos nativos da Serra do Tabuleiro, a partir disso foram realizados mais de 20 estudos entre 1991 a 2011 sobre a mastofauna do PEST, onde foram registrados mais de 50% das espécies de mamíferos terrestres confirmadas para Santa Catarina. Kuhnen *et al.* (2012) fez um estudo de identificação de parasitos intestinais bem como a comparação da composição e riqueza da comunidade de parasitos gastrointestinais em roedores silvestres em Santo Amaro da Imperatriz e na Ilha de Santa Catarina ambos no Estado de Santa Catarina, sendo este o único estudo de helmintofauna de pequenos mamíferos no domínio da Mata Atlântica catarinense. Com isso, verifica-se a necessidade de estudos da diversidade que dêem suporte para programas de conservação da biodiversidade na região (Bruggemann, 2014).

1.2 Os Roedores Sigmodontíneos

Os pequenos mamíferos brasileiros englobam roedores e marsupiais, apresentando até 3 kg de massa corporal. Roedores representam cerca de 40 a 45 % das espécies de mamíferos, ocupando diferentes biomas e apresentando diferentes papéis funcionais nos ecossistemas (Reig, 1984; Patton *et al.*, 2015). Com isso, contribuem diretamente para a troca de energia e dinâmica do ecossistema, atuando como dispersores de sementes, predadores e consumidores primários (Cristoff *et al.*, 2000; Lima *et al.*, 2001; Carleton & Musser, 2005; Simões *et al.*, 2011). Esses animais, principalmente os roedores sigmodontíneos, apresentam ciclos de vida curtos, sendo considerados bons indicadores de alterações ambientais, pois respondem rapidamente a modificações do ambiente (Epstein *et al.*, 1997).

Roedores sigmodontíneos possuem importância na saúde pública, uma vez que algumas espécies são frequentemente encontradas ao redor de habitações humanas, em muitas áreas rurais incluindo plantações, e em estreita proximidade com animais domésticos (Rademaker *et al.*, 2009). Como resultado do seu comportamento, habitat e hábitos, eles são bastante relacionados à zoonoses e surtos parasitários (Catto, 2000; Han *et al.*, 2016). Neste caso, podem atuar como hospedeiros e/ou reservatórios de protozoários como *Trypanosoma cruzi*, de helmintos como *Schistosoma mansoni* e *Angiostrongylus cantonensis*, e também de rickettsioses e hantavíroses (Kruse *et al.*, 2004; Suzuki *et al.*, 2004; Maldonado *et al.*, 2006; Padula *et al.*, 2007; Vaz *et al.*, 2007; Simões *et al.*, 2011). Esta última é conhecida por causar a Síndrome Pulmonar do Hantavírus (SPH) nas Américas, estando associada a roedores sigmodontíneos no Brasil, incluindo espécies dos gêneros *Oligoryzomys*, *Necromys* e *Akodon* (Oliveira *et al.*, 2014).

1.3 As espécies *Oligoryzomys nigripes*, *Akodon montensis* e *Euryoryzomys russatus*

Dentro da subfamília Sigmodontinae, o gênero *Oligoryzomys*, apresenta nove espécies conhecidas no Brasil, *O. chacoensis*, *O. flavescens*, *O. fornesi*, *O. fulvescens*, *O. microtis*, *O. moojeni*, *O. nigripes*, *O. rupestris* e *O. stramineus* (Bonvincino *et al.*, 2008). As espécies registradas no Estado de Santa Catarina, são *O. nigripes* e *O. flavescens* (Carleton & Musser, 2005; Bonvincino *et al.*, 2008). A espécie *O. nigripes* Olfers, 1818, conhecida como rato do arroz, ocorre na Mata Atlântica desde o estado de Pernambuco até o estado do Rio Grande do Sul, possui hábito terrestre, tamanho pequeno e a cauda geralmente maior que o seu corpo, apresentando coloração no dorso que varia de castanho-avermelhada a amarelada (Bonvincino *et al.*, 2008). Habita formações florestais ocorrendo nos biomas Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, Pantanal e Floresta Amazônica (Bonvincino *et al.*, 2008). Possui atividade bicrespular com maior atividade no início e final da noite (Graipel *et al.*, 2003). Seu hábito alimentar é frugívoro-granívoro (Paglia *et al.*, 2012) (Fig. 1).



Figura 1: Roedor *Oligoryzomys nigripes* (Fonte: Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios).

No Brasil, ocorrem 10 espécies de roedores do gênero *Akodon*, são eles: *A. azarae*, *A. cursor*, *A. lindberghi*, *A. montensis*, *A. mystax*, *A. paranaensis*, *A. reigi*, *A. sanctipaulensis*, *A. serrensis* e *A. toba* (Bonvicino *et al.*, 2008). Dentre essas, três já foram encontradas no estado de Santa Catarina, *Akodon cursor* Winge, 1887, *Akodon montensis* Thomas, 1913 e *Akodon serrensis* Thomas, 1902 (Bovincino *et al.*, 2008). Os membros desse gênero possuem tamanho pequeno, cauda pouco menor do que o comprimento do corpo, orelhas grandes e a pelagem do dorso variando de castanho escuro a castanho claro (Reis *et al.*, 2011). As espécies do gênero *Akodon* apresentam hábito terrestre e são insetívoro-onívoras (Graipel *et al.*, 2003; Paglia *et al.*, 2012;). Habitam formações florestais, áreas abertas adjacentes e campos de altitude ao longo de toda Mata Atlântica (Graipel *et al.*, 2003; Bonvicino *et al.*, 2008) (Fig. 2). Cabe ressaltar que *A. cursor* e *A. montensis* são espécies crípticas cuja diferenciação pode ser constatada por contagem cromossômica ou análises moleculares.



Figura 2: Roedor *Akodon montensis* (Fonte: Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios).

O gênero *Euryoryzomys* inclui cinco espécies no Brasil, *E. lamia*, *E. macconnelli*, *E. nitidus*, *E. emmonsae* e *E. russatus*. No Estado de Santa Catarina, apenas é encontrada uma espécie, *E. russatus* (Bonvicino *et al.*, 2008). Os indivíduos dessa espécie possuem característica de tamanho médio a grande, cauda maior que o corpo ou de comprimento maior, patas longas e estreitas frequentemente com a superfície superior recoberta de pelos claros, coloração do corpo variando entre castanho avermelhado e castanho escuro, com pelos mais claros nas laterais (Bonvicino *et al.*, 2008). A espécie *E. russatus* apresenta hábitos terrestres sendo frugívoro-granívora (Paglia *et al.*, 2012). Costuma habitar a região costeira, ocorrendo do sul do estado da Bahia ao norte do Rio Grande do Sul, incluindo o leste de Minas Gerais e sendo também encontrada no Nordeste da Argentina e leste do Paraguai (Moojen, 1952; Carleton & Musser, 2005; Bonvincino *et al.*, 2008) (Fig. 3).



Figura 3: Roedor *Euryoryzomys russatus* (Fonte: Bonvincino *et al.*, 2008)

1.4 Justificativa

Verifica-se que ainda são escassos os estudos de ecologia de helmintos parasitos, particularmente os relacionados à compreensão da estrutura de comunidades e metacomunidades em pequenos mamíferos silvestres do Brasil.

Apesar da ampla ocorrência de endoparasitos infectando animais silvestres, observa-se um reduzido conhecimento acerca da biodiversidade de helmintos destes animais em condições naturais nos diversos biomas brasileiros. Há apenas um estudo sobre a helmintofauna de pequenos mamíferos na área do PEST e seu entorno (citado acima), restringindo-se a identificação dos helmintos a nível de gênero, o que indica uma lacuna no conhecimento da biodiversidade local.

Um importante aspecto a ser considerado é a correta identificação taxonômica das espécies de parasitos, com descrição de novas espécies. Estas são fundamentais para o conhecimento da biodiversidade, e constituem-se em importantes contribuições para os programas de conservação, em consequência dos efeitos do parasitismo sobre as populações hospedeiras e para a saúde pública.

Sendo assim, são necessários estudos empíricos que forneçam informações sobre a biodiversidade de parasitos de animais silvestres, contribuindo para o enriquecimento de inventários zoológicos, assim como a forma que as comunidades parasitárias se estruturam, e suas interações ecológicas parasito-hospedeiro.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Descrever a composição de espécies e a estrutura das comunidades de helmintos dos roedores mais abundantes da área de estudo, sendo eles *Oligoryzomys nigripes* (Olfers, 1818), *Akodon montensis* (Thomas, 1913) e *Euryoryzomys russatus* (Moojen, 1952), nas escalas de infracomunidade e comunidades componentes no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Município de Santo Amaro da Imperatriz, Estado de Santa Catarina.

2.2 Objetivos Específicos

1-Identificar as espécies de helmintos de *O. nigripes*, *A. montensis* e *E. russatus* na área de estudo.

2 - Analisar a estrutura das comunidades helmínticas na área de estudo nos níveis de infracomunidade e comunidade componente estimando-se as abundâncias, intensidades, prevalências e riquezas.

3 - Comparar os parâmetros parasitológicos em relação à espécie de hospedeiro e sexo do hospedeiro.

4 – Identificar o padrão de estrutura da comunidade de helmintos do roedor *A. montensis* utilizando-se a abordagem de Elementos de Estrutura de Metacomunidade na escala de infracomunidades.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

Os roedores foram coletados no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST) (27° 52' 27"S, 48° 49' 26"O) (Fig. 4) que possui uma área de cerca de 84130 ha e ocupa cerca de 1% do território catarinense. Seu território é distribuído pelos municípios catarinenses de Florianópolis, Palhoça, Santo Amaro da Imperatriz, Águas Mornas, São Bonifácio, São Martinho, Imaruí e Paulo Lopes, sendo 61,5% da área do Parque presente no município de Santo Amaro da Imperatriz, onde foram realizadas as coletas (Bruggemann, 2014).

Toda a região de abrangência do Parque encontra-se no domínio do bioma Mata Atlântica. Sua vegetação é formada por florestas em diferentes estágios de sucessão ecológica como Restingas e Dunas, Manguezais, Floresta Ombrófila Densa e Mista, além de Campos de Altitude com registros de espécies invasoras e exóticas (FATMA, 2015). A parte marinha do Parque é localizada ao sul da Ilha de Santa Catarina, em Florianópolis, e também em outras pequenas ilhas próximas a esta (Bruggemann, 2014). As coletas foram realizadas em áreas de Floresta Ombrófila Densa apresentando cobertura vegetal contínua com dossel variando de 8 a 15 metros, sub-bosque semiaberto e predominância de árvores de médio porte, além de presença de cursos d'água em algumas áreas.



Figura 4: Área total do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e abrangências (Fonte: FATMA – Fundação do Meio Ambiente).

3.2 Métodos de coleta e obtenção das amostras

O estudo utilizou amostras previamente coletadas no Projeto Rede BioM.A. Mata Atlântica inventários, intitulado “Padrões de diversidade, biogeografia e endemismo de espécies de mamíferos, aves, anfíbios, drosófilas e parasitos na Mata Atlântica”, realizado através do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBIO) do MCTI, Processo CNPq: 457524/2012-0. Deste modo, todos estes procedimentos de coleta haviam sido realizados pela equipe do Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios (LABPMR) e colaboradores do projeto geral. Todas as etapas subsequentes foram feitas pelo autor do estudo durante o curso do mestrado. Foram realizadas coletas de

pequenos mamíferos em áreas do PEST, sendo amostradas duas vezes: uma na Primavera de 2014 (Outubro) e outra no Outono de 2015 (Maio).

Para a captura de pequenos mamíferos foram estabelecidos 10 transectos lineares nas áreas estudadas. Destes, seis transectos eram compostos por 15 estações de captura equidistantes em 20 metros, contendo duas armadilhas cada para captura de pequenos mamíferos vivos (“live-traps”), sendo uma da marca Tomahawk (40.64 cm x 12.70 cm) e outra da marca Sherman (7.62 cm x 9.53 cm x 30.48 cm) (Fig. 5) e quatro transectos com 20 estações de captura equidistantes em 10 metros, contendo armadilhas de queda feitas com baldes plásticos de 60 litros (“*pitfall-traps*”). Cada expedição de coleta teve duração de dez noites consecutivas de captura. As armadilhas foram iscadas uma isca padrão para pequenos mamíferos feita com banana, manteiga de amendoim, toucinho e aveia (Cerqueira *et al.*, 1993).



Figura 5: Armadilhas utilizadas para a captura dos roedores: *Tomahawk* (a esquerda da imagem) e *Sherman* (a direita da imagem) (Fonte: Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios).

Os animais capturados foram eutanasiados para a coleta de helmintos e outras amostras. Em cada captura foram anotados os dados de cada espécime em um caderno e uma ficha de campo. Os dados coletados dos mamíferos capturados foram: espécie, ponto de captura, tipo de armadilha, posição da armadilha, massa corporal, sexo, condição reprodutiva, tamanho corpóreo e da cauda, além de observações individuais. As espécies de roedores foram identificadas no LABPMR através da morfologia externa, morfometria craniana e quando necessário, análises cariotípica e molecular. Os animais coletados foram taxidermizados e depositados como material testemunho na coleção científica do Museu Nacional do Rio de Janeiro.

A coleta dos helmintos foi feita através de pesquisa na traqueia, pulmões, esôfago, coração, rins, fígado, pâncreas, baço, intestino delgado, intestino grosso, ceco, veias mesentéricas, aparelho reprodutivo e cavidades corporais órgãos. Depois da retirada dos órgãos separadamente, estes foram colocados em placas de Petri, onde foram lavados em solução salina (NaCl a 85%) e dissecados com auxílio de microscópio estereoscópico. Todos os helmintos encontrados foram contados e fixados. Os nematoides recuperados foram fixados em AFA (93 partes de etanol 70%, 5 partes de formol 40% e 2 partes de ácido acético 100%), aquecidos a 65°C. Os cestoides foram mantidos em água destilada fria para relaxamento da musculatura, logo depois foram comprimidos entre lâminas e fixados em AFA a frio (Amato *et al.*, 1991). Parte dos espécimes foi armazenada em etanol 70% para posterior análise molecular.

As expedições para captura dos animais foram autorizadas por Licença Permanente de coleta/captura para todo território nacional (ICMBIO – SISBIO 26934-1) e pela licença de coleta no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (FATMA 043/2014 GERUC/ DEC) (Anexo A). Todos os procedimentos com os animais foram realizados de acordo com as normas de biossegurança nível 3 e segundo protocolo aprovado pela Comissão de Ética em Uso de Animais da Fiocruz (LW- 39/14) (Anexo A).

3.3 Métodos de identificação de helmintos

Todos os helmintos foram contados e identificados. Os nematoides foram diafanizados com lactofenol. Quando necessário foram realizados cortes transversais montados entre lâmina e lamínula, ladeada por duas lamínulas, a fim de possibilitar uma visão transversal da secção e caracterização da sinlofe. Os cestoides foram corados pelo Carmim de Langeron diferenciados pelo álcool clorídrico a 0,5 %, desidratados em série alcoólica crescente, diafanizados em salicilato de metila e fixados em Bálsamo do Canadá, com preparação permanente (Amato *et al.*, 1991). Posteriormente, foram acondicionados em frascos identificados de acordo com o número do hospedeiro e o órgão em que foram encontrados. Os demais espécimes foram montados entre lâmina e lamínula, analisados com auxílio de microscópio de luz (Zeiss Standard 20), acoplado a câmara clara onde foram desenhados e medidos. A contagem dos indivíduos foi feita através do microscópio estereoscópio, separando-se por sexo, quando pertinente, com a auxílio de um contador.

Os aspectos morfológicos específicos observados que foram usados na identificação dos espécimes foram de acordo com Travassos *et al.* (1937), Yamaguti (1961), Vicente *et al.* (1997), Khalil *et al.* (1994), Gibson *et al.* (2002) e Jones *et al.* (2005), além dos artigos de descrição das espécies relacionadas.

3.4 Análise dos dados

Parâmetros parasitológicos

Foram calculadas as abundâncias médias, intensidades médias e prevalências de cada espécie de helminto para cada uma das três espécies hospedeiras (comunidades componentes) de acordo com Combes (2001) da seguinte forma: a abundância foi considerada como o total de indivíduos de uma espécie de parasito dividido pelo número de indivíduos hospedeiros analisados, a intensidade sendo o total de indivíduos parasitos dividido pelo número de animais infectados por um determinado helminto, e a prevalência representada pela razão entre o número de animais infectados e o total de animais analisados.

A distribuição espacial (Id) foi calculada através da razão entre variância e média do número de helmintos por hospedeiro, somente para as espécies com

prevalências acima de 10%. Com relação a este índice, temos que quando a razão é próxima de um, a distribuição é considerada aleatória; é considerada regular quando $Id < 1$; e quando o valor obtido é maior que um, a distribuição é considerada agregada (Ludwig & Reynolds, 1988).

A riqueza total foi considerada como o número de espécies de helmintos encontrados por espécie de hospedeiro. A riqueza média foi considerada como o somatório das riquezas de cada indivíduo hospedeiro dividida pelo número de hospedeiros analisados para cada espécie de hospedeiro (Magurran, 2004).

As abundâncias, intensidades e prevalências dos helmintos foram calculadas para cada sexo e idade dos hospedeiros, e estação do ano para cada espécie de helminto separadamente. As análises comparativas foram feitas apenas entre sexos e idades, uma vez que foram realizadas apenas uma coleta em cada estação do ano não havendo réplica nesta variável, e somente para as espécies mais abundantes quando havia dados suficientes para as análises (Zar, 1996).

As prevalências foram comparadas através do teste de qui-quadrado de contingência utilizando-se o nível de significância de 5% (Zar, 1996). As abundâncias (variável resposta) foram comparadas por Modelos Lineares Generalizados (GLM), onde os melhores modelos foram escolhidos utilizando-se o Critério de Informação de Akaike (AICc), considerando-se $\Delta AIC < 2$. Para esta análise foi utilizada a distribuição Gaussiana. Os modelos gerados foram comparados com o modelo nulo por análise de variância (ANOVA). As intensidades foram comparadas através do teste *t* ou Mann-Whitney. A normalidade dos dados foi testada utilizando-se o teste de Shapiro-Wilk (Zar, 1996). A idade dos hospedeiros foi baseada na massa corpórea (g), dividindo-se os indivíduos em duas classes: jovem (<14g para machos e <12g para fêmeas em *O. nigripes*, <25g para machos e <22g para fêmeas em *A. montensis* e <38g para machos e 43g para fêmeas em *E. russatus*) e adulto (≥ 15 g para machos e ≥ 13 g para fêmeas em *O. nigripes*, ≥ 26 g para machos e ≥ 23 g para fêmeas em *A. montensis* e ≥ 39 g para machos e ≥ 44 g para fêmeas em *E. russatus*) (Mills *et al.*, 2007 e Teixeira *et al.*, 2014).

Estrutura de comunidades

Foi calculado o Índice de Importância (I) de cada espécie dentro da comunidade componente de acordo com Thul e col (1985) considerando-se todos os helmintos adultos encontrados:

$$I_j = M_j \times [(A_j \times B_j) \div \sum_i (A_i \times B_i)] \times 100$$

onde, A = número de indivíduos parasitos de uma espécie particular; B = número de hospedeiros infectados por uma espécie particular de parasito; J = a espécie de parasito considerada; I = qualquer espécie de parasito; M = fator de maturação (igual a 1 se pelo menos um indivíduo maduro da espécie considerada é encontrado, e igual a zero se não for encontrado). De acordo com este índice, as espécies dominantes são as que mais contribuem para a estruturação da comunidade componentes ($I \geq 1.0$); espécies co-dominantes são as que contribuem significativamente para a comunidade, embora em menor grau do que as espécies dominantes ($0.01 \leq I < 1.0$); espécies subordinadas ocorrem com pouca frequência e, embora possam se desenvolver e reproduzir, não contribuem significativamente para a comunidade ($0 < I < 0.01$); espécies pioneiras sem sucesso obtêm acesso ao hospedeiro, mas não amadurecem ou se reproduzem e contribuem pouco para a comunidade ($I = 0$).

Na análise da estrutura das metacomunidades, considerou-se como uma metacomunidade o conjunto das infracomunidades de uma espécie de hospedeiro em todos os transectos amostrados. Esta análise foi feita apenas para a comunidade de helmintos de *A. montensis*, uma vez que as outras espécies de hospedeiros apresentaram baixo número de infracomunidades e de espécies de parasitos. Os elementos avaliados na EEM foram a coerência, a substituição de espécies e a coincidência de limites (Leibold & Mikkelson, 2002; Presley *et al.*, 2010; Braga *et al.*, 2017). A coerência é uma medida que testa se as espécies respondem a um mesmo gradiente ambiental, sendo quantificada pelo número de interrupções na ocorrência de uma espécie (ausências embutidas) em uma matriz de incidência. Uma metacomunidade é coerente quando a maioria das espécies que a compõe respondem ao mesmo gradiente ambiental (Leibold & Mikkelson, 2002). Quando o resultado da coerência é estatisticamente significativo, os demais elementos são analisados (Presley *et al.*, 2010).

A substituição (turnover) de espécies avalia se os mecanismos responsáveis pela estruturação das espécies são determinados por perda ou substituições destas ao longo do gradiente ambiental. A substituição de espécies foi determinada pelo número de substituições presentes na matriz ordenada. Quando o resultado é estatisticamente significativo e indicar menos substituições do que a média gerada ao acaso, a metacomunidade é representada por maior perda de espécies. Por outro

lado, quando o número de substituições é significativamente maior do que o valor obtido ao acaso, a metacomunidade apresentará mais substituições ao longo do gradiente ambiental. Valores não significativos para substituições de espécies indicam a ocorrência de quase-estruturas, isto é, estruturas caracterizadas por mecanismos de estrututuração mais fracos em relação às estruturas idealizadas por Leibold & Mikkelson (2002).

A coincidência de limites (boundary), terceiro elemento da EEM, foi determinada pela quantificação da sobreposição dos limites de distribuição das espécies ao longo do gradiente ambiental (Leibold & Mikkelson, 2002; Braga *et al.*, 2017). Neste caso, a distribuição observada é comparada com a distribuição esperada, e uma vez significativa, é calculado o índice de Morisita (IM) a fim de se determinar o padrão dos limites de distribuição das espécies: $IM > 1$ indica limites sobrepostos e $IM < 1$ indica limites dispersos. Quando o resultado não é significativo, as espécies apresentam limites aleatórios de distribuição (Leibold & Mikkelson, 2002; Presley *et al.*, 2010; Braga *et al.*, 2017).

As análises de qui-quadrado, Shapiro-Wilk, teste *t* e Mann-Whitney foram feitas no programa Past versão 3.09 (Hammer *et al.*, 2001). A análise de elementos da estrutura da metacomunidade foi realizada utilizando-se o script EEM (script disponível em www.tarleton.edu/~higgins/EMS.htm) do software Matlab versão R2018a (MathWorks) e a de GLM no pacote *vegan* (Oksanen *et al.*, 2018) do software RStudio versão 1.0.136, considerando-se o nível de significância de 5%.

4 RESULTADOS

Foram coletados 199 roedores de três diferentes espécies na área de estudo (25 *Oligoryzomys nigripes*, 146 *Akodon montensis* e 28 *Euryoryzomys russatus*). No total foram recuperados 691 helmintos. Em *O. nigripes*, 76% (n=19/25) dos indivíduos estavam infectados com alguma espécie de helminto, em *A. montensis*, 32,1% (n=47/146) e em *E. russatus*, 35,7% (n=10/28).

As estruturas morfológicas analisadas através de microscopia de luz permitiram a identificação dos helmintos coletados no intestino delgado, intestino grosso, cavidade abdominal e pulmão. No total foram encontrados helmintos pertencentes a dois filós: Nematoda e Platyhelminthes.

Foram identificados para o filo Nematoda, duas espécies de helmintos: *Guerrerostrongylus zetta* e *Stilestrongylus lanfrediae* (Nematoda, Heligmonellidae) no intestino delgado do roedor *O. nigripes*.

