

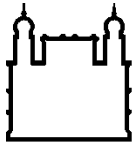
MINISTÉRIO DA SAÚDE
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ
INSTITUTO OSWALDO CRUZ

Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde

COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DAS COMUNIDADES DE HELMINTOS
DE *Necromys lasiurus* (LUND, 1840) (Rodentia: Sigmodontinae) NO
MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA, MINAS GERAIS, BRASIL

NATÁLIA ALVES COSTA

Rio de Janeiro
Maio de 2017



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde

Natália Alves Costa

Composição e estrutura das comunidades de helmintos de *Necromys lasiurus* (Lund, 1840) (Rodentia: Sigmodontinae) no Município de Uberlândia, Minas Gerais, 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 Junior

RIO DE JANEIRO

Maio de 2017

Costa, Natália Alves .

Composição e estrutura das comunidades de helmintos de *Necromys lasiurus* (Lund, 1840) (Rodentia: Sigmodontinae) no Município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil / Natália Alves Costa. - Rio de Janeiro, 2017.

90 f.; il.

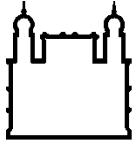
Dissertação (Mestrado) - Instituto Oswaldo Cruz, Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde, 2017.

Orientadora: Rosana Gentile.

Co-orientador: Arnaldo Maldonado Junior.

Bibliografia: f. 73-89

1. Cerrado. 2. Roedores. 3. Parasitismo. 4. Ecologia. 5. Metacomunidade.
I. Título.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde

NATÁLIA ALVES COSTA:

**COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DAS COMUNIDADES DE HELMINTOS DE
Necromys lasiurus (LUND, 1840) (Rodentia: Sigmodontinae) NO MUNICÍPIO DE
UBERLÂNDIA, MINAS GERAIS, BRASIL**

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

Aprovada em: 29/05/2017

EXAMINADORES:

**Prof. Dra. Simone Chinicz Cohen (FIOCRUZ/RJ) - Revisora
Prof. Dra. Cláudia Portes (FIOCRUZ/RJ) - Presidente
Prof. Dr. José Luis Luque (UFRRJ)
Prof. Dr. Eduardo José Torres (UERJ)
Prof. Dra. Clélia Christina Corrêa de Mello Silva (FIOCRUZ/RJ) - Suplente**

Rio de Janeiro, 29 de maio de 2017.

Dedico esse trabalho aos meus pais Vera Lúcia Pereira e José dos Santos, às minhas irmãs Cristiane Alves e Josane Alves que sempre me apoiaram com muito carinho. Ao meu marido Gabriel Padilha pela paciência e amparo.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que participaram da minha caminhada acadêmica que foi um grande aprendizado profissional e pessoal.

Em especial, à minha orientadora Professora Doutora Rosana Gentile, por me ter dado a oportunidade de trabalhar neste tema, pela confiança, orientação e, sobretudo por compartilhar conhecimentos.

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

À Doutora Helene Santos pela disponibilidade e ajuda no protocolo de preparação das amostras para Microscopia Eletrônica de Varredura e o auxílio da Senhora Sandra Maria de Oliveira Souza pela disponibilidade junto aos procedimentos. Ao Dr. Juberlan Garcia, pelo incentivo nos longos dias que eu passava no Laboratório de Microscopia. A Mestre Michele Santos pela boa disposição, preciosos conselhos e disponibilidade aos meus pedidos (folha, impressão, pôster e outros).

Agradeço também a Doutora Raquel Simões e Doutora Joyce Souza por serem uma fonte de inspiração na Parasitologia, pela boa disposição na ajuda dos protocolos, por esclarecerem as minhas dúvidas e pela amizade.

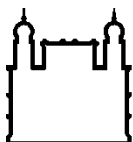
Ao Msc. Thiago Cardoso pela ajuda nas análises estatísticas e, sobretudo pela sua amizade, conselhos valiosos quer na vida profissional, quer na vida pessoal e agradeço-lhe por todo o carinho comigo. Gostaria ainda de agradecer ao Mestre Sócrates Costa Neto pela coleta das amostras no Município de Uberlândia e todos os envolvidos nas excursões, em particular o Dr. Paulo D'Andrea pelas licenças de coleta e a equipe da Prefeitura que auxiliaram para realização desse estudo.

Ao Dr. Maurício Vasconcelos e Mestre Carina Martins pela motivação, incentivo e pela amizade demonstradas desde o início do meu estágio na FIOCRUZ.

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 mestrado e de laboratório, sobretudo à Ana Paula, ao Alex, Raquel, Tainá e Beatriz 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.