No roedor *Akodon montensis* foram identificadas duas espécies de helmintos no intestino delgado, sendo elas *G. zetta* e *Trichofreitasia lenti* (Nematoda, Heligmonellidae), uma no intestino grosso, *Trichuris navonae* (Nematoda, Trichuridae), uma na artéria pulmonar, *Angiostrongylus* sp. (Nematoda, Angiostrongylidae) e uma na cavidade abdominal, *Litomosoides chagasfilhoi* (Nematoda, Onchocercidae). O helminto encontrado no intestino delgado da classe cestoda foi *Rodentolephis akodontis*.

No roedor *E. russatus*, foram identificadas duas espécies de tricostrongilídeos no intestino delgado, sendo elas *G. zetta* e uma espécie nova, que foi descrita e aceita no Journal of Helminthology denominada como *Stilestrongylus rolandoi* (Nematoda, Heligmonellidae) (Boullosa *et al.*, 2018 - Anexo B). O helminto da classe cestoda que ocorreu no intestino delgado foi identificado como *Raillietina guaricanae*.

4.1 Taxonomia das espécies de helmintos gastrointestinais

Seguem abaixo as principais características das espécies de helmintos encontradas nas três espécies de roedores estudadas. Para a espécie *Stilestrongylus rolandoi* foram constados dados de morfometria, onde as medidas foram dadas em micrômetros (ao menos quando indicadas ao contrário).

Filo Nematoda Rudolphi, 1808

Família Heligmonellidae Leiper, 1912

Subfamília Nippostrongylinae Durette-Desset, 1971

Espécie *Stilestrongylus rolandoi* Boulosa *et al.*, 2018

Descrição Geral

Nematoides de tamanho pequeno e firmemente enrolados. Vesícula cefálica presente (Fig 6A). Em visão apical, abertura da boca em forma circular, com dois anfídeos, 6 papilas labiais internas, 4 papilas labiais externas e 4 papilas cefálicas sub-medianas (Fig 6B). Machos e fêmeas com cutícula com cristas longitudinais que aparecem a partir da margem posterior da vesícula cefálica e terminam antes da bolsa caudal do macho e da extremidade posterior da fêmea. Sínlofe com 20 cristas (9 dorsais e 11 ventrais) em machos (Fig 6C) e 22 (12 dorsais e 10 ventrais) em fêmeas no nível da junção esôfago- intestino (Fig 6D); 27 cristas (12/15) em machos (Fig 6E) e 24 (10/14) em fêmeas ao meio do corpo (Fig 6F); 23 (12/11) em machos anterior a bolsa caudal (Fig 6G) e 23 (12/11) em fêmeas anterior a vulva (Fig 6H). Ao meio do corpo, fêmeas possuem cristas com tamanho desigual no quadrante ventral direito e dorsal direito. Cristas ao meio do corpo são posicionadas em um eixo duplo de orientação. Nos machos, as cristas apresentam inclinação angular direita de 70° em relação ao plano sagital e o ângulo esquerdo de inclinação de 75°(Fig 6E), enquanto que nas fêmeas, as cristas também apresentam inclinação angular direita de 70° em relação ao plano sagital, porém o angulo esquerdo de inclinação é de 70° (Fg 6F).

Machos (holótipo e 9 parátipos): Comprimento 4.08 [2.84-4.13(3.48)] mm, n=9, largura ao meio do corpo 90.7[94.5-149.1(117.5)], n=9; Vesícula cefálica 74[68.8-98.5(85.7)], n=8, de comprimento e 33.6 [28.4-37.6(32.1)], n=8 de largura. Anel nervoso n=5 e poro excretor n=4 156.1 [139.7-162.5(148.8); 225.3 [313.6-338.7 (326.9)], respectivamente, a partir do final da região anterior. Esôfago 321 [305.1-333.5 (321.5)] de comprimento, n=4. Bolsa caudal assimétrica com o lobo direito mais desenvolvido que o lobo esquerdo, ambos do tipo 1-3-1. Raio 2 no lobo direito mais curto que no lobo esquerdo. Raios 3,4 e 5 emergindo do mesmo tronco. Raio 3 separado do raio 4 ao meio do tronco lateral, raios 4 e 5 (robustos) bifurcando no terço distal. Raio 6 pequeno surgindo ao mesmo nível de bifurcação que os raio 3. Raio 8 surgindo assimetricamente do tronco dorsal, raio esquerdo mais distal que o

raio direito. Raio dorsal dividido ao terço distal em dois raios, cada um dividido na extremidade em 2 raios sub-iguais: raios 9 (externos) um pouco mais alongados que os raios 10 (internos). Os espículos são alados e iguais em comprimento 943.4 [807.7-1067.8(926.4)], n=8. Gubernáculo presente com 47.7 [42.3-55.8(49.3)] de comprimento e 25.3 [18.1-33.8(26.6)], de largura, n=9. Cone genital hipertrofiado com 56.2 [54-72.2 (62.3)] de comprimento e 53.5 [46.5-58(52.2)] de largura, n=8 (Fig 6I e 6J).

Fêmeas (Alótipo e 9 parátipos): Comprimento 5.38 [4.13-6.17 (5.02)] mm, 128.6 [105.5–126 (116.5)] mm e de largura ao meio do corpo, n=9. Vesícula cefálica presente; 85.6 [61.2-111.7 (85.1)] de comprimento e 34.7 [30-42.1 (34.6)] de largura, n=9. Distância do final da região anterior até o anel nervoso e ao poro excretor: 192.6 [172.8-209.9 (184.9)], n=6 e 458 [375.3-473.6 (430.7)], n=3, respectivamente. Esôfago 453 [370.4-458.3 (431.2)] de comprimento, n=4. Extremidade posterior monodelfica invaginada, com cristas cuticulares cuticular alcançando a extremidade distal. Vulva situada a 74.2 [70.4-91.6 (81.7)], n=6, da extremidade caudal, vagina vera 34.1 [32.4-41.1 (37.5)] de comprimento, n=6, vestíbulo 259.4 [219.6-258.1 (238.3)] comprimento, n=7, esfíncter 50.6 [47 -57.2 (51.6)] de comprimento e 50.7 [50.3-53.9 (52)] de largura, n=8 e infundíbulo 118.7 [108.3-116.7 (112.1)] de comprimento, n=6. Útero 1.69 [1.56-1.78 (1.67)] mm de comprimento, n=3, número de ovos 16 [13-18 (16)], n=6. Cauda 29.6 [30.7-57.7 (45.3)] de comprimento, n=7. Ovos 73.3 [71.3-89.1 (77.9)] de comprimento e 33.2 [30.5-43.4 (35.9)] de largura, n=6 (Fig 6K).

Resumo Taxonômico

Hospedeiro: *Euryoryzomys russatus* (Wagner, 1848)

Local de infecção: Intestino Delgado

Localidade geográfica: Santo Amaro da Imperatriz, estado de Santa Catarina (27° 52' 27"S, 48° 49' 26"O)

Abundância Total: 179 (75 machos e 104 fêmeas)

Comentários: Entre as 23 espécies do gênero *Stilestrongylus*, parasitos de roedores neotropicais, *S. aureus* Durette-Desset & Sutton, 1985, na Argentina; *S. azarai* Durette-Desset & Sutton, 1985 da Argentina; *S. flavescens* Sutton & Durette-Desset, 1991 no Uruguay; *S. franciscanus* Digiani & Durette-Desset, 2002 na Argentina; *S. graciellae* Digiani & Durette-Desset, 2006 na Argentina e *S. oryzomysi* Sutton &

Durette-Desset, 1991 apresentam maior semelhança morfológica com *Stilestrongylus rolandoi*. A nova espécie possui padrão da bolsa caudal tipo 1-4, lobo direito hipertrofiado e os raios 4 e 5 são de comprimentos equivalentes e divergentes na extremidade. Apesar de *S. aureus* apresentar o padrão da bolsa caudal tipo 1-4 no lobo direito, o padrão do lobo esquerdo é 2-3 tendendo para 2-2-1; *S. azarai* difere de *S. rolandoi* por possuir o lobo direito com os raios 4 e 6 divergindo na extremidade enquanto que *S. oryzomysi* possui o raio 4 do lado direito menor que o raio 5 do mesmo lado e os raios 4, 5 e 6 divergem ao mesmo nível; *S. franciscanus* se distingue pelo raio 3 não atingir a borda da bolsa caudal e pela bifurcação do raio dorsal no meio do tronco; *S. flavescens* se distingue pelos raios 2 e 3 do lado direito divergirem em formato de “V”; e *S. graciellae* é diferenciado pelo seu longo raio 6 e por possuir os espículos menores (100 µm). *Stilestrongylus rolandoi* possui o maior espículo do gênero (SpL/BL 21-33%), excedendo *S. lanfrediae* (SpL/BL 20%).

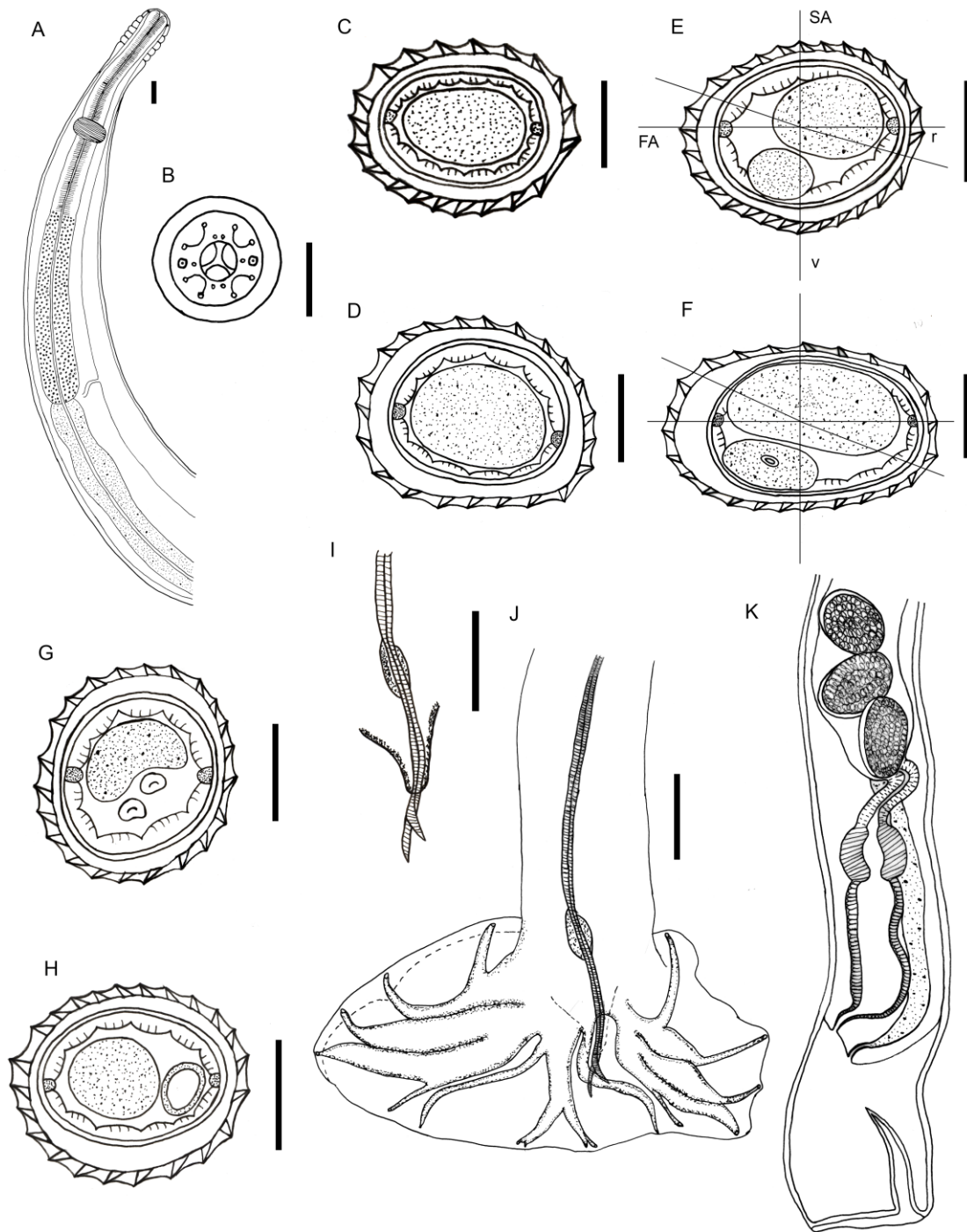


Figura 6: *Stilestrongylus rolandoi* (A) Visão lateral da região anterior de machos e fêmeas; (B) Visão apical da vesícula cefálica; (C) Secção da região anterior do corpo, posterior a junção esôfago-intestino, machos; (D) Secção da região anterior do corpo, posterior a junção esôfago-intestino, fêmeas; (E) Secção transversal ao meio do corpo em machos; (F) Secção transversal ao meio do corpo em fêmeas; (G) Secção transversal anterior a bolsa caudal em machos; (H) Secção transversal anterior a vulva em fêmeas; (I) Cone genital em machos; (J) Visão lateral da bolsa caudal de machos; (K) Visão lateral esquerda da região posterior de fêmeas. Escala 50µm. Abreviações: r, direito; v, ventral; SA, axis sagittal; FA, axis frontal.

Filo Nematoda Rudolphi, 1808

Família Heligmonellidae Leiper, 1912

Subfamília Nippostrongylinae Durette-Desset, 1971

Espécie *Stilestrongylus lanfrediae* Souza *et al.*, 2008

Descrição Geral

Nematoide pequeno de formato levemente espiralado. Região anterior possuindo anel nervoso e poro excretor. Abertura bucal em formato triangular. Número de cristas na junção esôfago-intestino 23 em machos e em fêmeas 25. Espécimes machos com bolsa caudal do tipo 2-2-1. Raios 2 e 3 longos, divergindo em forma de “V” nas extremidades. Raio 4 mais curto que o raio 5. Raio 6 curto. Raios 8 acentuadamente assimétricos, o raio 8 direito é mais curto, porém mais robusto que o raio esquerdo. Raios dorsais assimétricos, separando-se em dois ramos: direito e esquerdo. Ramo esquerdo levemente mais robusto e longo que o direito. Cone genital bem desenvolvido. Gubernáculo presente. Vulva situada na região posterior (Fig 7).

Resumo Taxonômico

Hospedeiro: *Oligoryzomys nigripes* (Olfers, 1818)

Local de infecção: Intestino Delgado

Localidade geográfica: Santo Amaro da Imperatriz, Estado de Santa Catarina (27° 52' 27"S, 48° 49' 26"O)

Abundância Total: 43 espécimes (16 machos e 27 fêmeas)

Comentários: O gênero *Stilestrongylus* Freitas, Lent & Almeida, 1937, pertence a família Heligmonellidae e a subfamília Nippostrongylinae Durette-Desset, 1971. Atualmente, 23 espécies são reconhecidas no gênero, 21 espécies parasitas de roedores cricetídeos, uma de roedores murídeos e uma de echimídeos (Digiani & Durette-Desset, 2007; Digiani *et al.*, 2007; Souza *et al.*, 2009). As características utilizadas para a identificação do gênero *Stilestrongylus* são: a bolsa caudal dissimétrica, o cone genital hipertrofiado e o número de cristas e o grau de inclinação de acordo com o corte da sínlofe (Durette-Desset & Digiani, 2005, 2012). A espécie *S. lanfrediae* diferencia-se de *S. inexpectatus*, *S. stilesi*, e *S. freitasi* por apresentar os raios 2 e 3 separados em todo o comprimento do seu corpo. *S. moreli*,

S. adalgala, *S. freitasi*, *S. inexpectatus* e *S. stilesi* distingui-se de *S. lanfrediae* que apresenta o raio 6 pequeno e a inserção do raio 8 assimétrica.

A espécie *S. lanfrediae* diferencia-se de *S. inexpectatus*, *S. stilesi*, e *S. freitasi* por apresentar os raios 2 e 3 separados em todo o comprimento do seu corpo. *S. moreli*, *S. adalgala*, *S. freitasi*, *S. inexpectatus* e *S. stilesi* distingui-se de *S. lanfrediae* por ter o raio 6 pequeno e a inserção do raio 8 distinta. Espículo longo.

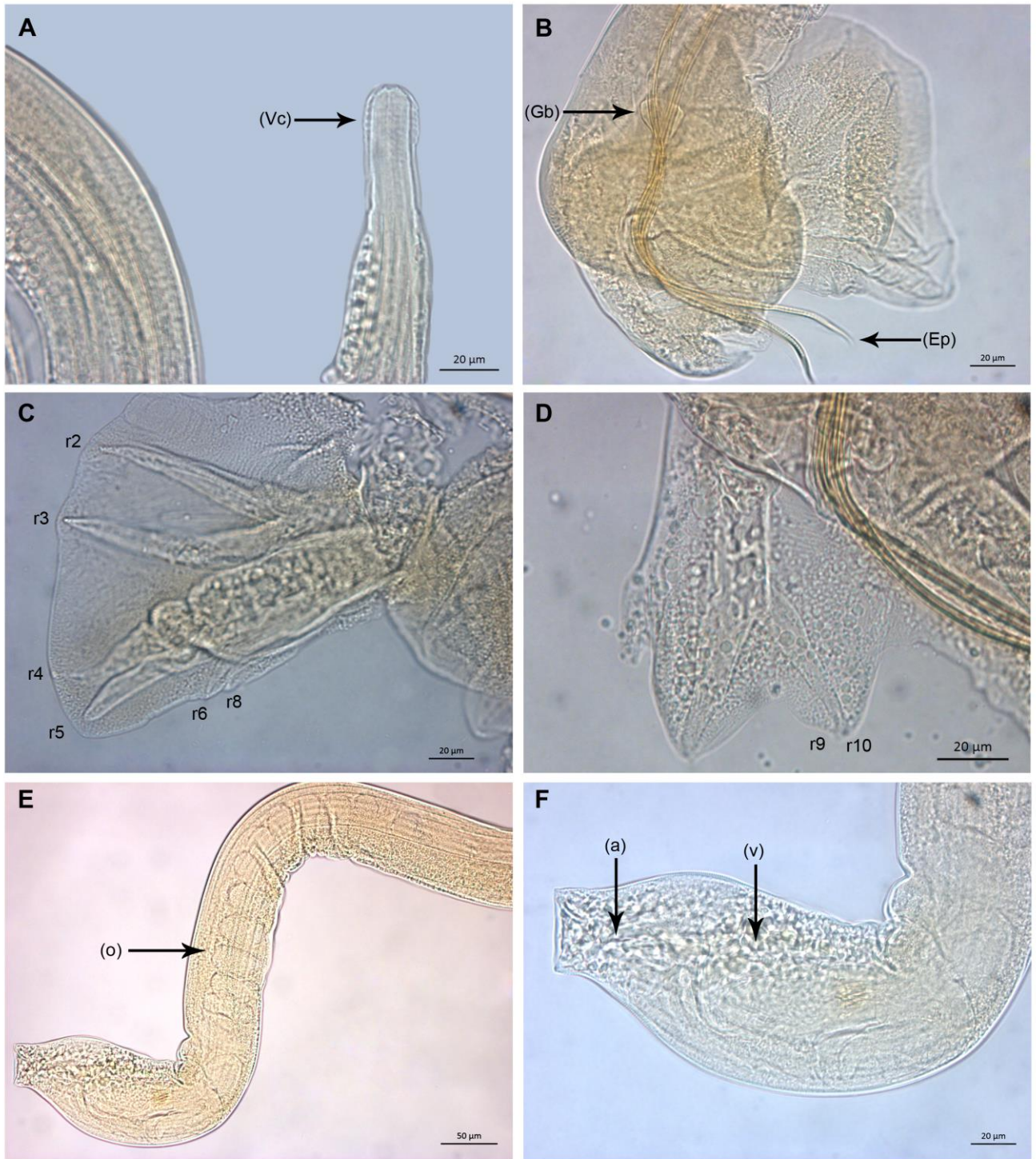


Figura 7: Microscopia de Luz de espécimes adultos machos e fêmeas de *Stilestrongylus lanfrediae*: (A) Visão ventral da região anterior mostrando a vesícula cefálica (Vc); (B) Visão lateral da região posterior do macho mostrando o espículo (Ep) e o gubernáculo (Gb); (C) Visão ventral da região posterior do macho mostrando os raios laterais no lobo direito; (D) Visão ventral da região posterior do macho mostrando os raios dorsais; (E) Visão lateral da parte posterior da fêmea mostrando ovos (o); (F) Visão ventral da parte posterior da fêmea mostrando o ânus (a) e a vulva (v).

Filo Nematoda Rudolphi, 1808

Família Heligmonellidae Leiper, 1912

Subfamília Nippostrongylinae Durette-Desset, 1971

Espécie *Guerrerostrongylus zetta* (Travassos, 1937) Sutton & Durette-Desset, 1991

Descrição Geral

Nematoides tamanho médio e aparência filiforme. Abertura oral em formato triangular. Sínlofe com 40 cristas ou mais e eventualmente 35 em machos. Em espécimes machos, bolsa caudal sub-simétrica tipo 2-2-1 tendendo ao tipo 1-3-1. Cone genital não hipertrofiado. Em espécimes fêmeas abertura da vulva próxima a região posterior e cauda estreita terminando em formato alongado (Fig 8).

Resumo Taxonômico

Hospedeiro: *Oligoryzomys nigripes*, *Akodon montensis* e *Euryoryzomys russatus*

Local de infecção: Intestino Delgado

Localidade geográfica: Santo Amaro da Imperatriz, Estado de Santa (27° 52' 27"S, 48° 49' 26"O)

Abundância Total: 300 espécimes (119 machos e 181 fêmeas)

Comentários: O gênero *Guerrerostrongylus* Sutton & Durette-Desset, 1991, inclui espécies que compartilham características taxonômicas com o gênero *Hassalstrongylus* Durette-Desset, 1971, porém o tamanho do raio dorsal e o grande número de cristas no corte da sínlofe constituem caracteres de diferenciação taxonômica (Sutton & Durette-Desset, 1991; Durette-Desset & Digiani 2012, Simões *et al.*, 2012). Para o gênero *Guerrerostrongylus* existem cinco espécies conhecidas por infectarem roedores sigmodontíneos e caviomorfos da América do Sul, sendo elas: *G. zetta*, que foi descrito primeiramente por Travassos (1937) como *Longistriata zetae* e posteriormente incluída no gênero *Hassalstrongylus*; *G. uruguayensis* Sutton & Durette-Desset, 1991; *G. gomesae* Simões, dos Santos & Maldonado, 2012; *G. marginalis* Weirich, Catzefflis & Jiménez, 2016 e *G. ulysi* Digiani, Notarnicola & Navone, 2012 (Weirich *et al.*, 2016).

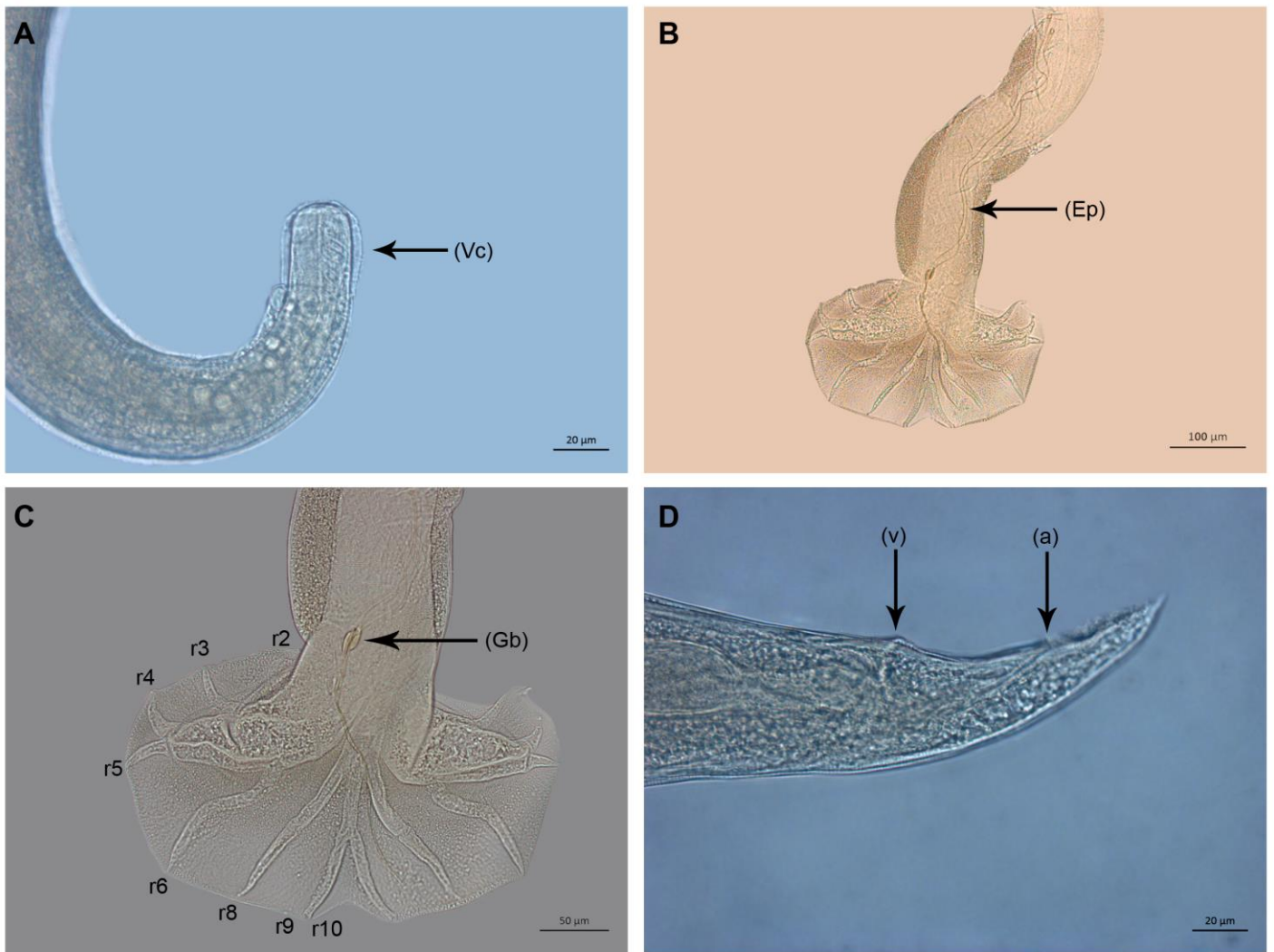


Figura 8: Microscopia de Luz de espécimes adultos machos e fêmeas de *Guerrerostrongylus zetta*: (A) Visão ventral da região anterior mostrando a vesícula cefálica (Ve); (B) Visão ventral da região posterior do macho, mostrando os espículos simétricos (Ep), (C) Visão ventral da região posterior do macho, mostrando em detalhe o gubernáculo (Gb) e os raios ventrais e dorsais; (D) Visão lateral da região posterior da fêmea, mostrando a abertura da vulva (v) e do ânus (a).

Filo Nematoda Rudolphi, 1808

Família Heligmonellidae Leiper, 1912

Subfamília Nippostrongylinae Durette-Desset, 1971

Espécie *Trichofreitasia lenti* Sutton & Durette-Desset, 1991

Descrição Geral

Nematoides relativamente grandes. Número de cristas na sínlofe ao meio do corpo em machos e fêmeas, 21 e 24 respectivamente. Em espécimes machos bolsa caudal sub simétrica. Bolsa do tipo 2-2-1. Raios longos e grossos atingindo a margem da bolsa copuladora. Gubernáculo presente, cone em formato triangular e espículos relativamente curtos. Em fêmeas a vulva é situada na extremidade caudal (Fig 9).

Resumo Taxonômico

Hospedeiro: Akodon montensis

Local de infecção: Intestino Delgado

Localidade geográfica: Santo Amaro da Imperatriz, Estado de Santa Catarina (27° 52' 27"S, 48° 49' 26"O)

Abundância Total: 89 espécimes (21 machos e 68 fêmeas)

Comentários: Segundo Digiani et al. (2007) a espécie Trichofreitasia lenti é sinônima de Hassalstrongylus multiovatus Suriano & Navone, 1992. Esta espécie única no gênero foi descrita por Sutton e Durette-Desset (1991) na Província de Buenos Aires parasitando o roedor Oligoryzomys flavescens (= Oryzomys flavescens).

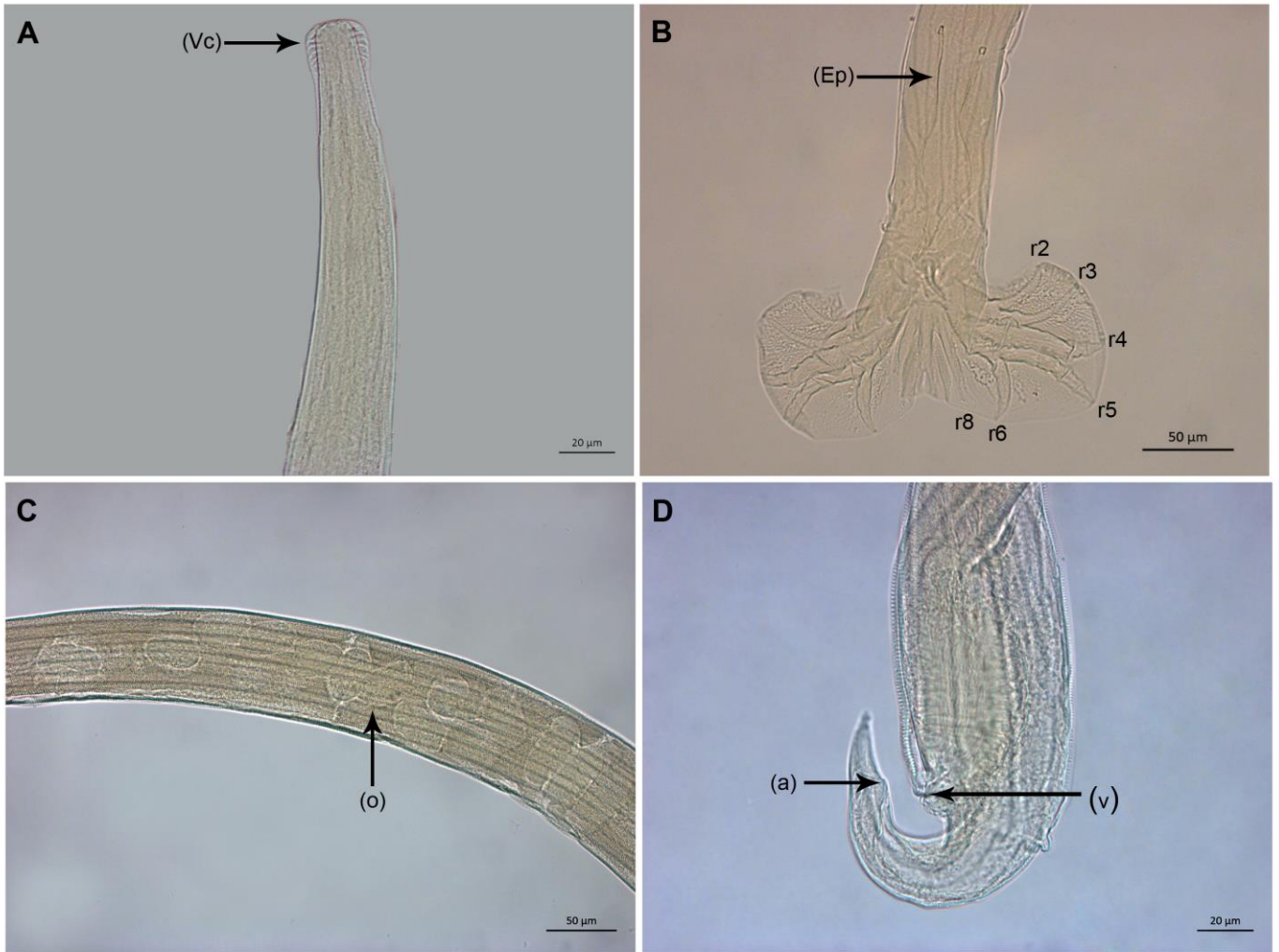


Figura 9: Microscopia de Luz de espécimes adultos machos e fêmeas de *Trichofreitasia lenti*: (A) Visão ventral da região anterior mostrando a vesícula cefálica (Vc); (B) Visão ventral da região posterior do macho mostrando os raios laterais (r2 a r6) e um raio dorsal (r8); (C) Detalhe ovos (o) em espécime fêmeas; (D) Visão lateral da região posterior da fêmeas mostrando o ânus (a) e a vulva (v).

Filo Nematoda Rudolphi, 1808

Superfamília Trichinelloidea Railliet, 1916

Família Trichuridae Railliet, 1915

Espécie *Trichuris navonae* Robles, 2011

Descrição Geral

Nematoides com o corpo dividido em duas partes distintas. A porção anterior é estreita, afilada e com formato de chicote. A parte posterior do corpo com formato de alça abriga os demais órgãos do sistema digestório e genital. Machos sem tubo espicular, tubo cloacal proximal unido lateralmente com o tubo cloacal distal, bainha espicular cilíndrica com espinhos distribuídos da porção proximal à porção distal, espinhos distais mais afilados e pontiagudos. Nas fêmeas, a vulva não é proeminente e está localizada na junção esôfago-intestino. Abertura do ânus na extremidade final do corpo (Fig 10).

Resumo Taxonômico

Hospedeiro: Akodon montensis

Local de infecção: Intestino Grosso (Ceco)

Localidade geográfica: Santo Amaro da Imperatriz, Estado de Santa Catarina (27° 52' 27"S, 48° 49' 26"O)

Abundância Total: 18 espécimes (3 machos e 15 fêmeas)

*Comentários: Para a diferenciação das espécies pertencentes ao gênero *Trichuris*, são consideradas como características diagnósticas a morfologia da vulva nas fêmeas, presença / ausência de tubo espicular, largura do espículo e tamanho do tubo espicular, a forma e a distribuição dos espinhos na bainha espicular e também as características morfométricas (Babero & Murúa, 1990; Robles, 2008). Cerca de 70 espécies já foram descritas (Yamaguti, 1961; Bundy & Cooper, 1989; Robles *et al.*, 2014). Na América do Sul as espécies do gênero *Trichuris* que infectam roedores da família Cricetidae são: *T. chilensis* Babero, Cattán & Cabello, 1976; *T. travassossi* Correa Gomes, Lanfredi, Pinto & Souza, 1992; *T. laevitestis* Suriano & Navone, 1994; *T. pardinasi* Robles, Navone & Notarnicola, 2006 e *T. navonae* Robles, 2011 (Suriano & Navone, 1994; Robles, 2011).*

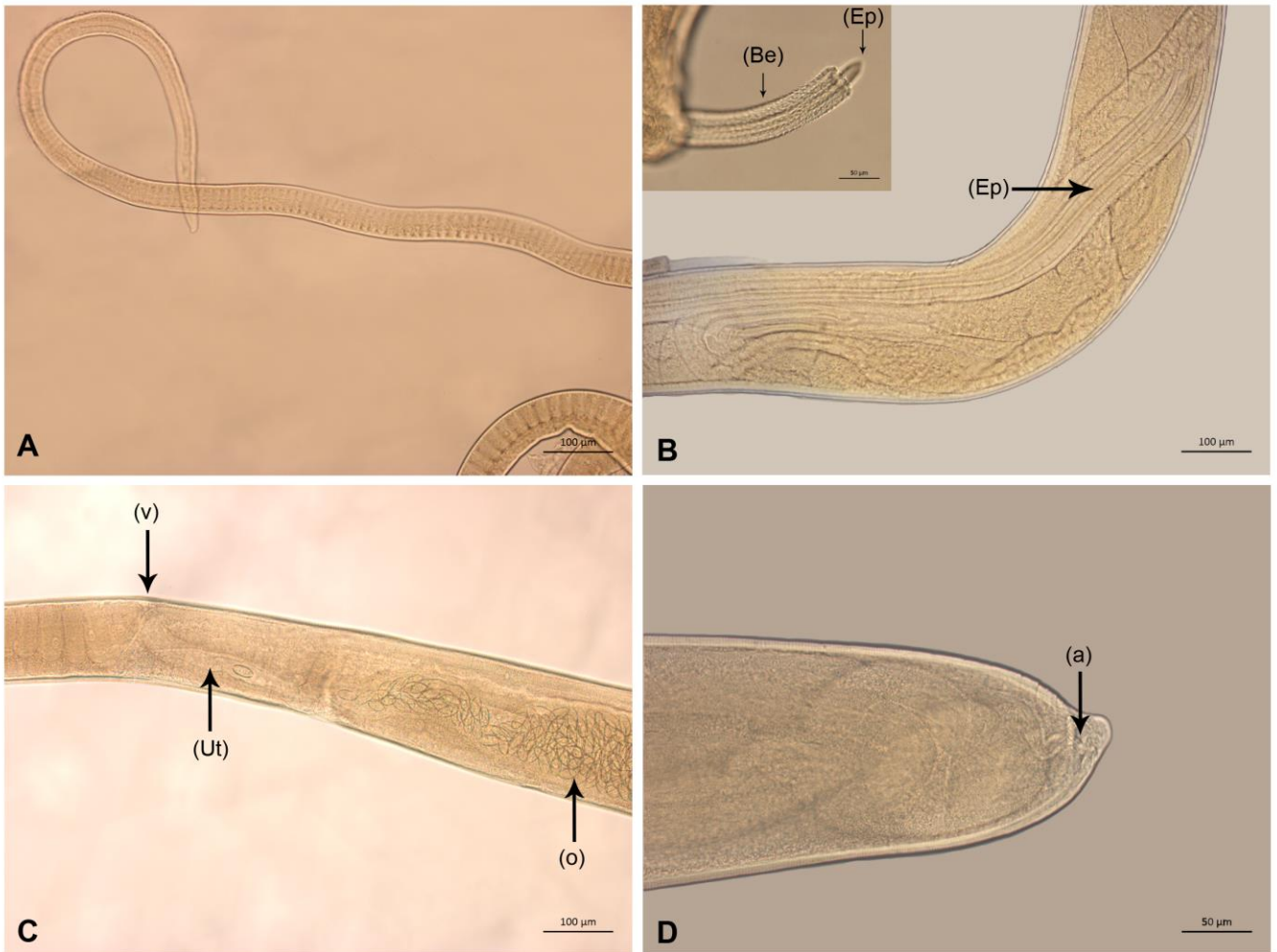


Figura 10: Microscopia de Luz de espécimes adultos machos e fêmeas de *Trichuris navonae*: (A) Região anterior; (B) Visão lateral da região posterior do macho mostrando o espículo (Ep) e em detalhe bainha espicular (Be) com espículo (Ep); (C) Visão lateral na região média do corpo de fêmeas mostrando vulva (v) e útero (Ut) com ovos (o); (D) Visão lateral da região posterior de fêmeas mostrando o ânus (a).

Filo Nematoda Rudolphi, 1808

Superfamília Filarioidea Weinland, 1858

Família Onchocercidae Leiper, 1911

Espécie *Litomosoides chagasfilhoi* Moraes Neto *et al.*, 1996

Descrição Geral

Nematoides claros, finos, cilíndricos, longos e com as extremidades levemente alongadas. Capsula bucal com paredes espessas, esôfago dilatado anteriormente englobando a capsula. Espículo esquerdo maior que o espículo direito. Espículos medindo 296,8 mm (esquerdo) e 83,3 mm (direito), a razão entre os espículos esquerdo e direito é 3,5. O tamanho do gancho no espículo esquerdo é 152,3 mm. Gancho maior que lâmina no espículo esquerdo. O espículo direito não é bem quitinizado. A extremidade caudal apresenta quatro voltas em espiral e não apresenta assas.

Resumo Taxonômico

Hospedeiro: *Akodon montensis*

Local de infecção: Cavidade Abdominal

Localidade geográfica: Santo Amaro da Imperatriz, Estado de Santa Catarina (27° 52' 27"S, 48° 49' 26"O)

Abundância Total: 3 espécimes (1 macho e 2 fêmeas)

Comentários: O gênero *Litomosoides* Chandler, 1931, inclui 43 espécies de parasitos que infectam cavidades torácicas e abdominais de marsupiais, roedores e de morcegos. Algumas espécies encontradas no Brasil são: *Litomosoides carinii* Travassos, 1919 em *Sciurus* sp. Linnaeus, 1758; *Litomosoides circularis* von Linstow, 1899 em *Holochilus brasiliensis* Thomas, 1897 (Guerrero & Bain, 2011); *Litomosoides silvai* Padilha & Faria, 1977 em *Akodon cursor* [syn. *A. arviculoides* Winge, 1887 (Moraes Neto *et al.*, 1996); *Litomosoides legerae* Bain, Petit & Berteaux, 1980 em *Oxymycterus quaestor* [syn. *O. hispidus* Pictet, 1843] (Bain *et al.*, 1980); *Litomosoides galizai* Bain, Petit & Diagne, 1989 em *Oecomys trinitatis tapajinus* Allen & Chapman, 1893 (Bain *et al.*, 1989); *Litomosoides kohnae* Bain, Petit & Diagne, 1989 em *Nectomys squamipes* Brants, 1827 (Bain *et al.*, 1989); *Litomosoides chagasfilhoi* Moraes Neto, Lanfredi & De Souza, 1997 em *A. cursor* [syn. *A. arviculoides*] (Moraes Neto *et al.*, 1997), e *Litomosoides*

odilae Notarnicola & Navone, 2002 em *Oligoryzomys nigripes* Olfers, 1818 (Simões *et al.*, 2011; Muniz-Pereira *et al.*, 2016).

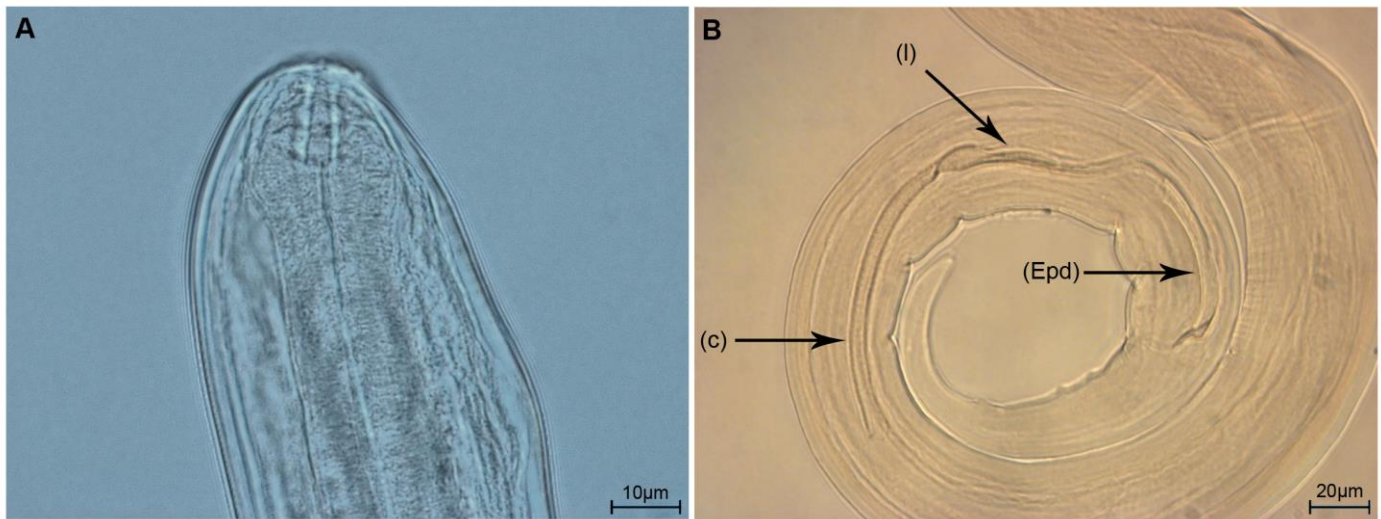


Figura 11: Microscopia de Luz de espécimes adultos machos de *Litomosoides chagasfilhoi*: (A) Visão ventral da região anterior; (B) Visão lateral da região posterior do macho, mostrando o espículo direito (Epd) e o espículo esquerdo apontando cabo (c) e lâmina (l).

Filo Nematoda Rudolphi, 1808

Superfamília Metastrongyloidea Lane, 1917

Família Angyostrongilidae Anderson, 1978

Espécie *Angiostrongylus* sp. Kamensky, 1905

Descrição Geral

Com a ausência de exemplares machos, não foi possível a identificação específica deste helminto, o que é muito importante para a determinação em nível de espécie. As características dos espécimes fêmeas encontrados, que determinaram o gênero, foram corpo filiforme, abertura oral circular com um apêndice orientado dorsalmente e rodeada por seis pequenas papilas não proeminentes. Extremidade final das fêmeas arredondada onde estão localizados a vulva e o ânus subterminal.

Resumo Taxonômico

Hospedeiro: *Akodon montensis*

Local de infecção: artéria pulmonar

Localidade geográfica: Santo Amaro da Imperatriz, Estado de Santa Catarina (27° 52' 27"S, 48° 49' 26"O)

Abundância Total: 2 espécimes fêmeas

Comentários: O gênero *Angiostrongylus* possui 23 espécies descritas, apenas nove presentes no Continente Americano, são elas: *A. cantonensis* Chen, 1935; *Angiostrongylus vasorum* Bailliet, 1866; *A. felineus* Vieira, Muniz-Pereira & Lima (Moraes Neto, Guimãraes & Luque, 2013); *A. costaricensis* Morera & Céspedes, 1971; *A. schmidtii* Kinsella, 1971; *A. morerai* Robles, Navone & Kinsella 2008; *A. lenzii* Souza, Simões, Thiengo, Lima, Mota & Rodrigues-Silva, 2009; *A. raillieti* Travassos, 1927 e *A. gubernaculatus* Dougherty, 1946 (Kinsella, 1971; Robles *et al.*, 2008, Souza *et al.*, 2009, Vieira *et al.*, 2013, Spratt, 2015) parasitando roedores, marsupiais, carnívoros e cães domésticos (Thiengo *et al.*, 2013; Valente *et al.*, 2018).

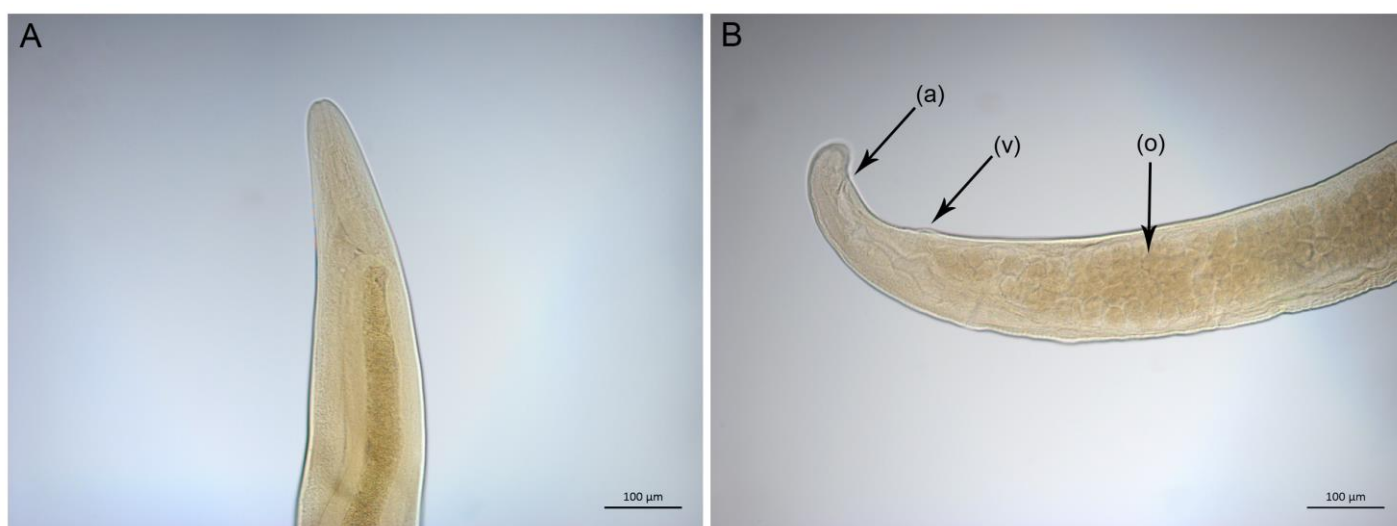


Figura 12: Microscopia de Luz de espécimes adultos fêmeas de *Angiostrongylus* sp.: (A) Visão ventral da região anterior; (B) Visão lateral da região posterior da fêmea, mostrando o ânus (a), a vulva (v) e ovos (o).