Ao Gabriel Padilha, meu marido, pela paciência, e por me fortalecer nos momentos difíceis, assistir minhas apresentações em casa e ainda colaborava com sugestões coerentes. Aos meus amigos e familiares pelos momentos de união e distração.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DAS COMUNIDADES DE HELMINTOS DE *Necromys lasiurus* (LUND, 1840) (Rodentia, Sigmodontinae) NO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA, MINAS GERAIS, BRASIL

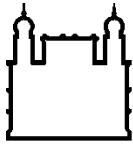
RESUMO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM BIODIVERSIDADE E SAÚDE

Natália Alves Costa

A importância dos parasitos nos sistemas ecológicos vem sendo mais estudada nas últimas décadas. No entanto, poucos estudos foram feitos sobre estrutura e variação das comunidades helmínticas de roedores silvestres no Brasil. A espécie de roedor *Necromys lasiurus* é típica da fauna de mamíferos do Cerrado, contudo a degradação dos ambientes está fazendo com que esta espécie avance para áreas rurais e outros biomas. Em alguns casos, este roedor pode atingir grandes tamanhos populacionais levando à ocorrência de surtos de zoonoses, principalmente em áreas agrícolas e de peridomicílio. O presente trabalho teve como objetivo descrever a composição e a estrutura das comunidades de helmintos do roedor *Necromys lasiurus* do Cerrado, considerando-se as escalas de infracomunidade e comunidades componentes, no Município de Uberlândia, Minas Gerais. Ao longo de um ano, roedores foram amostrados em três diferentes ambientes: borda de plantações de soja e milho, bordas de pastagens e áreas preservadas de borda de Cerrado. Foram analisadas amostras em 102 indivíduos e encontradas nove espécies de helmintos no trato gastrointestinal: do Filo Nematoda observou-se *Protospirura numidica criceticola*, *Physaloptera* sp., *Pterygodermatites (Paucipectines) zygodontomis* (Spirurida), *Stilestrongylus freitasi* (Rhabditida), *Trichuris* sp. (Trichurida) e *Syphacia (Syphacia) alata* (Oxiurida); pertencentes ao Filo Platyhelminthes verificou-se *Rodentolepis akodontis* (Cyclophyllidea) e *Cysticercus fasciolaris* (Cyclophyllidea); no Filo Acantocephala, observou-se *Moniliformis moniliformis* (Moniliformida). As espécies mais abundantes do estudo foram *Stilestrongylus freitasi* e *S. (Sy.) alata*. As áreas de borda de pastagem apresentaram maior diversidade de helmintos quando comparadas com as áreas de borda de Cerrado e de plantações, o que sugere que o roedor esteja atuando como dispersor de algumas espécies. A estação seca favoreceu o aumento da abundância de *S. (Sy.) alata* e *S. freitasi*, sendo que esta última foi mais abundante em áreas perturbadas. A ocorrência da espécie *R. akodontis* parece ser favorecida em áreas mais preservadas, pois estas áreas podem permitir a ocorrência dos hospedeiros intermediários deste helminto. A estrutura aninhada e quase-aninhada da metacomunidade de helmintos de *N. lasiurus* nas escalas de comunidade componente e infracomunidade, respectivamente, mostrou que a maioria das espécies estava sendo influenciada por um mesmo gradiente ambiental.

Palavra chave: Cerrado, Ecologia, Metacomunidade, Parasitismo, Roedores.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

COMPOSITION AND STRUCTURE OF THE HELMINTH COMMUNITIES OF *Necromys lasiurus* (LUND, 1840) (RODENTIA, SIGMODONTINAE) IN THE MUNICIPALITY OF UBERLÂNDIA, MINAS GERAIS, BRAZIL