Filo Platyhelminthes Gegenbaur, 1859

Classe Cestoda Rudolphi, 1808

Família Hymenolepididae Railliet & Henry, 1909

Espécie *Rodentolepis akodontis* Rêgo, 1967

Descrição Geral

Escólex possuindo quatro ventosas ovais sem espinhos. Rostelo armado com uma coroa de 24 ganchos. Canais excretores laterais ao longo do corpo. As proglotes jovens contendo o início da formação dos testículos. As proglotes maduras são mais largas do que longas e as proglotes grávidas ligeiramente mais longas do que largas. Três testículos ovóides, um localiza-se ao lado do poro genital e os outros dois do lado anti-poral formando um “triângulo”. Bolsa do cirro presente externo ao canal excretor. Ovário no meio da proglote e ovos com embriões hexcanto (Fig 11).

Resumo Taxonômico

Hospedeiro: *Akodon montensis*

Local de infecção: Intestino Delgado

Localidade geográfica: Santo Amaro da Imperatriz, Estado de Santa Catarina (27° 52' 27"S, 48° 49' 26"O)

Abundância Total: 38 espécimes

Comentários: A família Hymenolepididae pertence a classe Cestoda é a que apresenta maior número de espécies com cerca de 850 representantes, sendo 620 em aves e 230 em mamíferos. O gênero *Rodentolepis* contém várias espécies incluindo parasitos de roedores e primatas. Este gênero difere de *Vampirolepis* principalmente pela anatomia de sua proglote madura que se assemelha mais com *Hymenolepis* (Khalil *et al.*, 1994).

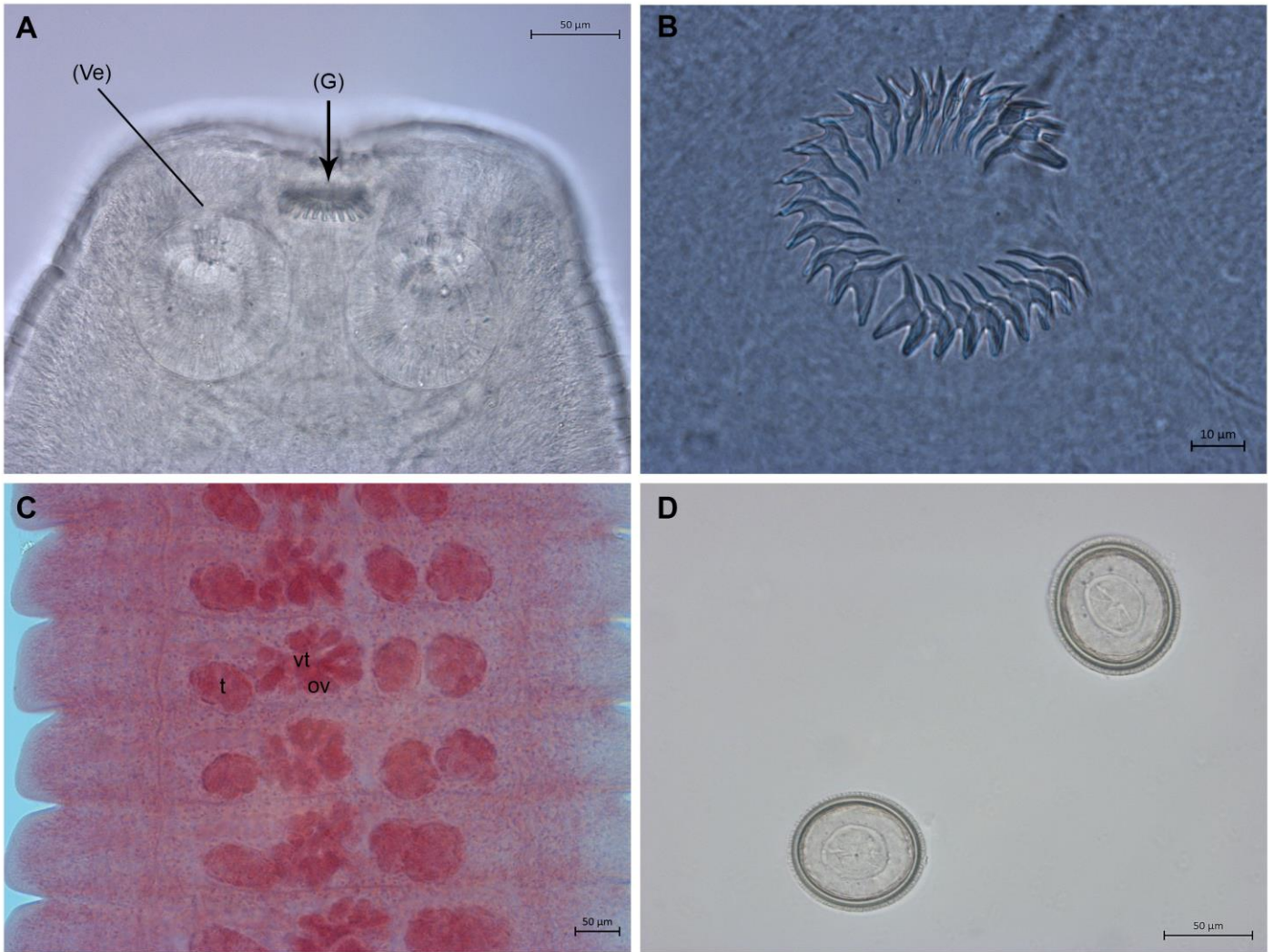


Figura 13: Microscopia de Luz de espécimes adultos de *Rodentolephis akodontis*: (A) Região anterior mostrando escólex com ventosa (Ve) e o rostelo invaginado e armado com ganchos (g); (B) Ganchos do rostelo em forma de “Y”; (C) Proglotes maduras mostrando testículos (t), vitelária (vt) e ovário (ov); (D) Ovo embrionado com hexacanto (oncosfera) com 3 pares de acúleos.

Filo Platyhelminthes Gegenbaur, 1859

Classe Cestoda Rudolphi, 1808

Família Davaineidae Braun, 1900

Espécie *Raillietina guaricanae* César & Luz, 1993

Descrição Geral

Escólex possuindo quatro ventosas com numerosos espinhos diminutos arranjados circularmente. Rostelo armado com a coroa contendo 71 ganchos. Proglotes maduras mais largas do que longas. Numerosos testículos de 26-41 por proglote, menos testículos no lado poral e mais testículos no lado aporal. Ovário mediano. De quatro a doze ovos por cápsula ovígera.

Resumo Taxonômico

Hospedeiro: Euryoryzomys russatus

Local de infecção: Intestino Delgado

Localidade geográfica: Santo Amaro da Imperatriz, Estado de Santa Catarina (27° 52' 27"S, 48° 49' 26"O)

Abundância Total: 19 espécimes

Comentários: Cinco espécies do gênero Raillietina são reportadas infectando mamíferos como hospedeiros definitivos na região Neotropical (Sato et al., 1988). Raillietina oligocapsulata Sato, Okamoto, Ohbayshi & Basañez, 1988 parasitando lagomorfos; Raillietina demerariensis Daniels, 1895 parasitando humanos e ratos; Raillietina trinitatae Cameron & Reesal, 1951 (Baer & Sandars, 1956) parasitando Myomorpha e Hystricomorpha; Raillietina alouattae Baylis, 1947 parasitando macacos e Raillietina guaricanae César & Luz, 1993 parasitando roedores silvestres (Daniels, 1895; Baylis, 1947; Baer & Sandars, 1956; Sato et al., 1988; César & Luz, 1993).

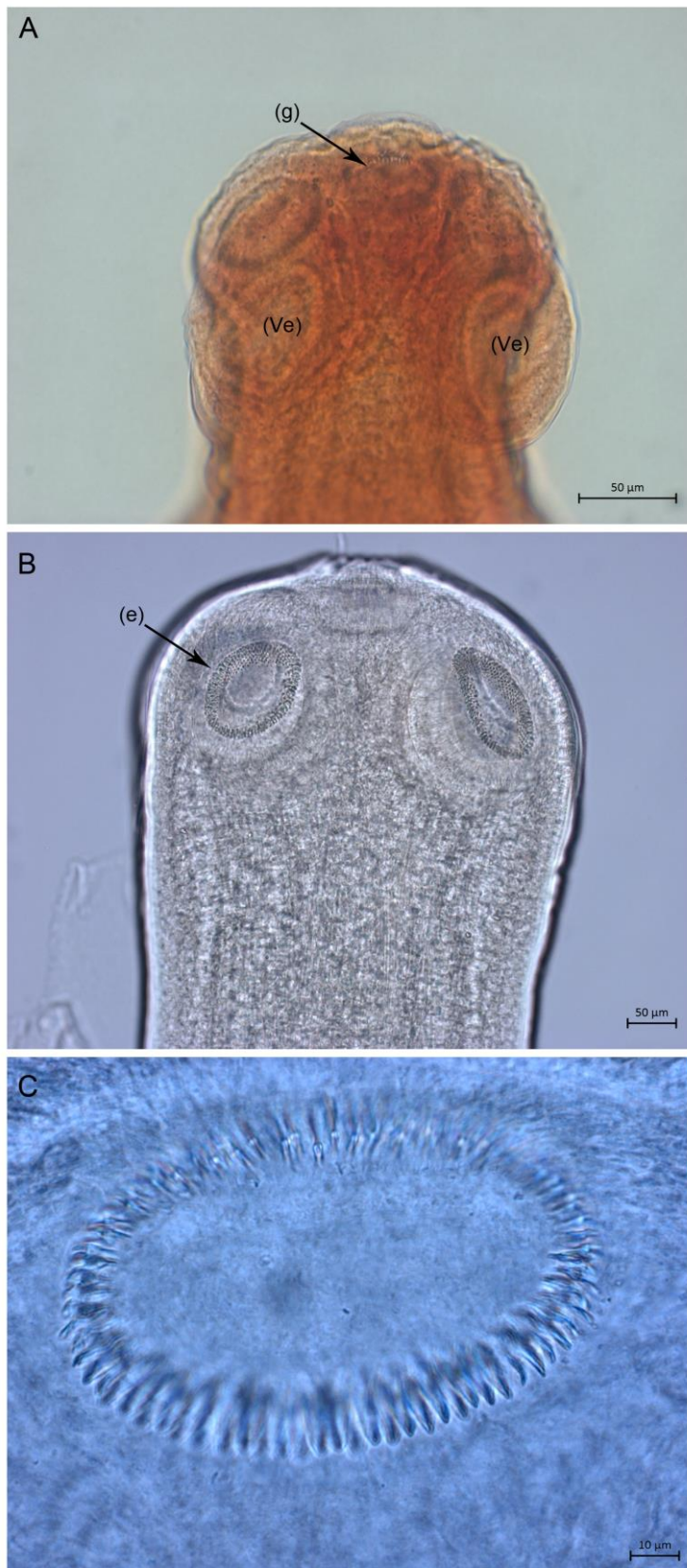


Figura 14: Microscopia de Luz de espécimes adultos de *Raillietina guaricanae*: (A) Região anterior mostrando escólex com ventosa (Ve) e o rostelo armado com ganchos (g); (B) Região anterior mostrando as ventosas com espinhos (e); (C) Ganchos do rostelo.

4.2 Parâmetros parasitológicos e estrutura da comunidade de helmintos

Foi observada maior riqueza total para a helmintofauna de *A. montensis*, (n=6 e riqueza média 0,36), em relação a *O. nigripes*, (n=2 e riqueza média 0,92) e em relação a *E. russatus* (n=3 e riqueza média 0,39), porém observa-se que a riqueza média foi maior em *O. nigripes*. O helminto *G. zetta* foi encontrado infectando as três espécies de hospedeiros, contudo, apresentou maiores valores de abundância e prevalência em *O. nigripes* e maior valor de intensidade em *E. russatus* (Tabela 1). A espécie *T. lenti*, coletada de *A. montensis*, apresentou os maiores valores de abundância e intensidade. Neste hospedeiro, o maior valor de prevalência foi observado para a espécie *R. akodontis* (Tabela 2). Considerando-se o roedor *E. russatus*, os valores de abundância e prevalência foram maiores para o helminto *Stilestrongylus rolandoi* (Tabela 3). Todas as espécies de helmintos se apresentaram altamente agregadas tanto no total quanto em relação ao sexo e idade do hospedeiro (Tabelas 1, 2 e 3).

Com relação à prevalência, somente a espécie *G. zetta* encontrada no hospedeiro *O. nigripes* apresentou diferença significativa em relação a idade dos hospedeiros, sendo maior em hospedeiros adultos (Tabelas 1 e 4). Não foram encontradas diferenças significativas nas prevalências com relação ao sexo e idade do hospedeiro em nenhuma outra espécie analisada (Tabelas 5 e 6). Contudo, o helminto *S. lanfrediae* no roedor *O. nigripes* e *T. navonae*, *L. chagasfilhoi*, *Angiostrongylus* sp. no roedor *A. montensis*, e *G. zetta* e *R. guaricanae* no roedor *E. russatus* só ocorreram em indivíduos adultos (Tabela 1). Além disso, *L. chagasfilhoi* e *Angyostrongylus* sp. de *A. montensis* e *G. zetta* de *E. russatus* só ocorreram em indivíduos fêmeas destas espécies (Tabela 1).

As intensidades só puderam ser comparadas para as espécies de helminto *T. lenti*, *S. rolandoi* e *R. akodontis*. Nenhuma delas apresentou diferença significativa em relação a sexo ou idade do hospedeiro em suas intensidades (Tabela 7).

Tabela 1: Abundância e intensidade (\pm DP), prevalência (intervalo de confiança 95%) e grau de agregação de espécies de helmintos encontrados no roedor *Oligoryzomys nigripes* em relação a sexo do hospedeiro e estação do ano.

<i>O. nigripes</i>	<i>G. zetta</i>	<i>S. lanfrediae</i>
Abundância Total	8,68 \pm 11,25	1,72 \pm 6
Macho	4,07 \pm 4,49	2,23 \pm 8,04
Fêmea	13,66 \pm 14,21	1,16 \pm 2,72
Primavera	4,66 \pm 4,04	9,66 \pm 16,74
Outono	9,22 \pm 14,21	0,63 \pm 2,05
Jovem	3,93 \pm 7,60	-
Adulto	15,8 \pm 12,4	4,30 \pm 9,15
Intensidade Total	11,42 \pm 11,65	10,75 \pm 12,6
Macho	5,88 \pm 4,49	29 \pm 0
Fêmea	16,4 \pm 14,04	4,66 \pm 4,04
Primavera	7 \pm 0	29 \pm 0
Outono	11,94 \pm 12,24	4,66 \pm 4,04
Jovem	6,55 \pm 9,04	-
Adulto	15,8 \pm 12,4	10,75 \pm 12,60
Prevalência Total	76 (75,86-76,14)	16 (15,93-16,07)
Macho	69,23 (69,16-69,3)	7,69 (7,56-7,82)
Fêmea	83,33 (83,08-83,58)	25 (24,96-25,04)
Primavera	66,66 (66,52-66,8)	33,33 (32,73-33,93)
Outono	77,27 (77,08-77,46)	13,63 (13,61-13,65)
Jovem	60 (59,88-60,12)	-
Adulto	153,95 (153,71-154,19)	83,78 (83,60-83,96)
Grau de Agregação	14,59	20,95
Macho	4,96	29
Fêmea	14,78	6,36
Primavera	3,5	29
Outono	15,23	66,66
Jovem	14,69	-
Adulto	9,74	19,48

Tabela 2: Abundância e intensidade (\pm DP), prevalência (intervalo de confiança 95%) e grau de agregação de espécies de helmintos encontrados no roedor *Akodon montensis* em relação a sexo do hospedeiro e estação do ano.

<i>A. montensis</i>	<i>G. zetta</i>	<i>T. lenti</i>	<i>T. navonae</i>	<i>L. chagasfilhoi</i>	<i>Angiostrongylus</i> sp.	<i>R.</i> <i>akodontis</i>
Abundância Total	0,12 \pm 0,70	0,6 \pm 2,29	0,12 \pm 0,75	0,02 \pm 0,24	0,01 \pm 0,16	0,26 \pm 0,83
Macho	0,07 \pm 0,56	0,65 \pm 2,30	0,21 \pm 0,99	-	-	0,22 \pm 0,59
Fêmea	0,18 \pm 0,83	0,56 \pm 2,30	0,01 \pm 0,12	0,04 \pm 0,36	0,03 \pm 0,24	0,30 \pm 1,06
Primavera	0,09 \pm 0,62	0,68 \pm 2,68	0,21 \pm 0,99	-	0,02 \pm 0,22	0,14 \pm 0,38
Outono	0,15 \pm 0,80	0,51 \pm 1,69	-	0,04 \pm 0,37	-	0,40 \pm 1,17
Jovem	0,23 \pm 0,99	0,23 \pm 0,99	-	-	0,01 \pm 0,18	0,19 \pm 0,49
Adulto	0,10 \pm 0,62	0,69 \pm 2,48	6,66 \pm 0,82	0,02 \pm 0,27	-	0,27 \pm 0,89
Intensidade Total	3,6 \pm 1,51	5,56 \pm 4,64	2,57 \pm 2,50	3 \pm 0	2 \pm 0	1,65 \pm 1,49
Macho	3 \pm 2,82	5,2 \pm 4,49	2,83 \pm 2,63	-	-	1,5 \pm 0,67
Fêmea	4 \pm 0	6,16 \pm 5,26	1 \pm 0	3 \pm 0	2 \pm 0	1,81 \pm 2,08
Primavera	4 \pm 0	8 \pm 5,38	2,57 \pm 2,50	-	2 \pm 0	1,09 \pm 0,30
Outono	3,33 \pm 2,08	3,66 \pm 3,08	-	3 \pm 0	-	2,16 \pm 1,94
Jovem	3 \pm 2,82	3 \pm 2,82	-	-	-	1,25 \pm 0,50
Adulto	4 \pm 0	5,92 \pm 4,81	2,57 \pm 2,50	3 \pm 0	2 \pm 0	1,73 \pm 1,62
Prevalência Total	3,424 (3,421-3,427)	10,95 (10,94-10,96)	4,794 (4,791-4,797)	0,680 (0,679-0,681)	1,36 (0)	15,753 (15,749-15,757)
Macho	2,5 (2,496-2,504)	12,5 (12,49-12,51)	7,5 (7,493-7,507)	-	-	15 (14,996-15,004)
Fêmea	4,545 (4,539-4,551)	9,09 (9,08-9,10)	1,51 (0)	1,515 (1,513-1,517)	1,515 (1,514-1,516)	16,66 (16,658-16,674)
Primavera	2,439 (2,435-1,443)	8,53 (8,52-8,54)	8,536 (8,530-8,542)	-	1,219 (1,218-1,220)	13,414 (13,412-13,416)
Outono	4,687 (4,681-4,693)	14,06 (14,05-14,07)	-	1,562 (1,560-1,564)	-	18,750 (18,741-18,759)
Jovem	7,69 (7,68-7,70)	7,69 (7,68-7,70)	-	-	-	15,833 (15,828-15,838)
Adulto	2,500 (2,497-2,503)	11,66 (11,65-11,67)	5,833 (5,829-5,837)	0,833 (0,832-0,834)	0,833 (0,832-0,834)	15,384 (15,378-15,390)
Grau de Agregação	-	8,65	-	-	-	2,70
Macho	-	8,15	-	-	-	1,57
Fêmea	-	9,50	-	-	-	3,75
Primavera	-	10,55	-	-	-	1,03
Outono	-	5,54	-	-	-	3,41
Jovem	-	4,26	-	-	-	1,25
Adulto	-	8,93	-	-	-	2,93

Tabela 3: Abundância e intensidade (\pm DP), prevalência (intervalo de confiança 95%) e grau de agregação de espécies de helmintos encontrados no roedor *Euryoryzomys russatus* em relação a sexo do hospedeiro e estação do ano.

<i>E. russatus</i>	<i>G. zetta</i>	<i>S. rolandoi</i>	<i>R. guaricanae</i>
Abundância Total	2,32 \pm 12,28	6,39 \pm 13,83	0,67 \pm 2,72
Macho	-	6,06 \pm 15,71	0,25 \pm 1
Fêmea	5,41 \pm 18,76	6,8 \pm 11,51	1,25 \pm 4,02
Primavera	-	16,28 \pm 22,57	2 \pm 5,29
Outono	3,09 \pm 14,18	3,09 \pm 7,72	0,23 \pm 0,88
Jovem	-	6,6 \pm 17,9	-
Adulto	3,61 \pm 15,32	6, 27 \pm 11,55	1, 05 \pm 3, 36
Intensidade Total	65 \pm 0	25,5 \pm 16,98	6,33 \pm 6,80
Macho	-	32,3 \pm 24,02	4 \pm 0
Fêmea	65 \pm 0	20,4 \pm 10,6	7,5 \pm 9,19
Primavera	-	38 \pm 17,05	14 \pm 0
Outono	65 \pm 0	16,25 \pm 10,62	2,5 \pm 2,12
Jovem	-	33 \pm 33,94	-
Adulto	65 \pm 0	22,60 \pm 10, 31	6,33 \pm 6,80
Prevalência Total	3,57(3,43-3,71)	25(24,84-25,16)	10,71(10,68-10,74)
Macho	-	18,75(18,51-18,99)	6,25(6,24-6,26)
Fêmea	8,33(8-8,66)	33,3(33,1-33,5)	16,66(16,59-16,73)
Primavera	-	42,85(42,32-43,38)	14,28(14,16-14,4)
Outono	4,76(4,57-4,95)	19,04(18,94-19,14)	9,52(9,51-9,53)
Jovem	-	20 (19,65-20,35)	-
Adulto	5,55 (5,33-5,77)	27,77 (27,60-27,94)	16,66 (16,62-16,70)
Grau de Agregação	-	29,92	10,92
Macho	-	40,72	4
Fêmea	-	19,39	12,96
Primavera	-	31,28	14
Outono	-	19,28	3,32
Jovem	-	10,06	-
Adulto	-	21,26	10,75

Tabela 4: Valores de Qui-Quadrado e p para prevalência entre sexo e idade dos hospedeiros para duas espécies de helmintos no roedor *O. nigripes*.

<i>O. nigripes</i>				
	<i>G. zetta</i>		<i>S. lanfrediae</i>	
	χ^2	p	χ^2	p
Gênero	0,68	0,409	1,391	0,238
Idade	5,263	0,022	-	-

Tabela 5: Valores de Qui-Quadrado e p para prevalência entre sexo e idade dos hospedeiros para quatro espécies de helmintos no roedor *A. montensis*.

<i>A. montensis</i>									
	<i>G. zetta</i>		<i>T. lenti</i>		<i>T. navonae</i>		<i>R. akodontis</i>		
	χ^2	p	χ^2	p	χ^2	p	χ^2	p	
Gênero	0,457	0,499	0,431	0,512	2,838	0,09	0,076	0,783	
Idade	1,742	0,187	0,346	0,556	1,593	0,207	0,003	0,955	

Tabela 6: Valores de Qui-Quadrado e p para prevalência entre sexo e idade dos hospedeiros para três espécies de helmintos no roedor *E. russatus*.

<i>E. russatus</i>						
	<i>G. zetta</i>		<i>S. rolandoi</i>		<i>R. guaricanae</i>	
	χ^2	p	χ^2	p	χ^2	p
Gênero	1,383	0,24	0,778	0,378	0,778	0,378
Idade	0,576	0,448	0,207	0,649	1,867	0,172

Tabela 7: Valores do teste t e Mann-Whitney para intensidades entre sexo e idade dos hospedeiros para uma espécie de helminto do roedor *A. montensis* (*T. lenti*) e duas do roedor *E. russatus* (*S. rolandoi* e *R. akodontis*).

	<i>T. lenti</i>		<i>S. rolandoi</i>		<i>R. akodontis</i>	
	T	p	T	p	U	p
Gênero	0,391	0,528	0,897	0,411	58	0,583
Idade	0,825	0,423	0,7	0,515	32,5	0,629

As modelagens feitas com os dados de abundâncias das espécies de helmintos em relação aos parâmetros analisados indicaram que a espécie *G. zetta*, apresentou modelos plausíveis com variáveis similares, seja considerando-se uma espécie de hospedeiro (*O. nigripes*), seja considerando-se as três espécies de roedores parasitados (Tabelas 8 e 9). Considerando-se apenas o hospedeiro *O. nigripes*, os modelos plausíveis incluíram as variáveis sexo e idade (Tabela 8), com maior valor de abundância para indivíduos adultos do sexo feminino. Considerando-se as três espécies de hospedeiro, as abundâncias também foram influenciadas pela idade e pelo sexo, além da espécie de hospedeiro (Tabela 9), indicando maiores valores de abundância em indivíduos adultos, do sexo feminino nas espécies de roedores *O. nigripes* e *E. russatus*. Apesar disso, valores mais elevados de abundância foram registrados para *O. nigripes* ($p < 0,001$) em relação a *E. russatus* ($p = 0,03$) no teste *t*. As outras espécies para as quais foi possível analisar a abundância, *S. lanfredie*, *T. lenti*, *R. akodontis* e *S. rolandoi* obtiveram o modelo nulo como único plausível, sendo que todos os outros modelos apresentaram $\Delta AIC > 2$ ou seus efeitos não foram significativos, indicando não haver diferenças significativas nas abundâncias destas espécies em relação aos parâmetros analisados (Tabela 8).

Tabela 8: Modelos Lineares Generalizados (GLM) para abundâncias das espécies de helminto em relação ao sexo e idade dos hospedeiros. AICc= Critério de Informação de Akaike Corrigido; k= Número de parâmetros; p= Significância do Modelo.

Espécies	Modelo	AICc	ΔAICc	wAICc	k	p
<i>G.zetta</i>	Sexo + Idade	189,3	0	0,585	4	0,005
	Idade	190,7	1,42	0,288	3	0,010
	Nulo	195,5	6,18	0,027	2	-
<i>S. lanfrediae</i>	Nulo	164,1	0	0,548	2	-
<i>T. lenti</i>	Nulo	660,2	0	0,530	2	-
<i>R. akodontis</i>	Nulo	366,2	0	0,497	2	-
<i>S. rolandoi</i>	Nulo	230,0	0	0,604	2	-

**G. zetta* foi analisada nesta tabela somente para o hospedeiro *O. nigripes*

Tabela 9: Modelos Lineares Generalizados (GLM) para a abundância da espécie de helminto *G. zetta* em relação à espécie, sexo e idade do hospedeiro, considerando-se as três espécies de hospedeiro na análise. AICc= Critério de Informação de Akaike Corrigido; k= Número de parâmetros; p= Significância do Modelo.

Espécie	Modelo	AICc	ΔAICc	wAICc	K	p
<i>G. zetta</i>	Hospedeiro+Sexo+Idade	1279,3	0	0,739	6	<0,001
	Nulo	1322,2	42,87	0	2	-

Com relação ao índice de importância das espécies nas comunidades componentes, para o roedor *O. nigripes*, tanto *G. zetta* quanto *S. lanfrediae* foram dominantes (Tabela 10). Na comunidade componente do hospedeiro *A. montensis*, as espécies *G. zetta*, *T. lenti*, *T. navonae* e *R. akodontis* foram dominantes, enquanto que *L. chagasfilhoi* e *Angiostrongylus* sp. se apresentaram como co-dominantes. Em *E. russatus*, as três espécies de helminto encontradas, *G. zetta*, *S. rolandoi* e *R. guaricanae* foram dominantes (Tabela 10).

Tabela 10: Índice de importância dos helmintos encontrados nas três espécies de roedores neste estudo, em Santo Amaro da Imperatriz, SC.

Hospedeiro	Espécies	Índice de Importância	Categoria
<i>O. nigripes</i>	<i>G. zetta</i>	95,99	Dominante
	<i>S. lanfrediae</i>	4	Dominante
<i>A. montensis</i>	<i>G. zetta</i>	3,57	Dominante
	<i>T. lenti</i>	56,5	Dominante
	<i>T. navonae</i>	5	Dominante
	<i>R. akodontis</i>	34,69	Dominante
	<i>L. chagasfilhoi</i>	0,11	Co-Dominante
	<i>Angiostrongylus sp.</i>	0,07	Co-Dominante
<i>E. russatus</i>	<i>G. zetta</i>	4,72	Dominante
	<i>S. rolandoi</i>	91,1	Dominante
	<i>R. guaricanae</i>	4,14	Dominante

A análise de metacomunidade de helmintos de *A. montensis* foi consistente com o padrão aleatório, sendo caracterizada por uma estrutura não coerente ao longo do gradiente ambiental (Ausências embutidas=13, $p=0,35$, Média Recíproca=45,32, Desvio Padrão=35,20) (Fig.15).

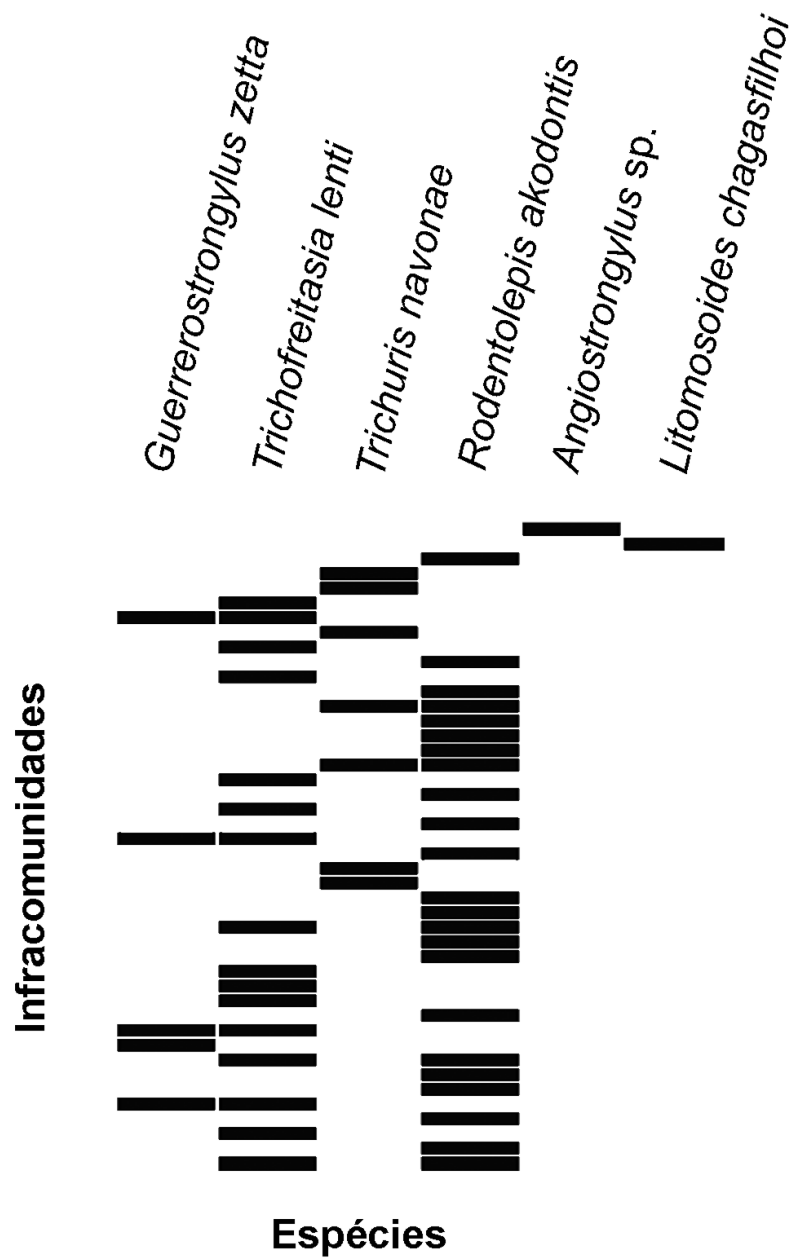


Figura 15: Matriz ordenada para metacomunidade de helmintos de *Akodon montensis* coletados no Município Santo Amaro da Imperatriz, Estado de Santa Catarina, na escala de infracomunidade (representando espécimes infectados de *A. montensis*). Sítios preenchidos representam a presença da espécie de helmintos em cada hospedeiro.

5 DISCUSSÃO

A comunidade de helmintos parasitos de roedores sigmodontíneos foi composta principalmente por nematoides, corroborando os achados de Kinsella, (1991), Fuentes *et al.*, (2004), Morand *et al.*, (2006) e Simões *et al.*, (2010), uma vez que, das nove espécies de helmintos recuperadas no total, sete (*G. zetta*, *S. lanfrediae*, *T. lenti*, *T. navonae*, *Angiostrongylus* sp., *L. chagasfilhoi* e *S. rolandoi*) pertencem ao filo Nematoda. A dominância do filo Nematoda sugere que esses parasitos desempenham um papel importante na dinâmica de populações de pequenos mamíferos na Mata Atlântica.

Verifica-se que muitas dessas espécies de nematoides não apresentam especificidade para a espécie hospedeira devido à ocorrência de uma mesma espécie em diferentes roedores (Puttker *et al.*, 2008). Os nematoides ocupam o terceiro lugar em número de espécies entre os animais multicelulares, após os moluscos e os artrópodes, podendo esse número talvez ultrapassar o meio milhão, existindo assim variedade nas formas e nos habitats (Politz & Philipp, 1992).

5.1 Riqueza de espécies

A riqueza e a composição de helmintos diferiram entre as três espécies de roedores coletadas na área de estudo, observando-se seis espécies em *A. montensis*, duas em *O. nigripes* e três em *E. russatus*, totalizando nove espécies de helmintos no total. O estudo de Kuhnen *et al.*, (2012), realizado em áreas preservadas da Mata Atlântica no estado de Santa Catarina, encontrou maior riqueza de espécies de helmintos em *E. russatus* (oito espécies) em relação a *A. montensis* (sete espécies) e *O. nigripes* (duas espécies). Püttker *et al.*, (2008) registraram maior riqueza parasitária em *A. montensis* em relação a *O. nigripes* em áreas perturbadas da Mata Atlântica em São Paulo. Do mesmo modo, Gomes *et al.* (2003) registraram maior riqueza de helmintos em *A. cursor* (N = 4), congênere de *A. montensis*, em relação a *O. nigripes* (N = 1) e *E. russatus* (= *Oryzomys intermedius*) (N = 1). Por outro lado, Cardoso *et al.* (2016), registraram a mesma riqueza parasitária para *A. montensis* e *O. nigripes* considerando áreas do Parque Nacional da Serra dos Órgãos (uma área preservada) e fragmentos no seu entorno, apresentando riqueza de 12 espécies de helmintos em cada roedor. Panisse *et al.* (2017) verificaram a ocorrência de oito espécies de helmintos parasitando *A.*

montensis, seis espécies em *O. nigripes* e sete espécies em *E. russatus* na Mata Atlântica de Misiones na Argentina. Embora o presente estudo tenha sido desenvolvido em uma área de floresta preservada, os resultados obtidos pelos estudos citados acima, desenvolvidos em ambientes com distitos perfis de perturbação, indicam variação na riqueza parasitária entre hospedeiros, sugerindo influência do ambiente (Vidal-Martínez & Wunderlich, 2017) ou do comportamento do hospedeiro favorecendo a infecção (Combes, 2001).

O comportamento alimentar dos hospedeiros é um fator determinante na aquisição de helmintos parasitos (Püttker *et al.*, 2008) assim como o microhabitat ocupado (Cardoso *et al.*, 2016). Entre as espécies estudadas, *A. montensis*, que é estritamente terrestre, apresenta dieta onívora, enquanto *E. russatus*, também estritamente terrestre, tem dieta frugívoro / granívora (Paglia *et al.*, 2012). Por outro lado, *O. nigripes* apresenta comportamento escansorial, o que pode configurar um determinante fundamental para a taxa de encontro hospedeiro-parasito e, por conseguinte, para a maior riqueza de helmintos observada em *A. montensis* (Callinan & Westcott, 1986; Gomes *et al.*, 2003).

Embora *A. montensis* tenha apresentado riqueza total de seis espécies de helmintos (*G. zetta*, *T. lenti*, *T. navonae*, *L. chagasfilhoi*, *Angiostrongylus* sp. e *R. akodontis*), *E. russatus* três espécies de helmintos (*G. zetta*, *S. rolandoi* e *R. guaricanae*) e *O. nigripes* duas espécies de helmintos (*G. zetta* e *S. lanfrediae*), observou-se maior riqueza média neste último roedor do que nas demais espécies hospedeiras. Estes resultados revelam que a maioria das infracomunidades da espécie hospedeira *O. nigripes*, apresentou as espécies *G. zetta* e *S. lanfrediae* para a sua comunidade componente, enquanto que nos outros dois hospedeiros, as infracomunidades apresentam um número de espécies menor que o total de espécies encontradas nas suas respectivas comunidades componentes. Estes resultados indicam uma baixa saturação de espécies tanto nas comunidades componentes, quanto nas infracomunidades nos hospedeiros analisados.

5.2 Helmintofauna e Parâmetros parasitológicos

Estudos sobre a helmintofauna de *A. montensis*, já registraram anteriormente um total de pelo menos 14 espécies, sendo elas os helmintos da Classe Trematoda: *Canaania obesa* e *Echinostoma luisreyi*, da Classe cestoda: *R. akodontis* e

Hymenolepis spp. e do Filo Nematoda: *Hassalstrongylus* sp., *S. lanfrediae*, *S. aculeata*, *S. eta*, *T. lenti*, *Angiostrongylus* spp., *Trichuris* sp., *Syphacia carlitosi*, *Prostospirura numidica* e *L. silvai* (Simões *et al.*, 2011; Kuhnen *et al.*, 2012; Panisse *et al.*, 2017).

Em relação à helmintofauna de *O. nigripes*, já foram registrados anteriormente 11 espécies, sendo representantes da classe Trematoda, *C. obesa*, da Classe Cestoda: *R. akodontis*, *Raillietina* sp e *Taenia taeniaeformis* e do Filo Nematoda: *S. lanfrediae*, *S. aculeata*, *S. eta*, *T. lenti*, *G. zetta*, *S. kinellai*, *Hassalstrongylus* sp., em locais da Mata Atlântica tanto no Brasil quanto na Argentina (Simões *et al.*, 2011; Kuhnen *et al.*, 2012; Panisse *et al.*, 2017).

Em estudos realizados na Mata Atlântica do Rio de Janeiro (Gomes *et al.*, 2003) e mais recentemente em Santa Catarina por Kuhnen *et al.* (2012), assim como em Misiones na Mata Atlântica da Argentina realizado por Panisse *et al.* (2017), foram observados helmintos infectando o roedor *E. russatus* das famílias Oxyuridae, Trichuridae e Ancylostomidae, além de *Hassalstrongylus zeta*, *S. rolandoi*, *Hymenolepis* sp., *Strongyloides* sp., *Syphacia* sp. e *Longistriata* sp..

A espécie de nematoide *G. zetta* foi a única espécie compartilhada entre hospedeiros neste estudo, sendo encontrada nas três espécies de roedores, porém com elevada abundância e prevalência somente em *O. nigripes*. Isto sugere que este helminto utilize esta espécie de roedor como hospedeiro principal na área de estudo, comparando-se com os outros dois roedores, *A. montensis* e *E. russatus*. O estudo de Simões e colaboradores (2011) desenvolvido no Parque Nacional da Serra dos Órgãos em Teresópolis, Rio de Janeiro, relatou a espécie *G. zetta* infectando *O. nigripes* com maiores valores de abundância e também foi encontrado infectando o roedor *A. cursor*, o que corrobora os resultados obtidos no presente estudo. Panisse e colaboradores (2017) registraram a presença do helminto *G. ulysi* infectando *E. russatus* em Misiones na Argentina. No Brasil, *G. zetta* já foi anteriormente relatada em mamíferos incluindo *Cerradomys subflavus* Wagner, 1842, *Galea spixii* Wagler, 1831, *Nectomys rattus* Brants, 1827, e *O. nigripes* nos Estados de Goiás e Bahia (Magalhães Pinto *et al.*, 1982); *Akodon cursor* Winge, 1887, *Euryoryzomys russatus* Wagner, 1848, e *O. nigripes* no Estado do Rio de Janeiro (Gomes *et al.*, 2003; Simões *et al.*, 2011, 2012) e infectando *Thrichomys pachiurus* Wagner, 1845 no Pantanal (Simões *et al.*, 2012).

O maior valor de abundância para a espécie de helminto *G. zetta* em indivíduos fêmeas e adultas na espécie de roedor *O. nigripes* contradiz o padrão mais comum observado em estudos de helmintos de mamíferos, onde hospedeiros machos apresentam-se infectados com mais frequência (Poulin, 1996; Zuk & McKean, 1996; Luong *et al.*, 2009). A maior prevalência e abundância de parasitos em hospedeiros machos são comumente explicadas por seu comportamento mais exploratório em relação às fêmeas (Poulin, 2007). Entretanto, esse achado pode estar relacionado aos hormônios gonadais femininos que regulam o sistema imune do hospedeiro, principalmente durante a gravidez, tornando o hospedeiro mais suscetível às infecções (Grossman, 1985). No entanto, outros estudos também relataram maiores taxas de infecção de helmintos em hospedeiros fêmeas para outras espécies de roedores, relacionadas a fatores hormonais ou comportamentais (Grossman, 1985; Simões *et al.*, 2014).

A espécie *S. lanfrediae* foi registrada no presente estudo apenas no roedor *O. nigripes* com prevalências de valores intermediários. Simões *et al.* (2011) e Cardoso *et al.* (2016) relataram altas prevalências de *S. lanfrediae* neste roedor (> 60% em ambos estudos), tanto em áreas preservadas quanto em áreas fragmentadas. O gênero *Stilestrongylus* normalmente apresenta alta prevalência, abundância e dominância nas comunidades de helmintos de roedores (Notarnicola *et al.*, 2000; Simões *et al.*, 2011), como nas apresentadas neste estudo. No estudo de Simões e colaboradores (2011), foram descritos os primeiros registros deste helminto nos roedores *A. montensis* e *A. cursor*, na Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro, apresentando valores de prevalência de 89,5%.

A nova espécie de helminto encontrada, *S. rolandoi* possui como características principais o padrão da bolsa caudal 1-4, raio 2 do lobo esquerdo maior que o raio 2 do lobo direito, raio 6 pequeno, assimetria dos raios 8, o alto número de cristas (27 em machos e 24 em fêmeas), e o espículo maior em relação ao tamanho do corpo neste gênero. Com isso, todas essas características fornecem caracteres morfológicos suficientes para que este nematoide encontrado em *E. russatus* seja considerado uma nova espécie do gênero *Stilestrongylus* (Boullosa *et al.*, 2018; Anexo B). Panisse *et al.*, (2017) reportaram a presença de uma nova espécie do gênero *Stilestrongylus* infectando *E. russatus* e *Sooretamys angouya* na Mata Atlântica da Argentina, não descrita até então.

A infecção por *T. lenti* ocorreu no roedor *A. montensis* corroborando dados obtidos por Simões e colaboradores (2011), que relataram a infecção por esta espécie de helminto tanto em *A. montensis* quanto em *O. nigripes*. O presente estudo apresenta uma nova distribuição geográfica para a espécie sendo o primeiro relato de *T. lenti* em *A. montensis* em Santa Catarina, uma vez que Kuhnen e colaboradores (2012) não encontraram infecção por este helminto no estado de Santa Catarina. Panisse e colaboradores (2017) também encontraram infecção por *T. lenti* em *A. montensis* na Argentina.

Estas quatro espécies de tricostrongilídeos apresentam ciclo direto de transmissão. Os hábitos de seus hospedeiros roedores de lambem a sua pelagem (Hernandez & Sukhdeo, 1995) e de se alimentarem de gramineas onde as formas infectantes dos helmintos podem estar presentes contribuem para sua infecção e manutenção do ciclo de vida destes helmintos (Brouat *et al.*, 2007; Cardoso *et al.*, 2016). Além disso, as variações na umidade e temperatura do ambiente externo são características importantes para a eclosão e o desenvolvimento das larvas infectantes dessas espécies. Ademais, um estudo anterior mostrou que a presença da espécie de helminto *T. lenti* é favorecida em áreas preservadas e com grandes coberturas vegetais (Cardoso *et al.*, 2016).

A presença e a dominância de *T. navonae* em *A. montensis* pode estar relacionada à baixa imunidade do hospedeiro e ao seu comportamento estritamente terrestre (Bundy & Cooper 1989; Grecis *et al.*, 1993; Anderson, 2009; Robles, 2014). Ovos de *Trichuris* são depositados no solo através das fezes de animais infectados, onde a larva infectante se desenvolve dentro do ovo. O desenvolvimento dessa larva ocorre pela influência da temperatura. Após a ingestão do ovo pelo hospedeiro, a larva se desenvolve para o estágio adulto na mucosa do cecum e cólon (Beer, 1976; Bundy & Cooper, 1989; Robles, 2014). As espécies do gênero *Trichuris* possuem uma grande importância para a medicina veterinária, pois parasitam um grande número de espécies de mamíferos, como roedores, marsupiais, ruminantes e primatas, incluindo também os seres humanos (Cafrune *et al.*, 1999; Anderson, 2009; Lopes Torres *et al.*, 2011; Robles *et al.*, 2014). Simões e colaboradores (2011) encontraram helmintos do gênero *Trichuris* em *A. montensis* e Kuhnen e colaboradores (2012) também relataram helmintos da família Trichuridae tanto em *A. montensis* quanto em *E. russatus* no PEST e em Florianópolis. Esta

espécie, *T. navonae*, também foi descrita infectando o roedor *A. montensis* na Argentina (Panisse *et al.*, 2017).

O cestóide *R. akodontis*, encontrado infectando *A. montensis*, foi a espécie que apresentou o maior valor de prevalência neste hospedeiro. A espécie *R. akodontis* foi descrita por Rêgo (1967) oriunda da localidade de Linhares e Engano no Estado do Espírito Santo, tendo como hospedeiro tipo *Akodon cursor* (citada como *A. arviculoides*). Guerreiro Martins *et al.* (2014) relataram *R. akodontis* na Argentina em *Oxymycterus rufus*. *R. akodontis* tem ciclo indireto de transmissão, ou seja, exige a presença de hospedeiros intermediários, geralmente artrópodes, para a continuação do ciclo de vida (Mares *et al.*, 1986; Marinho-Filho *et al.*, 2002). No estudo de Simões *et al.* (2011), *R. akodontis* foi encontrado infectando *O. nigripes* e *A. montensis*, neste último apresentando maior prevalência.

O cestóide *Raillietina guaricanae* foi descrito por César & Luz em 1993 infectando *Oryzomys ratticeps* (sinônimo de *Sooretamys angouya*) no Estado do Paraná. Espécimes do gênero *Raillietina* foram relatados infectando o roedor *O. nigripes* na Mata Atlântica do Rio de Janeiro (Simões *et al.*, 2011). Este gênero é cosmopolita e possui 295 espécies conhecidas, sendo as infecções por este táxon consideradas acidentais no ser humano (Joyeux & Baer, 1929; Schmidt, 1986). A espécie *R. celebensis*, que parasita o intestino delgado de roedores e seres humanos, foi recentemente relatada infectando *Ratus novergicus*, um roedor que possui hábitos sinantrópicos, no Município de São Gonçalo no Estado do Rio de Janeiro (Simões *et al.*, 2017). Rêgo e Nascimento (1962) reportaram também a infecção por *R. demerariensis* em *R. novergicus* no Brasil e no Peru.

A presença de *Angiostrongylus* sp. em *A. montensis* pode estar relacionada à dieta do roedor, que consome insetos e outros invertebrados (Paglia *et al.*, 2012), espécies que atuam como hospedeiras intermediárias deste parasito, diferentemente de *O. nigripes* que se alimenta preferencialmente de sementes e frutas (Emmons & Feer, 1997; Paglia *et al.*, 2012). Este gênero possui importância médico-veterinária. No Brasil, a espécie *A. cantonensis* Chen, 1935 já foi encontrada parasitando a artéria pulmonar de roedores (Pena *et al.*, 1995; Caldeira *et al.*, 2007) e no ser humano, causando angiostrongilíase meningoencefálica (Malek & Cheng, 1974; Graeff-Teixeira *et al.*, 2009; Morassutti *et al.*, 2014). *A. vasorum* Baillet, 1866 já foi relatada parasitando o sistema circulatório e as artérias pulmonares de cães e carnívoros (Lima *et al.*, 1985; Lima *et al.*, 1994), enquanto *A. costaricensis* Morera &

Cespedes, 1971 foi descrita parasitando acidentalmente o ser humano e roedores nas artérias mesentéricas (Graeff-Teixeira *et al.*, 1991). *Angiostrongylus cantonensis* já foi registrada em *Rattus rattus* e *R. norvegicus* no Município de São Gonçalo, Estado do Rio de Janeiro (Simões *et al.*, 2014). Este gênero também já foi registrado em *A. montensis* e *A. cursor* no Município de Tersópolis, Estado do Rio de Janeiro (Simões *et al.*, 2011). Em recentes revisões feitas sobre a distribuição de *Angiostrongylus*, foram relatadas a presença de espécies deste gênero em roedores e marsupiais (Robles *et al.*, 2016; Valente *et al.*, 2018). Os moluscos são os hospedeiros intermediários. Os hospedeiros paratênicos incluem caranguejos, camarão de água doce, anfíbios e peixes. Os seres humanos se infectam acidentalmente pela ingestão de hospedeiros intermediários ou paratênicos, sendo que nestes, o parasito não completa o ciclo de vida, como ocorre em roedores (Thiengo *et al.*, 2013).

O helminto encontrado na cavidade abdominal de *A. montensis* pertencente ao gênero *Litomosoides*, pode ser encontrado infectando roedores das famílias Muridae, Ctenomyidae, Sciuridae e Echimyidae (Bain *et al.*, 1989; Notarnicola *et al.*, 2000), marsupiais (Didelphidae) (Muller, 1980; Guerrero *et al.*, 2002) e morcegos das famílias Vespertilionidae, Phyllostomidae, Molossidae e Mormoopidae (Esslinger, 1973; Guerrero *et al.*, 2003) nas regiões Neotropical e Neoártica (Moraes-Neto *et al.*, 1996). No trabalho de Simões *et al.* (2011) foi encontrado *L. odile* infectando a cavidade abdominal de *O. nigripes* e *L. silvai* infectando a cavidade torácica de *A. montensis* e *A. cursor*. Gomes *et al.* (2003) encontraram *L. carinii* infectando a cavidade pleural do roedor *Nectomys squamipes* no Rio de Janeiro, contudo, atualmente, sabe-se que o grupo *carinii* do gênero *Litomosoides* está relacionado aos morcegos. Maldonado *et al.* (2006) também encontrou *L. chagasfilhoi* infectando a cavidade abdominal também de *N. squamipes*. Moraes Neto *et al.* (1997) encontrou *L. chagasfilhoi* na cavidade abdominal de *A. cursor*. Panisse *et al.* (2017) constataram infecção por *L. chagasfilhoi* em *O. nigripes* na Argentina. O presente estudo é o primeiro relato de infecção da espécie *L. chagasfilhoi* no roedor *A. montensis*.

O padrão de distribuição agregado dos helmintos encontrados foi o usualmente observado para a distribuição de parasitos na natureza (Bush *et al.*, 2001; Poulin, 2007), já tendo sido relatado em diversos outros estudos (Fuentes *et al.*, 2004, Brouat *et al.*, 2007, Simões *et al.*, 2011, Cardoso *et al.*, 2016), confirmando

assim uma característica típica da população desses parasitos em roedores silvestres.

5.3 Estrutura de comunidades

O padrão aleatório encontrado no presente estudo para a estrutura da metacomunidade de helmintos de *A. montensis* sugere que as espécies de helmintos respondem de maneira independente ao gradiente ambiental (Leibold & Mikkelson, 2002; Presley *et al.*, 2010; Dallas & Presley, 2014; Braga *et al.*, 2017). Isto pode ser devido às diferenças nos ciclos de vida e nas diferenças taxonômicas entre as seis espécies encontradas em *A. montensis*. Alguns helmintos (*G. zetta*, *T. lenti* e *T. navonae*) possuem ciclo de vida direto e outros indiretos (*Angiostrongylus* sp., *L. chagasfilhoi* e *R. akodontis*). Além disso, *R. akodontis* pertence a classe Cestoda, ao contrário das outras espécies que são nematoides. Estas diferenças nos ciclos e distâncias taxonômicas podem fazer com as espécies respondam de formas independentes ao gradiente ambiental formado pelos hospedeiros.

Outro fator a ser considerado é o fato das amostras serem referentes a um estudo em escala local (um Município), o que pode representar um subconjunto da riqueza total de espécies de helmintos do hospedeiro analisado, resultando em uma ausência de coerência na análise de estrutura de metacomunidade. Até o momento poucos estudos avaliaram a metacomunidade de helmintos de pequenos mamíferos. Dallas e Presley (2014) registraram um padrão Clementsiano para a comunidade componente de helmintos de roedores do Novo México, porém relataram padrões aleatórios quando infracomunidades foram analisadas. De acordo com os autores, na escala de infracomunidade há maior dificuldade para a detecção de estruturas coerentes, dado que esta escala pode apresentar mais ausências embutidas do que o esperado por representarem comunidades pobres em espécies. Outros estudos registraram padrões coerentes, sendo o de Costa (2017), conduzido com helmintos de *Necomys lasiurus* em áreas do Cerrado que registrou um padrão quase-aninhado para infracomunidades e aninhado para comunidade componente, e o de Costa-Neto (2017), apresentou estes mesmos padrões para helmintos de *Didelphis aurita* na Mata Atlântica nas escalas de infracomunidades e comunidade componente.

Este estudo é o primeiro relato da helmintofauna de roedores em nível específico para o PEST, onde foi encontrada e descrita uma nova espécie do gênero *Stilestrongylus*. Além disso, é o primeiro estudo a analisar a metacomunidade de helmintos do roedor *A. montensis*, indicando haver um padrão de estruturação aleatório para as infracomunidades desta espécie de hospedeiro.

6 CONCLUSÃO

- O roedor *Akodon montensis* foi o hospedeiro que apresentou maior riqueza de espécies de helmintos quando comparado com os outros dois hospedeiros, *Oligoryzomys nigripes* e *Euryoryzomys russatus*.
- A única espécie compartilhada entre as espécies de hospedeiros estudadas foi *Guerrerostrongylus zetta*, indicando uma baixa especificidade desta espécie para os hospedeiros analisados.
- Este estudo apresenta novos registros de *Raillietina guaricanae* em *Euryoryzomys russatus*, e de *Litomosoides chagasfilhoi* em *Akodon montensis*, ampliando desta forma a lista de hospedeiros destes helmintos.
- As características morfológicas e morfométricas dos espécimes de *Stilestrongylus rolandoi* forneceram informações suficientes para considerar este nematoide encontrado em *E. russatus* uma nova espécie do gênero *Stilestrongylus*.
- O modelo aleatório de estrutura de metacomunidades, encontrado para a infracomunidade de helmintos e *A. montensis*, mostrou que as espécies respondem ao gradiente ambiental independentemente, indicando diferentes requisitos ambientais em decorrência da infecção deste hospedeiro por espécies de helmintos com ciclos de vida distintos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amato, J.F.R., Walter, A.B., Amato, S.B., 1991. Protocolo para Laboratório. Coleta e Processamento de Parasitas do Pescado 1o ed. Rio de Janeiro, 81p.
- Anderson, R.C., 2009. Nematode parasites of vertebrates. Their Development and Transmission. 2ed Ed. CAB International Ed. Wallingford Oxon UK 1-650.
- Bain, O., Petit, G., Diagne, M., 1989. Etude de quelques *Litomosoides* parasites de rongeurs; conséquences taxonomiques. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée* 64: 268–289.
- Babero, B.B., Murúa, R.B., 1990. A new species of the whipworm from a South American hystricomorph rodents. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 85: 211-213.
- Baer, J.G., Sandars, D.F., 1956. The First Record of *Raillietina* (*Raillietina*) *celebensis* (Janicki, 1902), (Cestoda) in Man from Australia, with a Critical Survey of Previous Gases. *Journal of Helminthology* 1056:173-182.
- Baylis, H.A. 1947. Some roundworms and flatworms from the West Indies and Suriam. *Journal of the Linnean Society of London Zoology* 41:406-414.
- Beer, R.J.S. 1976. The relationship between *Trichuris trichura* (Linnaeus, 1758) of the man and *Trichuris suis* (Schrank, 1788) of the pig. *Research in Veterinary Science* 20: 47–54.
- Begon, M., 2009. Ecology: From Individuals to Ecosystems. 4ed. Blackwell Publishing Ltd, Malden, USA 1-738.
- Bonvicino, C.R., Oliveira, J.A., D’Andrea, P.S. 2008. Guia dos roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseados em caracteres externos. Centro Pan-Americano de Febre Aftosa, Rio de Janeiro.
- Braga, C., Oliveira, J.A., Cerqueira, R., 2017. Metacomunidades: uma introdução aos termos e conceitos. *Oecologia Australis* 21: 108–118.
- Brouat, C., Kane, M., Diouf, M., Bâ, K., Sall-Dramé, R., Duplantier, J. M., 2007. Host ecology and variation in helminth community structure in *Mastomys* rodents from Senegal. *Parasitology* 134: 437–450.
- Brüggemann, F.M., 2014. Um olhar naturalista da Serra do Tabuleiro e região. 2 ed Damária, Santo Amaro da Imperatriz, Santa Catarina 1-397.
- Bundy, D.A.P., Cooper, E.S., 1989. *Trichuris* and Trichuriasis in Humans. *Advance in Parasitology*. 18: 107-173.

- Bush, A.O., Fernández, J.C., Esch, G.W..S.J.R., 2001. Parasitism: the diversity and ecology of animal parasites. United Kingdom: Cambridge University Press, Cambridge, Cambridge.
- Cafrune, M.M., Aguirre, D.H., Rickard, L.G., 1999. Recovery of *Trichuris tenuis* Chandler, 1930, from camelids (*Lama glama* and *Vicugna vicugna*) in Argentina. *Journal of Parasitology* 85:961-962.
- Caldeira, R.L., Mendonça, C.L.G.F., Goveia, C.O., Lenzi, H.L., Graeff-Teixeira, C., Lima, W.S., Mota, E. M, Pecora, I.L., Medeiros, A.M.Z., Carvalho, O.S., 2007. First record of molluscs naturally infected with *Angiostrongylus cantonensis* (Chen, 1935) (Nematoda: Metastrongylidae) in Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 102: 887-889.
- Callinan, A.P.L., Westcott, J.M., 1986. Vertical distribution of trichostrongylid larvae on herbage and in soil. *International Journal for Parasitology* 16:241–4.
- Cardoso, T. S., Simões, R.O., Luque, J.L.F, Maldonado Jr, A., Gentile, R., 2016. The influence of habitat fragmentation on helminth communities in rodent populations from Brazilian Mountain Atlantic Forest. *J. Helminthology* 90:460-468.
- Carleton, M.D., Musser, G.G., 2005. Order Rodentia, p. 745- 1600. In: D.E. Wilson; D.M. Reeder (Eds). *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*. Baltimore, Johns Hopkins University Press 1242.
- Catto, J.B., 2000. Endoparasitos de animais domésticos e silvestres do Pantanal: helmintos acantocéfalos, pentastomídeos e protozoários. In *Anais do 3º Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio Econômicos do Pantanal, 2000*. Corumbá: Embrapa.
- Cerqueira, R., Gentile, R., Fernandez, F.A.S., D’Andrea., 1993. A five-year population study of an assemblage of small mammals in Southeastern Brazil. *Mammalia* (Paris) 57: 507-517.
- César, T.C.P., Luz, E., 1993. *Raillietina* (*Raillietina*) *guaricana* n. sp. (Cestoda-Devaineidae), parasite of wild rats from the environmental protection área of Guaricana, Paraná, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 88:85-88.
- Combes, C., 1996. Parasites, Biodiversity and ecosystem stability. *Biodiversity and Conservation* 5: 953-962
- Combes, C., 2001. Parasitism: The ecology and evolution of intimate interactions, Chicago, IL: University of Chicago Press.

- Costa, N.A., 2017. Composição e estrutura das comunidades de helmintos de *Necromys lasiurus* (Lund, 1840) (Rodentia: Sigmodontinae) no município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. Rio de Janeiro. Dissertação [Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde] – Fundação Oswaldo Cruz.
- Costa-Neto, S.F., 2017. Composição e estrutura das comunidades de helmintos de *Didelphis aurita* Wied-Neuwied, 1826 (Didelphimorphia, Didelphidae), em três ambientes distintos da Mata atlântica no estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Tese [Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde] – Fundação Oswaldo Cruz.
- Christoff, A.U., Fagundes, V., Sbalqueiro, I.J., Mattevi, M.S., Yonenaga-Yassuda, Y., 2000. Description of a new species of *Akodon* (Rodentia: Sigmodontinae) from southern Brazil. *Journal of Mammalogy* 81: 838-851.
- Dallas, T., Presley, S. J., 2014. Relative importance of host environment, transmission potential and host phylogeny to the structure of parasite metacommunities. *Oikos* 123: 866–874.
- Daniels, C. W., 1895. *Taenia demerariensis*. British Guiana Medical Annual and Hospital Reports 7: 95–98.
- Digiani, M.C., Navone, G. T, Durette-Desset, M.C., 2007. The systematic position of some nippostrongyline nematodes (Trichostrongyline: Heligmosomoidea) parasitic in Argentina sigmodontine rodents. *Systematic Parasitology* 67:87-92.
- Digiani, M.C., Durette-Desset, M.C., 2007. Trichostrongyline (Nematoda) parasitic in *Phyllotis* sp. (Rodentia: Sigmodontinae) from Argentina, with description of three new species. *Parasitology International* 56: 9-18.
- Dümmer, B., Ristau, K., Traunspurger, W., 2016. Varying Patterns on Varying Scales: A Metacommunity Analysis of Nematodes in European Lakes. *Plos One* 11, e0151866.
- Durette-Desset, M.C., Digiani, M.C., 2005. The axis of orientation of the synlophe in the Heligmosomoidea (Nematoda, Trichostrongyline): a new approach. *Parasite* 12: 195–202.
- Durette-Desset, M.C., Digiani, M.C., 2012. The caudal bursa in the Heligmonellidae (Nematoda: Trichostrongyline). Characterization and hypothesis on its evolution. *Parasite* 19: 3 –18.

- Emmons, L.H., Feer, F., 1997. Neotropical Rainforest Mammals: A Field Guide. 2 ed. Chicago: University of Chicago, Press.
- Epstein, P.R., Dobson, A., Vandermeer, J., 1997. Biodiversity and infectious emerging diseases: Integrating health and ecosystem monitoring. In: F Grifo and J. Rosenthal (Eds), Biodiversity and Human Health, Island Press, 60-86 pp.
- Esslinger, J.H., 1973. The genus *Litomosoides* Chandler, 1931(Filarioidea: Onchocercidae) in Colombian bats and rats. *Journal of Parasitology* 59:225–246.
- FATMA., 2015. Delimitação e planejamento de demarcação do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro [Internet]. Disponível em: http://www.fatma.sc.gov.br/pautas/rimas_site/
- Froeschke, G., Harf, R., Sommer, S., Matthee, S., 2010. Effects of precipitation on parasite burden along a natural climatic gradient in southern Africa - implications for possible shifts in infestation patterns due to global changes. *Oikos* 119: 1029–1039.
- Fuentes, M. V., Sáez, S., Trelis, V., Galán-Punchades, M.T., Esteband, J. G., 2004. The helminth community of Wood mouse, *Apodemus sylvaticus*, in the Sierra Espuña, Murcia, Spain. *Journal of Helminthology* 78:219-223.
- Gardner, S.L., Campbell, M.L., 1992. Parasites as probes for biodiversity. *The J. Parasitol* 78: 596.
- Gibson, D. I., Jones, A., Bray, R. A., 2002. Keys to the Trematoda. v. 1. London, UK: CABI Publishing and the Natural History Museum. 521 p.
- Gomes, D. C., Cruz, R.P., Vicente, J.J., Pinto, R. M., 2003. Nematode parasites of marsupials and samall rodents from Brazilian Atlantic Forest in the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 20:699-707.
- Graeff-Teixeira, C., Camillo-Coura, L., Leonel Lenzi, H., 1991. Clinical and epidemiological aspects of abdominal angiostrongyliasis in Southern Brazil. *Revista do Instituto de Medicina tropical de São Paulo* 33: 373-378.
- Graeff-Teixeira, C., da Silva, A.C., Yoshimura, K., 2009. Update on eosinophilic meningoencephalitis and its clinical relevance. *Clin Microbiol Rev* 22: 322-348.

- Graipel, M.E., Miler, P.R.M., Glock, L., 2003. Padrão de atividade de *Akodon montensis* e *Oryzomys russatus* na reserva Volta Velha, Santa Catarina, sul do Brasil. *Mastozoología Neotropical* 2: 255–60.
- Grencis, R. K., Else, K. J, Bancroft, A. J, Bundy, D.A.P., 1993. *Trichuris* update 93'. *Parasitol Today* 9: 309-310.
- Grossman, C. J., 1985. Interactions between the Gonadal Steroids and the Immune System. *Science* 4684: 257-261.
- Guerreiro Martins, N.B., Robles, M.R., Navone, G.T., 2014. Distribución geográfica de cestodes Hymenolepididae de *Oxymycterus rufus* (Rodentia - Cricetidae) en Argentina. *Rev. Argent. Parasitol* 2: 14-22.
- Guerrero, R., Bain, O., 2011. Study of types of some species of “Filaria” (Nematoda) parasites of small mammals described by Von Linstow and Molin. *Parasite* 18: 151-161.
- Guerrero, R., Martin, C., Gardner, S. L., Bain, O., 2002. New and known species of *Litomosoides* (Nematoda: Filarioidea): important adult and larval characters and taxonomic changes. *Comparative Parasitology* 69: 177-195.
- Guerrero, R., Martin, C., Bain, O., 2003. *Litomosoides yutajensis* n. sp., first record of this filarial genus in a mormoopidbat. *Parasite* 10: 219–225.
- Hammer, O., Harper, D.A.T., Ryan, P.D., 2001.
- Han, B. A ., Kramer, A. M., Dranke, J. M., 2016. Global Patterns of Zoonotic Disease in Mammals. *Trends in Ecology & Evolution* 7: 565-577
- Hernandez, A., Sukhdeo, M.V., 1995. Host grooming and transmission strategy of *Heligmosomoides polygyrus*. *Journal of Parasitology* 81: 865-869.
- INPE, 2015. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=3299.
- Jones, A., Bray, R.A., Gibson, D.I., 2005. Keys to the Trematoda. Vol. 2. London: CABI Publishing.
- Joyeux, C., Baer, J.G., 1929. Les cestodes rares de l'homme. *Bull. Soc. Pathol. Exot.* 22:114-136.
- Kinsella, J.M., 1971. *Angiostrongylus schmidti* sp. n. (Nematoda: Metastrongyloidea) from the rice rat, *Oryzomys palustris*, in Florida, with a key to the species of *Angiostrongylus* Kamensky, 1905. *J Parasitol* 57: 494-497.

- Kinsella, J.M., 1991. Comparison of three species of mice, *Apodemus floridaus*, *Peromyscus gossypinus* and *Peromyscus polionotus*, from southern Florida. *Canadian Journal of Zoology* 69: 3078-3083.
- Khalil, L.F., Jones, A., Bray, R.A.A., 1994. Keys to the cestode parasites of vertebrates. Wallingford, Oxon: CABI International, Oxon 751.
- Kuhnen, V. V., Graipel, M.E., Pinto, C.J.C., 2012. Differences in richness and composition of gastrointestinal parasites of small rodents (Cricetidae, Rodentia) in a continental and insular area of the Atlantic Forest in Santa Catarina state, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 72: 563–7.
- Kruse, H., Kirkemo, A.M., Handeland, K., 2004. Wildlife as source of zoonotic infections. *Emerg. Infect. Dis* 10: 2067-2072.
- Leibold, M.A., Mikkelsen, G.M., 2002. Coherence, species turnover, and boundary clumping: elements of meta-community structure. *Oikos* 97: 237–250.
- Leibold, M.A., Holyoak, M., Mouquet, N., Amarasekare, P., Chase, J.M., Hoopes, M. F., Holt, R.D., Shurin, J.B., Law, R., Tilman, D., Loreau, M., Gonzalez, A., 2004. The metacommunity concept: a framework for multi-scale community ecology. *Ecology Letters* 7: 601–613.
- Lima, W.S., Costa, H.M.A., Guimarães, M.P., Leite, A.C.R., 1985. *Angiostrongylus vasorum* (Baillet, 1866) Nematoda: Protostrongylidae em case de Minas Gerais, Brasl. *Memórias no Instituto Oswaldo Cruz* 80: 233-235.
- Lima, W. S., Guimarães, M. P., Lemos, I., 1994. Occurrence of *Angiostrongylus vasorum* in the lungs of brasilian fox *Dusicyon vetulus*. *Journal of Helminthology* 68: 87-87.
- Lima, M., Julliard, R., Stenseth, N.C., Jaksic, F.M., 2001. Demographic Dynamics of a neotropical small rodent (*Phyllotis darwini*): feed back structure, predation and climatic factors. *Journal of Animal Ecology* 70:761-775.
- Lopes Torres, E.J., Nascimento, A.P.F., Menezes, A.O., Garcia, J., dos Santos, M.A.J., Maldonado Jr, A., Miranda, K., Lanfredi, R.M., Souza, W., 2011. A new species of *Trichuris* from *Trichomys apereoides* (Rodentia: Echimyidae) in Brazil: Morphological and histological studies. *Veterinary Parasitology* 176: 226-235.
- Ludwig, J. A., Reynolds, J. F., 1988. Statistical Ecology: a primer on methods and computer. John Wiley & Sons. Nova Iorque. EUA. pp. 337.

- Luong, L. T., Grear, D. A., Hudson, P. J., 2009. Male hosts are responsible for the transmission of a trophically transmitted parasite, *Pterygodermatites peromysci*, to the intermediate host in the absence of sex-biased infection. *International Journal for Parasitology* 39: 1263–1268.
- Lymbery, A. J., 2005. Parasites and ecosystem health. *International Journal for Parasitology* 35: 703.
- Magalhães Pinto, R., Kohn, A., Fernandes, B.M.M., Mello, D.A., 1982. Nematodes of rodents in Brazil, with description of *Aspidodera vicentei* n. sp. *Systematic Parasitology* 4: 263-267.
- Magurran, A. E., 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell Science. Malden. EUA 256.
- Maldonado Jr, A., Gentile, R., Fernandes-Moraes, C.C., D’Andrea, P.S., Lanfredi, R.M., Rey, L., 2006. Helminth communities of *Nectomys squamipes* naturally infected by the exotic trematode *Schistosoma mansoni* in southeastern Brazil. *J. Helminthol* 80: 369-375.
- Malek, E. A., Cheng, T.C., 1974. Medical and Economic malacology. New York: Academic Press.
- MMA, 2015. Mata Atlântica. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>.
- Marcogliese, D.J., 2005. Parasites of superorganisms: are they indicators of ecosystem health. *Int J Parasitol* 35: 705-716.
- Mares, M.A., Ernest, K.A., Gettinger, D.D., 1986. Small mammal community structure and composition in the borda de Cerrado Province of central Brazil. *J. Trop. Ecol* 2: 289-300.
- Marinho-Filho, J., Rodrigues, F.H.G., Juarez, K.M., 2002. The borda de Cerrado Mammals: Diversity, Ecology, and Natural History. pp. 266-284, em: The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna (PS Oliveira e RJ Marquis, eds.). Chicago University Press, Chicago.
- Martins, E.G., Bonato, V., 2004. On the diet of *Gracilinanus microtarsus* (Marsupialia, Didelphidae) in Atlantic Rain forest fragment in Southeastern Brazil. *Mammalian Biology* 69: 158-160.
- Mills, J.N., Schmidt, K., Ellis, B.A., Calderón, G., Enría, D.A., Ksiazek, T. G., 2007. A Longitudinal Study of Hantavirus Infection in Three Sympatric Reservoir

- Species in Agroecosystems on the Argentine Pampa. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 7: 229-240.
- Moojen, J., 1952. Os roedores do Brasil. Ministério da Educação e Saúde, Instituto Nacional do Livro, Rio de Janeiro. 214 p.
- Moraes Neto, A.H.A., Lanfredi, R.M., De Souza, W., 1996. Emended description of *Litomosoides silvai* (Nematoda: Filarioidea) of *Akodon cursor* (Rodentia: Muridae). *Journal of Parasitology* 82:988–991.
- Moraes Neto, A.H.A., Lanfredi, R.M., De Souza, W., 1997. *Litomosoides chagasfilhoi* sp. nov. (Nematoda: Filarioidea) parasitizing the abdominal cavity of *Akodon cursor* (Winge, 1887) (Rodentia: Muridae) from Brazil. *Parasitol Res* 83: 137-143.
- Morand, S., Bouamer, S., Hugot, J.P. 2006. Nematodes. In: R. Morand, S.; Krasnov, B. R.; Poulin (Ed.), *Micromammals and Macroparasites: From Evolutionary Ecology to Management*. pp. 63–80. Tokyo, Japan.: Springer.
- Morassutti, A.L., Thiengo, S.C., Fernandez, M., Sawanyawisuth, K., Graeff-Teixeira, C., 2014. Eosinophilic meningitis caused by *Angiostrongylus cantonensis*: an emergent disease in Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 109: 399-407.
- Muller, R., 1980. *Litomosoides barretti* n. sp. from the ashy opossum in Brazil (Nematoda, Filarioidea). *Revista Brasileira de Zoologia* 40: 81-83.
- Muniz-Pereira, L.C., Gonçalves, P.A., Guimarães, E.V., Fonseca, F.O., dos Santos, J.A.A, Maldonado Jr, A., Moraes-Neto, A.H.A., 2016. New morphological data of *Litomosoides chagasfilhoi* (Nematoda: Filarioidea) parasitizing *Nectomys squamipes* in Rio de Janeiro, Brazil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet* 25: 470-475.
- Myers, N., Mittermeier, R.A, Fonseca, G.A.B., Kent, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Notarnicola, J., Bain, O., Navone, G., 2000. Two new species of *Litomosoides* in sigmodontines (Rodentia: Muridae) from Río de la Plata marshland, Argentina. *Journal of Parasitology* 86: 1318–1325.
- Oliveira, R.C., Guterres, A., Fernandes, J., D’Andrea, P.S., Bonvicino, C.R., Lemos, E.R.S., 2014. Hantavirus Reservoirs: Current Status with an Emphasis on Data from Brazil. *Viruses* 6: 1929-1973
- Oksanen, J., Blanchet, F.G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P.R., O’Hara, R.B., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H., Szoecs, E.; Wagner, H., 2018.

- vegan: Community Ecology Package. R package version 2.4-2, Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Padula, P., Martinez, V.P., Bellmo, C., Maidana, S., Juan, J.S., Tagliaferri, P., Bargardi, S., Vazquez, C., Calucci, N., Estévez, J., Almirón, M., 2007. Pathogenic hantaviruses, northeastern Argentina and eastern Paraguay. *Emerging Infectious Diseases* 13: 1211-1214.
- Paglia, A.P., Fonseca, G.A.B., Rylands, A.B., Herrmann, G., Aguiar, L.M.S., Chiarello, A.G, Leite, Y.L.R., Costa, L.P., Siciliano, S., Kierulff, M.C.M., Mendes, S.L., Tavares, V.C., Mittermeier, R.A., Patton, J.L., 2012. Annotated Checklist of Brazilian Mammals. 2aed. Arlington, VA.: Occasional Papers in Conservation Biology, No. 6. Conservation International.
- Panisse, G., Robles, M.R., Digiani, M.C., Notarnicola, J., Galliari, C., Navone G.T., 2017. Description of the helminth communities of sympatric rodents (Muroidea: Cricetidae) from the Atlantic Forest in northeastern Argentina. *Zootaxa* 4337: 243–262.
- Patton, J.L., Pardiñas, U.F.J., D’Elía, G., 2015. Mammals of South America, volume 2: rodents. 1384 pp. Chicago, The University of Chicago Press.
- Pena, G.P.M., Andrade Filho, J.S., Assis, S.C., 1995. *Angiostrongylus costaricensis*: first Record or its occurrence in the State of Espírito Santo, Brazil and review of its geographic distribution. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo* 37: 369-374.
- Politz & Philipp., 1992. Caenorhabditis elegans as model for parasitic nematodes: A focus on the cuticule. *Parasitology Today* 8: 6-12
- Poulin, R., 1996. Richness, nestedness, and randomness in parasite infracommunity structure. *Oecologia* 105
- Poulin, R., 2007. Evolutionary ecology of parasites. Princeton: Princeton University Press.
- Poulin, R. 2010. Network analysis shining light on parasite ecology and diversity. *Trends in Parasitology* 26: 492–498.
- Poulin, R., Krasnov, B. R., Pílosof, S., Thieltges, D. W., 2013. Phylogeny determines the role of helminth parasites in intertidal food webs. *Journal of Animal Ecology* 82: 1265–1275.
- Pimm, S. L., Russell, G. J., Gittleman, J. L., Brooks, T. M., 1995. The Future of Biodiversity. *Science* 269: 347–350.

- Presley, S. J., Higgins, C. L., Willig, M. R., 2010. A comprehensive framework for the evaluation of metacommunity structure. *Oikos* 119: 908–917.
- Püttker, T., Pardini, R., Meyer-Lucht, Y., Sommer, S., 2008. Responses of five small mammal species to micro-scale variations in vegetation structure in secondary Atlantic Forest remnants, Brazil. *BMC Ecology* 8: 9.
- Püttker, T., Meyer-Lucht, Y., Sommer, S., 2008. Effects of fragmentation on parasite burden (nematodes) of generalist and specialist small mammal species in secondary forest fragments of coastal Atlantic Forest, Brazil. *Ecological Research* 23: 207-215.
- Rademaker, V., Herrera, H.M., Raffel, T.R., D'Andrea, P.S., Freitas, T.P.T., Abreu, U.G.P., Hudson, P.J., Jansen, A.M., 2009. What is the role of small rodents in the transmission cycle of *Trypanosoma cruzi* and *Trypanosoma evansi* (Kinetoplastida Trypanosomatidae) A study case in the Brazilian Pantanal. *Acta Trop* 111: 102–107.
- Rêgo, A. A., 1967. Sobre alguns cestodeos parasitos de roedores no Brasil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 1: 376-42
- Rêgo, A. A., Nascimento, R. V., 1962. Ocorrência de *Raillietina demerariensis* (Daniels, 1895) em *Mus novboracicus* L., 1776 (Cestoda, Davaineidae). *Ver Brasil. Biol* 22: 17-21.
- Reig, O.A., 1984. Distribuição geográfica e história evolutiva dos roedores murídeos sul-americanos (Cricetidae, Sigmodontinae). *Revista Brasileira de Genética* 7: 33-365.
- Reis, N.R., Peracchi, A. L., Pedro, W.A., Lima, I.P., 2011. Mamíferos do Brasil. 84 Londrina, Paraná: Editora UEL, 2 ed.
- Richgels, K.L.D., Hoverman, J. T., Johnson, P.T.J., 2013. Evaluating the role of regional and local processes in structuring a larval trematode metacommunity of *Helisoma trivolvis*. *Ecography* 36: 854–863.
- Robles, M.R., 2008. Nematodes Oxyuridae, Trichuridae e Capillariidae en roedores Akodontini (Cricetidae, Sigmodontinae) de La Cuenca Del Plata (Argentina) su importancia en la interpretación de las relaciones parásito-hospedador ambiente. Tese de doutorado. Argentina.
- Robles, M.R., Navone, G.T., Kinsella, J.M., 2008. A new angiostrongylid (Nematoda) species from the pulmonary arteries of *Akodon azarae* (Rodentia: Cricetidae) in Argentina. *J Parasitol* 94:515-519.

- Robles, M.R., 2011. New species of *Trichuris* (Nematoda: Trichuridae) from *Akodon montensis* Thomas, 1913 of the Paranaense forest in Argentina. *J Parasitol* 97: 319-327.
- Robles, M.R., Cutillas. C., Panei, C.J., Callejón, R., 2014. Morphological and molecular characterization of a new *Trichuris* species (Nematoda-Trichuridae), and phylogenetic relationships of *Trichuris* species of Cricetid Rodents from Argentina. *Plos One* e112069.
- Robles, M.R., Kinsella, J.M., Galliari, C., Navone, G.T., 2016. New host, geographic records, and histopathologic studies of *Angiostrongylus* spp. (Nematoda: Angiostrongylidae) in rodents from Argentina with updated summary of records from rodent hosts and host specificity assessment. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 111: 181-191.
- Sala, O. E., Chapin, F. S., Armesto, J. J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L. F., Jackson, R. B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D. M., Mooney, H. A., Oesterheld, M., Poff, N. L., Sykes, M. T., Walker, B. H., Walker, M., Wall, D. H., 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287: 1770–1774.
- Sato, K., Ozaki, H., Karaki, H., 1988. Changes in cytosolic calcium level in vascular smooth muscle strip measured simultaneously with contraction using fluorescent calcium indicator fura 2. *J. Pharmacol. Exp. Ther* 294.
- Schmidt, G.D., 1986. Handbook of tapeworm identification. Boca Raton, CRC Press Inc. 675 p.
- Simões, R.O., Gentile, R., Rademaker, V., D'Andrea, P.S., Herrera, H., Freitas, T., Lanfredi, R., Maldonado Jr, A., 2010. Variation in the helminth community structure of *Thrichomys pachyurus* (Rodentia, Echimyidae) in two sub-regions of the Brazilian Pantanal: the effects of land use and seasonality. *J. Helminthol* 84: 266 - 275.
- Simões, R., Souza, J. G. R., Maldonado Jr., Luque, J.L., 2011. Variation in the helminth community structure of three sympatric sigmodontine rodents from the coastal Atlantic Forest of Rio de Janeiro, Brazil. *J. Helminthol*. 85: 171-178.
- Simões, R., dos Santos, M. M., Maldonado Jr, A., 2012. A New Heligmonellid (Nematoda: Heligmonellidae) from *Oecomys mamorae* (Rodentia: Sigmodontinae) In the Pantanal and New Data on the Synlophe of

- Guerrerostrongylus zetta* from the Atlantic Forest, Brazil. *The Journal of Parasitology*. 98: 801-805.
- Simões, R.O., Maldonado Jr, A., Olifiers, N., Garcia, J. S., Bertolino, A.V. F. A., Luque, J.L., 2014. A longitudinal study of *Angiostrongylus cantonensis* in an urban population of *Ratus norvegicus* in Brazil: the influences of seasonality and host features on the pattern of infection. *Parasites and vectors*. 7: 100.
- Simões, R.O., Simoes, S. B. E., Luque, J. L., Iniguez, A. M., Maldonado Jr, A., 2017. First record of *Raillietina celebensis* (Cestoda: Cyclophyllidae) in South America: Redescription and phylogeny. *Journal of Parasitology* 103: 359-365.
- Souza, J.G.R., Digiani, M.C., Simões, R.O, Luque, J.L., Rodrigues-Silva, R., Maldonado, A.J., 2009. A new heligmonellid species (Nematoda) from *Oligoryzomys nigripes* (Rodentia: Sigmodontinae) in the Atlantic Forest, Brazil. *Journal of Parasitology* 95: 734–738.
- Souza, J.G., Simões, R.O., Thiengo, S.C., Lima, W.S., Mota, E.M., Rodrigues-Silva, R., 2009. A new metastrongylid species (Nematoda: Metastrongylidae): a lungworm from *Akodon montensis* (Rodentia: Sigmodontinae) in Brazil. *J Parasitol* 95: 1507-1511.
- Spratt, D.M., 2015. Species of *Angiostrongylus* (Nematoda: Metastrongyloidea) in wildlife: a review. *Int J Parasitol Parasites Wildl* 4:178-189.
- Suriano, D.M., Navone, G.T., 1994. Three new species of the genus *Trichuris* Roederer, 1761 (Nematoda: Trichuridae) from Cricetidae and Octodontidae rodents in Argentina. *Res. Rev. Parasitol* 54: 39-46
- Sutton., C.A., Durette-Desset, M.C., 1991. Nippostrongylinae (Nematoda: Trichostrongyloidea) parasites d' *Oryzomys flavescens* en Argentine et en Uruguay. *Revue Suisse de Zoologie* 98: 535-553.
- Suzán, G., García-Peña, G. E., Castro-Arellano, I., Rico, O., Rubio, A. V., Tolsá, M. J., Roche, B., Hosseini, P. R., Rizzoli, A., Murray, K. A., Zambrana-Torrel, C., Vittecoq, M., Bailly, X., Aguirre, A. A., Daszak, P., Prieur-Richard, A. H., Mills, J. N., Guégan, J. F., 2015. Metacommunity and phylogenetic structure determine wildlife and zoonotic infectious disease patterns in time and space. *Ecology and Evolution* 5:865–873.
- Suzuki, A., Bisordi, I., Levis, S., Garcia, J., Pereira, L.E., Sousa, R.P., Sugahara, T.K.N., Pini, N., Enria, D., Souza, L.T.M., 2004. Identifying rodent hantavirus reservoirs, Brazil. *Emerg. Infect. Dis* 10: 2127-2134.

- Tabarelli, M., Pinto, L.P., Silva, J.M.C., Hirota, M., Bede, L., 2005. Challenges and opportunities for biodiversity conservation in the Brazilian Atlantic Forest. *Conservation Biology* 19: 695-700.
- Teixeira, B.R., Loureiro, N., Strecht, L., Gentile, R., Oliveira, R.C., Guterres, A., Fernandes, J., Mattos, L.H.B.V. Raboni, S.M., Rubio, G., Bonvicino, C.R. Duarte dos Santos, C.N., Lemos, E.R.S., D'Andrea, P.S., 2014. Population Ecology of Hantavirus Rodent Hosts in Southern Brazil. *Am. J. Trop. Med. Hyg* 91: 249–257.
- Tilman, D., 2000. Causes, consequences and ethics of biodiversity. *Nature* 405: 208–211.
- Thiengo, S.C., Simões, R.O., Fernandez, M.A., Maldonado Jr, A., 2013. *Angiostrongylus cantonensis* and rat lungworm disease in Brazil. *Hawaii Journal of Medicine & Public Health* 72: 18-22.
- Thomas, F., Guégan, J., F., Renaud, F., 2009. Ecology and Evolution of Parasitism. ed. Oxford Press, New York. U.S.A.
- Travassos, L., 1937. Revisão da família Trichostrongylidea Leiper 1912. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 1.
- Thul, J.E., Forrester, D.J., Abercrombie, C., 1985. Ecology of parasitic helminths of wood ducks, *Aix sponsa*, in the Atlantic flyway. *Proc. Helminthol. Soc. Wash* 52: 297-310.
- Vaz, V.C., D'Andrea, P.S., Jansen, A.M., 2007. Effects of habitat fragmentation on wild mammal infection by *Trypanosoma cruzi*. *Parasitology* 34:1785-1793.
- Valente, R., Robles, M.R., Navone, G.T., Diaz, J., 2018. *Angiostrongylus* spp. in the Americas: geographical and chronological distribution of definitive hosts versus disease reports. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 113: 143-152.
- Vidal-Martínez, V.M., Wunderlich, A.C. 2017. Parasites as bioindicators of environmental degradation in Latin America: A meta-analysis. *Journal of Helminthology*, 91: 165–173.
- Vieira, F.M., Muniz-Pereira, L.C., Lima, S.S., Moraes Neto, A.H., Guimãraes, E.V., Luque, J.L., 2013. A new metastrongyloidean species (Nematoda) parasitizing pulmonary arteries of *Puma (Herpailurus) yagouaroundi* (É. Geoffroy, 1803) (Carnivora: Felidae) from Brazil. *J Parasitol* 99: 327-331.

- Vicente, J.J., Rodrigues, H.O., Gomes, D.C., Pinto, R.M., 1997. Nematoides do Brasil. Parte V: Nematoides de mamíferos. *Revista Brasileira de Zoologia* 14: 452.
- Yamaguti, F., 1961. Sistema helminthum. v. 3. The Nematodes of Vertebrates. New York, Interscience Publishing, Inc. 261p.
- Weirich, J.M., Catzefflis, F., Jiménez, A.F., 2016. *Guerrerostrongylus marginalis* n. sp. (Trichostrongyloidea: Heligmonellidae) from the Guianan aboreal mouse (*Oecomys auyantepui*) from French Guiana. *Parasite* 23: 9.
- Zar., J.H., 1996. Biostatistical nalysis. Prentice Hall. Nova Jersey. EUA 662.
- Zuk, M., McKean, K.A., 1996. Sex differences in parasites infections: patterns and processes. *Int J Parasitol* 26:1009-1023.

8 ANEXOS

Anexo A – Licenças



ESTADO DE SANTA CATARINA
FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE - FAPTA
DIRETORIA DE PROTEÇÃO DOS ECOSISTEMAS - DPEC
GERÊNCIA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO - GEREC



ESTADO DE SANTA CATARINA
FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE - FAPTA
DIRETORIA DE PROTEÇÃO DOS ECOSISTEMAS - DPEC
GERÊNCIA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO - GEREC

LICENÇA

LW-39/14

Certificamos que o protocolo (P-70/13.2), intitulado 'ESTUDOS TAXONÔMICOS E ECO-EPIDEMIOLÓGICOS SOBRE PEQUENOS MAMÍFEROS SILVESTRES NÃO VOADORES DO BRASIL', sob a responsabilidade de PAULO SERGIO D'ANDREA atende ao disposto na Lei 11794/06, que dispõe sobre o uso científico no uso de animais, inclusive, aos princípios da Sociedade Brasileira de Círculo em Animais de Laboratório (SBGAL). A referida licença não exime a observância das Leis e demais exigências legais na vasta legislação nacional.

Marsupialia
- 1000 machos,
- 1000 fêmeas.

Rodentia
- 1000 machos,
- 1000 fêmeas.

Rio de Janeiro, 19 de maio de 2014.

Octávio Augusto França Presgrave
Coordenador da CEUA/FIOCRUZ
Adriana Nunes
Bióloga - 0884/017337
Már: 266-595-1

por tipologias. Também serão verificadas as presenças de Hemípteros e Heterópteros.
11 A Responsabilidade Técnica sobre o projeto apresentado é atribuída ao pesquisador requerente, Pro. Dr. Rui Cargueta Silva - UFPA, Prof. Dr. Paulo Roberto Esteves de Andrade Filho - UFPA e Prof. Dr. Sergio Luiz Azeiteiro - UFPA.
12 Os espécimes coletados de pequenos mamíferos e morcegos serão depositados na Função Universidade de Blumenau - FURB ou na Coleção de Mamíferos da Universidade Federal do Paraná - UFPR. Os Drosophilids serão depositados na Coleção Entomológica do Museu Paraense Emílio Goeldi.

Condições Específicas
1. Fazer autorizadas as atividades propostas no Projeto de Pesquisa.
2. A responsabilidade técnica sobre o projeto apresentado e sua execução são dos requerentes, que deverão comprovar sua habilitação quando solicitado em campo para fiscalização ambiental.
3. Os requerentes assumirão todos os riscos inerentes às atividades de pesquisa proposta, inclusive aquelas relacionadas à logística de transporte, hospedagem, etc. e demais contingências.
4. Esta Autorização Ambiental não permite captura, coleta, transporte ou qualquer outra forma de intervenção em área particular sem o consentimento do proprietário.
5. Tanto o caso do projeto de pesquisa, quanto esta autorização, deverão permanecer no local da atividade autorizada.
6. Não será devolvido aos autorizados indivíduos de espécies com risco de extinção, conforme a Lista Estadual de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção (Resolução Consema 02/2011).
7. Ao final do prazo de validade desta autorização o requerente deverá apresentar à esta Fundação relatório de atividades e publicações oriundas da atividade de pesquisa, incluindo as coordenadas geográficas dos pontos de coleta. Ficando a renovação desta ou concessão de novas autorizações condicionadas a apresentação desta documentação, mediante sua apresentação. Esta condição se estende às demais autorizações na equipe de pesquisa, tais como orientadores ou co-autores.
8. Animais exóticos (não distribuídos geograficamente no local ou território brasileiro) capturados não deverão ser reintroduzidos. Deve ser apresentada destinação adequada para esses animais. No caso de espécies ameaçadas deverá ser consultada a FAPTA sobre a destinação adequada.

Esta Autorização Ambiental é válida pelo período de 2 (dois) anos e contar de presente data.
Local e data: Florianópolis, 06 de outubro de 2014.



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Licença permanente para coleta de material zoológico
Número: 29234-1
Data de Emissão: 24/02/2011 17:41
Dados do titular:
Nome: Sérgio Luiz Azeiteiro
CPF: 543.084.034-07
Nome da Instituição: FURB - Fundação Universidade Regional de Blumenau
CNPJ: 02.862.969/0001-02

Observações e ressalvas
1. A presente licença é concedida mediante o preenchimento do formulário de coleta de material zoológico, que deverá ser acompanhado de material herbarário e de outros dados, sendo que o registro de coleta, o envio de espécimes biológicos e o envio, após aprovação de todos os dados e o envio de material zoológico, são obrigatórios.
2. A presente licença é concedida para a coleta de material zoológico em áreas de conservação ambiental, sendo que a coleta de material zoológico em áreas de conservação ambiental deve ser realizada em áreas de conservação ambiental, sendo que a coleta de material zoológico em áreas de conservação ambiental deve ser realizada em áreas de conservação ambiental.
3. A presente licença é concedida para a coleta de material zoológico em áreas de conservação ambiental, sendo que a coleta de material zoológico em áreas de conservação ambiental deve ser realizada em áreas de conservação ambiental.
4. A presente licença é concedida para a coleta de material zoológico em áreas de conservação ambiental, sendo que a coleta de material zoológico em áreas de conservação ambiental deve ser realizada em áreas de conservação ambiental.
5. A presente licença é concedida para a coleta de material zoológico em áreas de conservação ambiental, sendo que a coleta de material zoológico em áreas de conservação ambiental deve ser realizada em áreas de conservação ambiental.
6. A presente licença é concedida para a coleta de material zoológico em áreas de conservação ambiental, sendo que a coleta de material zoológico em áreas de conservação ambiental deve ser realizada em áreas de conservação ambiental.
7. A presente licença é concedida para a coleta de material zoológico em áreas de conservação ambiental, sendo que a coleta de material zoológico em áreas de conservação ambiental deve ser realizada em áreas de conservação ambiental.
8. A presente licença é concedida para a coleta de material zoológico em áreas de conservação ambiental, sendo que a coleta de material zoológico em áreas de conservação ambiental deve ser realizada em áreas de conservação ambiental.
9. A presente licença é concedida para a coleta de material zoológico em áreas de conservação ambiental, sendo que a coleta de material zoológico em áreas de conservação ambiental deve ser realizada em áreas de conservação ambiental.
10. A presente licença é concedida para a coleta de material zoológico em áreas de conservação ambiental, sendo que a coleta de material zoológico em áreas de conservação ambiental deve ser realizada em áreas de conservação ambiental.

Titulares autorizados
1. Nome: Sérgio Luiz Azeiteiro
2. Nome: Adriana Nunes
Destino do material biológico coletado
1. Nome: Sérgio Luiz Azeiteiro
2. Nome: Adriana Nunes

Código de autenticação: 71378265



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Licença permanente para coleta de material zoológico
Número: 29234-1
Data de Emissão: 24/02/2011 17:41
Dados do titular:
Nome: Sérgio Luiz Azeiteiro
CPF: 543.084.034-07
Nome da Instituição: FURB - Fundação Universidade Regional de Blumenau
CNPJ: 02.862.969/0001-02

Registro de coleta imprevista de material biológico
De acordo com a Instrução Normativa nº 154/2007, a coleta imprevista de material biológico ou de subproduto não contemplado na autorização ou na licença permanente deverá ser anotada na mesma, em campo específico, por ocasião de coleta, devendo esta coleta imprevista ser comunicada por meio do relatório de atividades. O transporte do material biológico ou do subproduto deverá ser acompanhado da autorização ou da licença permanente com a devida anotação. O material biológico coletado de forma imprevista, deverá ser destinado à instituição científica, e depositado, preferencialmente, em coleção biológica científica registrada no Cadastro Nacional de Coleções Biológicas (CNCBIO).

Table with 5 columns: Data, Hora, Tipo de animal, Data, Data. The table is mostly empty.

Código de autenticação: 71378265

Anexo B – Artigo Aceito pelo Journal of Helminthology

Research Paper

Cite this article: Boullosa RG, Simões RO, Andrade-Silva BE, Gentile R, Maldonado A J (2018). A new heligmonellid (Nematoda) species of the genus *Stilestrongylus* in *Euryoryzomys russatus* (Rodentia: Sigmodontinae) in the Atlantic Forest, southern Brazil. *Journal of Helminthology* 1–4. <https://doi.org/10.1017/S0022149X18000251>

Received: 17 November 2017

Accepted: 15 February 2018

Author for correspondence:

R. Gentile, E-mail: rgentile@ioc.fiocruz.br

A new heligmonellid (Nematoda) species of the genus *Stilestrongylus* in *Euryoryzomys russatus* (Rodentia: Sigmodontinae) in the Atlantic Forest, southern Brazil

R.G. Boullosa^{1,2}, R.O. Simões¹, B.E. Andrade-Silva^{1,3}, R. Gentile¹ and A. Maldonado J¹

¹Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Instituto Oswaldo Cruz, Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios, Av. Brasil, 4365, Manguinhos, Rio de Janeiro, Brasil, CEP: 21040-360; ²FIOCRUZ, Instituto Oswaldo Cruz, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde, Av. Brasil, 4365, Manguinhos, Rio de Janeiro, Brasil, CEP: 21040-360 and ³FIOCRUZ, Instituto Oswaldo Cruz, Programa de Pós-Graduação em Biologia Parasitária, Av. Brasil, 4365, Manguinhos, Rio de Janeiro, Brasil, CEP: 21040-360

Abstract

A new species of Nippostrongylinea (Nematoda: Heligmonellidae), *Stilestrongylus rolandoi* n. sp., is described from specimens collected from the small intestine of the rodent *Euryoryzomys russatus* in the Atlantic Forest (Santo Amaro da Imperatriz, Santa Catarina state, southern Brazil). The genus *Stilestrongylus* includes 23 species, which parasitize rodents occurring in the Neotropical region. *Stilestrongylus aureus* (Durette-Desset & Sutton, 1985) from Argentina, *S. azarai* (Durette-Desset & Sutton, 1985) from Argentina, *S. flavescens* (Sutton & Durette-Desset, 1991) from Uruguay, *S. franciscanus* (Digiani & Durette-Desset, 2002) from Argentina, *S. graciellae* (Digiani & Durette-Desset, 2006) from Argentina, and *S. oryzomysi* (Sutton & Durette-Desset, 1991) from Argentina are closely related to *Stilestrongylus rolandoi* n. sp., all having caudal bursa patterns of types 1–4 in one of the lobes. *Stilestrongylus rolandoi* n. sp. is distinguished from the aforementioned species by its ray 6 being short in relation to rays 4 and 5, which are long and robust, and by having caudal bursa patterns of types 1–4 in both lobes. The new species has 27 ridges in the mid-body in males, and 24 in females, and has one of the highest ratios of spicule length to body length (21–33%) in this genus.

Introduction

The genus *Stilestrongylus* Freitas, Lent & Almeida, 1937, belongs to the family Heligmonellidae and the subfamily Nippostrongylinea (Durette-Desset, 1971). Currently, 23 species are recognized in this genus, 21 of which are parasites of cricetid rodents, one of murids and one of echimyds (Digiani & Durette-Desset, 2007; Digiani *et al.*, 2007; Souza *et al.*, 2009). The main taxonomic characteristics used to identify the genus *Stilestrongylus* are its dissymmetrical caudal bursa, its hypertrophied genital cone, and the number of ridges and the degree of inclination and orientation of the synophe (Durette-Desset & Digiani, 2005, 2012).

Here we describe a new species of *Stilestrongylus* (Heligmosomoidea: Heligmonellidae) found parasitizing russet rice rats *Euryoryzomys russatus* (Wagner, 1848) (*syn. Oryzomys russatus*) (Rodentia, Sigmodontinae) in the Atlantic Forest in the Serra do Tabuleiro State Park, municipality of Santo Amaro da Imperatriz, Santa Catarina state, southern Brazil. The rice rats have terrestrial habits, feed on seeds, fruits and insects (Emmons & Feer, 1997) and inhabit south-eastern and southern Brazil, north-eastern Argentina and eastern Paraguay (Musser & Carleton, 2005). In Brazil, *E. russatus* occurs in the Atlantic Forest from Bahia to Rio Grande do Sul states, including eastern Minas Gerais state (Patton *et al.*, 2015).

Materials and methods

Collection of nematodes

Twenty-eight specimens of *E. russatus* were collected at the Serra do Tabuleiro State Park (27° 52'27"S, 48°49'26"W), a reserve of the Atlantic Forest of c. 84,130 ha. The rodents were captured in areas of Ombrophilous Dense Forest in October 2014 and May 2015 using Sherman and Tomahawk traps (H.B. Sherman traps, USA; Tomahawk Live Trap, USA) and pitfall traps made of buckets. Biosafety techniques and personal safety equipment were used during all procedures involving animal handling and biological sampling.

© Cambridge University Press 2018. This is an Open Access article, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution licence (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted re-use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Morphological analysis

The rodents were euthanized and dissected for collection of helminths. The nematodes were collected from the small intestine, washed briefly in NaCl solution and fixed in hot AFA (2% acetic acid, 3% formaldehyde and 95% ethanol). Fifteen male and 10 female nematodes were cleared in lactophenol and examined for their morphological characteristics. Drawings were made using a Zeiss Standard 20 light microscope (Carl Zeiss AG, Germany) equipped with a lucid camera. The synlophe was studied in one male and one female, and the total number of dorsal and ventral ridges was counted according to Durette-Desset (1985) and Durette-Desset & Digiani (2015). The terminology used here relating to the caudal bursa follows Durette-Desset & Digiani (2012) and Durette-Desset *et al.* (2017). Measurements are given in micrometres (unless otherwise stated) for holotype or allotype specimens, followed by the range for paratypes, with the mean in parentheses. Holotype, allotype and paratype specimens were deposited in the Helminthological Collection of the Oswaldo Cruz Institute (CHIOC) at the Oswaldo Cruz Foundation, in Rio de Janeiro state, Brazil.

Results

Systematics

Heligmosomoidea Travassos, 1914

Heligmonellidae Leiper, 1912

Nippostrongylineae Durette-Desset, 1971

Stilestrongylus rolandoi n. sp.

Description

General. Small nematodes tightly coiled. Excretory pore located at posterior end of the oesophagus (fig. 1a). Cephalic vesicle present. Rounded mouth opening in apical view, surrounded by two amphids, six internal labial papillae, four external labial papillae and four submedian cephalic papillae (fig. 1b). Cuticle bearing longitudinal, uninterrupted ridges appearing posterior to cephalic vesicle, ending just anterior to caudal bursa in males and reaching posterior extremity in females. Synlophe with 20 ridges (nine dorsal and 11 ventral) in males (fig. 1c) and 22 (11 dorsal and 11 ventral) in females (fig. 1d) at level of the oesophago-intestinal junction; 27 ridges at mid-body (12/15) in males (fig. 1e) and 24 (10/14) in females (fig. 1f); 22 (11/11) anterior to caudal bursa in males (fig. 1g) and 23 (11/12) anterior to vulva in females (fig. 1h). Ridges at mid-body slightly unequal in size in both males and females, with smaller ridges oriented from ventral right to ventral left and from dorsal right quadrant to dorsal left. Ridges at mid-body positioned in double-axis orientation. In males, right axis inclined at 75° to sagittal axis and left axis at 75°. In females, right axis inclined at 65° to sagittal axis and left axis at 70°.

Male (holotype and 14 paratypes). Length 4.08 [2.82–4.14 (3.42)] mm, *n* = 15, width at mid-body 90.7 [94.5–149.1 (117.5)], *n* = 15; cephalic vesicle 74 [68.8–98.5 (85.7)] long, *n* = 8, and 33.6 [28.4–37.6 (32.1)] wide, *n* = 8. Nerve ring (*n* = 5) 156.1 [139.7–162.5 (148.8)] and excretory pore (*n* = 4) 225.3 [313.6–338.7 (326.9)] from anterior end. Oesophagus 321 [305.1–333.5 (321.5)] long, *n* = 5. Dissymmetrical caudal bursa, with right lobe more strongly developed than left lobe (CB DS RL+), both of types 1–4. Ray 2 in right lobe shorter than ray 2 in left lobe. Rays 3, 4 and 5 emerging from a common trunk: rays 3 separating

from rays 4 at the middle of the lateral trunk, rays 4 and 5 robust, bifurcating at distal third. Ray 6 small, arising at the same level of bifurcation as rays 3. Rays 8 arising dissymmetrically on dorsal trunk, right ray more distally than left ray. Dorsal ray divided at distal third into two branches, each divided at the extremity into two subequal branches, rays 9 (external) slightly longer than rays 10 (internal). Spicules alate, equal in length, 943.4 [807.7–1080.2 (963.3)] long, *n* = 13; spicule length to body length ratio (SpL/BL) of 23 (21–33%). Gubernaculum present, 47.7 [42.3–55.8 (49.3)] long and 25.3 [18.1–33.8 (26.6)] wide, *n* = 9. Genital cone hypertrophied, 56.2 [54–72.2 (62.3)] long and 53.5 [46.5–58 (52.2)] wide, *n* = 8 (fig. 1i, j).

Female (allotype and nine paratypes). Length 5.38 [4.13–6.17 (5.02)] mm, 128.6 [105.5–126 (116.5)] mm wide at mid-body, *n* = 10. Cephalic vesicle 85.6 [61.2–111.7 (85.1)] long and 34.7 [30.0–42.1 (34.6)] wide, *n* = 10. Distance from anterior end to nerve ring and to excretory pore 192.6 [172.8–209.9 (184.9)], *n* = 6 and 458 [375.3–473.6 (430.7)], *n* = 3, respectively. Oesophagus 453 [370.4–458.3 (431.2)] long, *n* = 4 (fig. 1a). Monodelphic, posterior extremity invaginated. Vulva situated at 74.2 [70.4–91.6 (81.7)], *n* = 6, from caudal extremity, vagina vera 34.1 [32.4–41.1 (37.5)] long, *n* = 6, vestibule 259.4 [219.6–258.1 (238.3)] long, *n* = 7, sphincter 50.6 [47.0–57.2 (51.6)] long and 50.7 [50.3–53.9 (52.0)] wide, *n* = 8, and infundibulum 118.7 [108.3–116.7 (112.1)] long, *n* = 6. Uterus 1.69 [1.56–1.78 (1.67)] mm long, *n* = 3. Number of eggs 16 [13–18 (16)], *n* = 6. Tail 29.6 [30.7–57.7 (45.3)] long, *n* = 7. Eggs 73.3 [71.3–89.1 (77.9)] long and 33.2 [30.5–43.4 (35.9)] wide, *n* = 6 (fig. 1k).

Taxonomic summary

Type host. *Euryoryzomys russatus* (Wagner, 1848) (Rodentia, Cricetidae, Sigmodontinae).

Type locality. Serra do Tabuleiro State Park (27°52'27"S, 48°49'26"W), municipality of Santo Amaro da Imperatriz, Santa Catarina state, Brazil.

Site of infection. Small intestine.

Prevalence. 25% (7 rodents infected / 28 rodents collected).

Mean intensity. 25.5 ± 16.9.

Mean abundance. 6.39 ± 13.8.

Type material. Holotype accession number CHIOC no. 38566a (male); allotype accession number CHIOC no. 38566b (female); paratypes' accession number CHIOC no. 38566c (3 males and 3 females).

Etymology. The new species is named in honour of Antônio Rolando Oliveira de Castro.

Discussion

The presence of 24–27 ridges in the synlophe at the mid-body, unequal in size, the dissymmetrical caudal bursa and the prominent genital cone (Durette-Desset, 1971; Durette-Desset & Digiani, 2012) permit the inclusion of the studied specimens in the genus *Stilestrongylus* (Heligmonellidae, Nippostrongylineae).

Among the 23 Neotropical species, *S. aureus* (Durette-Desset & Sutton, 1985) from Argentina, *S. azarai* (Durette-Desset & Sutton, 1985) from Argentina, *S. flavescens* (Sutton & Durette-Desset, 1991) from Uruguay, *S. franciscanus* (Digiani & Durette-Desset, 2002) from Argentina, *S. graciela* (Digiani &

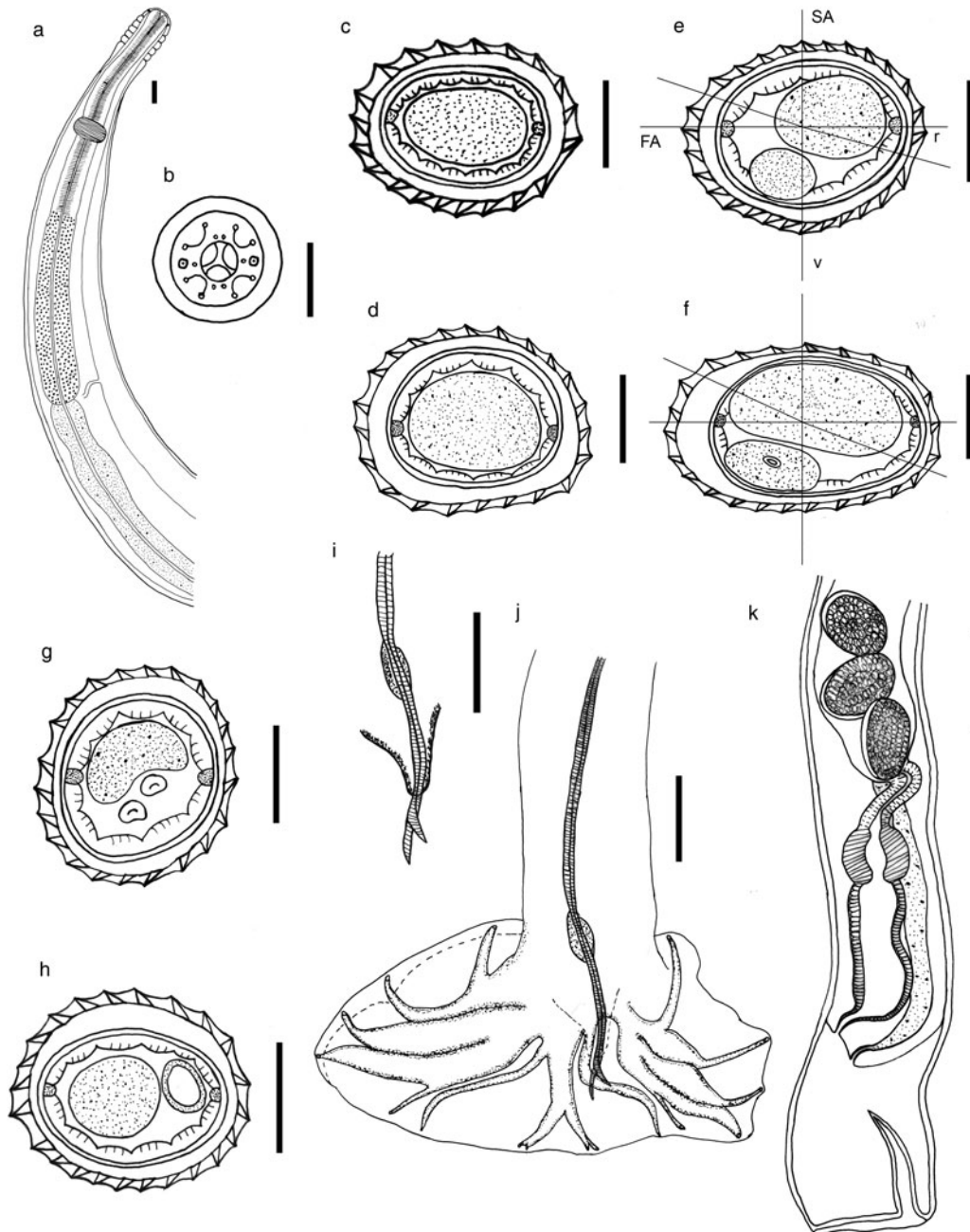


Fig. 1. *Stilestrongylus rolandoi* n. sp. (a) Anterior extremity, right lateral view, female. (b) Female, head, apical view. (c) Section through anterior body, posterior to oesophago-intestinal junction, male. (d) Section through anterior body, posterior to oesophago-intestinal junction, female. (e) Transverse section of body, at mid-body, male. (f) Transverse section of body, at mid-body, female. (g) Transverse section of body, male, just anterior to caudal bursa. (h) Transverse section of body, female, just anterior to vulva. (i) Male, genital cone. (j) Male, caudal bursa, ventral view. (k) Female, posterior extremity, left lateral view. Scale bar 50 µm. Abbreviations: r, right; v, ventral; SA, sagittal axis; FA, frontal axis.

Durette-Desset, 2006) from Argentina and *S. oryzomysi* (Sutton & Durette-Desset, 1991) from Argentina are closely related to *S. rolandoi* n. sp. The new species has caudal bursa patterns of types 1–4 and hypertrophy of the right lobe, and rays 4 and 5 are of equivalent length and divergent at the extremity. Although *S. aureus* presents caudal bursa pattern 1–4 in the right lobe, the left caudal bursa pattern is of type 2–3, tending to 2-2-1; *S. azarai* differs from *S. rolandoi* n. sp. by having right lobe with rays 4 and 6 divergent at their extremity, and *S. oryzomysi* by having right ray 4 smaller than right ray 5, and rays 4, 5 and 6 diverging at the same level; *S. franciscanus* is distinguished

by rays 3 not reaching the edge of the caudal bursa and by the bifurcation of the dorsal ray at the middle of the trunk; *S. flavescens* is differentiated by its right rays 2 and 3 diverging at 'V'; and *S. graciellae* is distinguished by its long rays 6 and very small spicules (100 µm). *Stilestrongylus rolandoi* n. sp. has the longest spicules in the genus (SpL/BL 21–33%), exceeding those of *S. lanfrediae* (SpL/BL 20%).

Panisse *et al.* (2017) reported the presence of a new species of *Stilestrongylus* infecting *E. russatus* and *Sooretamys angouya* from the Atlantic Forest in north-eastern Argentina. This species needs to be described in detail, and illustrations should be provided to

clarify whether it constitutes the same species as that described here, as it was found in the same host species and in the same biogeographical region.

The main characteristics of the new species are the pattern of the caudal bursa, ray 2 of the left lobe being longer than ray 2 of the right lobe, the small rays 6, the asymmetry of rays 8, the high number of ridges (27 in males and 24 in females), and the longest spicule length to body length ratio in the genus. All these characteristics provide evidence that the nematodes from *E. russatus* are a new species of *Stilestrongylus*.

Acknowledgements. The authors would like to thank T.S. Cardoso and S.F. Costa-Neto of Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios at FIOCRUZ for collection of rodents and helminths, R. Chmidt of the Platform of Image Production and Treatment at FIOCRUZ for help with the figure, Dr P.S. D'Andrea for the ICMBio licence, Dr P.C. Estrela for identification of rodents, and Drs R. Cerqueira and P.C. Estrela for coordination of the project PPBio Rede BioM.A (457524/2012-0).

Financial support. This Project was supported financially by Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – PPBio Rede BioM.A(457524/2012-0) and Instituto Oswaldo Cruz. RGMCB and BEAS received grants from Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), and ROS received grants from Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

Conflict of interest. None.

Ethical standards. Animals were captured under the authorization of the Brazilian Government's Chico Mendes Institute for Biodiversity and Conservation (ICMBIO, license number 26934-1) and the Environmental Foundation of Santa Catarina State (FATMA, license number 043/2014). All procedures followed the guidelines for capture, handling and care of animals of the Ethical Committee on Animal Use of the Oswaldo Cruz Foundation (CEUA license number LW – 39/14).

References

- Digiani MC and Durette-Desset MC (2007) Trichostrongylina (Nematoda) parasitic in *Phyllotis* sp. (Rodentia: Sigmodontinae) from Argentina, with description of three new species. *Parasitology International* **56**, 9–18.
- Digiani MC, Navone GT and Durette-Desset MC (2007) The systematic position of some nippostrongyline nematodes (Trichostrongylina: Heligmosomoidea) parasitic in Argentinean sigmodontine rodents. *Systematic Parasitology* **67**, 87–92.
- Durette-Desset MC (1971) Essai de classification des Nématodes héligmosomes: corrélations avec la paléogéographie des hôtes. *Mémoires du Muséum National d'Histoire naturelle* **49**, 1–126.
- Durette-Desset MC (1985) Trichostrongyloid nematodes and their vertebrate hosts: reconstruction of the phylogeny of a parasitic group. *Advances in Parasitology* **24**, 239–306.
- Durette-Desset MC and Digiani MC (2005) The axis of orientation of the synlophe in the Heligmosomoidea (Nematoda, Trichostrongylina): a new approach. *Parasite* **12**, 195–202.
- Durette-Desset MC and Digiani MC (2012) The caudal bursa in the Heligmonellidae (Nematoda: Trichostrongylina). Characterization and hypothesis on its evolution. *Parasite* **19**, 3–18.
- Durette-Desset MC and Digiani MC (2015) Taxonomic revision of the Nippostrongylinae (Nematoda, Heligmonellidae) parasites of Muridae from the Australasian region. The genus *Odilia* Durette-Desset, 1973. *Parasite* **22**, 32. doi: 10.1051/parasite/2015032.
- Durette-Desset MC, Digiani MC, Kilani M and Geffard-Kuriyama D (2017) *Critical revision of the Heligmonellidae (Nematoda: Trichostrongylina: Heligmosomoidea)*. 290 pp. Paris, Muséum national d'Histoire naturelle.
- Emmons L and Feer F (1997) *Neotropical rainforest mammals: a field guide*. 307 pp. Chicago and London, The University of Chicago Press.
- Musser GG and Carleton MD (2005) Superfamily Muroidea. pp. 501–755 in Wilson DE and Reeder DAM (Eds) *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*. Baltimore, Johns Hopkins University Press.
- Panisse G, Robles MR, Digiani MC, Notarnicola J, Galliari C and Navone GT (2017) Description of the helminth communities of sympatric rodents (Muroidea: Cricetidae) from the Atlantic Forest in northeastern Argentina. *Zootaxa* **4337**, 243–262.
- Patton JL, Pardiñas UFJ and D'Elia G (2015) *Mammals of South America, volume 2: rodents*. 1384 pp. Chicago, The University of Chicago Press.
- Souza JGR, Digiani MC, Simões RO, Luque JL, Rodrigues-Silva R and Maldonado AJ (2009) A new heligmonellid species (Nematoda) from *Oligoryzomys nigripes* (Rodentia: Sigmodontinae) in the Atlantic Forest, Brazil. *Journal of Parasitology* **95**, 734–738.