ABSTRACT

MASTER DISSERTATION IN BIODIVERSITY AND HEALTH

Natália Alves Costa

The importance of parasites in ecological systems has been more studied in the last decades. However, few studies have been carried out concerning the structure and variation of the helminth communities of wild rodents in Brazil. The rodent *Necromys lasiurus* is typical from the mammalian fauna of the Cerrado biome; however, the environmental disturbances are making this species to occur in rural areas and in other biomes. In some cases, this rodent may reach high population sizes causing zoonosis outbreaks, especially in rural and peri-domicile areas. The present work aimed to describe the composition and structure of the helminth communities of the rodent *N. lasiurus* in Cerrado, considering the infracommunity and the component community scales, in the Municipality of Uberlândia, State of Minas Gerais. During one year, rodents were sampled in three types of environment: borders of soybean and corn plantations, pastures and preserved areas of Cerrado borders. Samples were analyzed in 102 specimens of host. Nine species of helminths were found in the gastrointestinal tract: *Protospirura numidica criceticola*, *Physaloptera* sp., *Pterygodermatites (Paucipectines) zygodontomis* (Spirurida), *Stilestrongylus freitasi* (Rhabditida), *Trichuris* sp. (Trichurida) and *Syphacia (Syphacia) alata* (Oxiurida) of the Phylum Nematoda; *Rodentolepis akodontis* (Cyclophyllidea) and *Cysticercus fasciolaris* (Cyclophyllidea) of the Phylum Platyhelminthes; and *Moniliformis moniliformis* (Moniliformida) of the Phylum Acantocephala. *Stilestrongylus freitasi* and *S. (Sy.) alata* were the most abundant species of the study. The pasture border areas had the greatest helminth diversity when compared to the Cerrado and plantation border areas, which may indicate that the rodent is acting as a disperser of some species. The dry season favored an increase in the abundance of *S. (Sy.) alata* and *S. freitasi*, the latter being more abundant in disturbed areas. The occurrence of *R. akodontis* seems to be favored in more preserved areas, as these areas may allow the occurrence of the intermediate hosts of this helminth. The nested and quasi-nested structure of the helminths meta-community of *N. lasiurus* in component community and infracommunity scales, respectively, showed that most species were influenced by the same environmental gradient.

Key words: Cerrado, Ecology, Metacommunity, Parasitism, Rodents.

ÍNDICE

RESUMO	VIII
ABSTRACT	IX
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Estrutura de comunidades biológicas.....	3
1.2 A espécie <i>Necromys lasiurus</i>	5
1.3 Helminhos parasitos de <i>Necromys lasiurus</i>	7
1.4 Justificativa.....	9
2 OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo Geral.....	10
2.2 Objetivos Específicos.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1 Área de estudo.....	11
3.2 Coleta dos hospedeiros.....	13
3.3 Métodos de coleta dos helmintos.....	14
3.4 Métodos de identificação dos helmintos.....	15
3.5 Preparo do material para Microscopia Eletrônica de Varredura.....	15
3.6 Análise dos dados parasitológicos e da estrutura da comunidade parasitária.....	16
4 RESULTADOS	20
4.1 Composição e descrição taxonômica da helmintofauna de <i>Necromys lasiurus</i> no Município de Uberlândia, Minas Gerais.....	20
<i>Syphacia</i> (<i>Syphacia</i>) <i>alata</i> Quentin, 1968 (Figuras 6 - 9; Tabela 2).....	21
<i>Physaloptera</i> sp. (Figura 10).....	29
<i>Protospirura numidica criceticola</i> Quentin, Karimi & Rodriguez de Almeida, 1968.....	32
<i>Pterygodermatites</i> (<i>Paucipectines</i>) <i>zygodontomis</i> (Quentin, 1967) (Figuras 12-14; Tabela 3).....	36
<i>Stilestrongylus freitasi</i> Durette-Desset, 1968 (Figura 15).....	43
<i>Trichuris</i> Roederer, 1761.....	46

	<i>Rodentolepis akodontis</i> Rêgo, 1967 (Figura 16)	47
	<i>Cysticercus fasciolaris</i> forma larvar de <i>Taenia taeniformis</i> Batsch, 1786 (Figura 17)	50
	<i>Moniliformis moniliformis</i> (Bremser, 1811) Travassos, 1915 (Figura 18)	51
4.2	Estrutura da comunidade de helmintos de <i>Necromys lasiurus</i> no Município de Uberlândia	53
5	DISCUSSÃO	63
6	CONCLUSÕES	71
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
8	ANEXO	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: (A) Mapa de distribuição geográfica do <i>Necromys lasiurus</i> no Brasil. (B) <i>Necromys lasiurus</i> em seu ambiente natural (Fonte: Bonvicino <i>et al.</i> , 2008).	7
Figura 2: (A) Mapa da área de estudo com destaque para o Município de Uberlândia no Estado de Minas Gerais dentro do mapa da América do Sul-Fonte: Adaptado Limongi <i>et al.</i> , 2013; (B) Pontos de coletas entorno da área urbana do Município de Uberlândia. Fonte: Google Earth	12
Figura 3: Imagens dos locais de coleta. (A) Borda de Cerrado (B) Borda de pastagem (C) Borda de plantação.	12
Figura 4: Armadilhas utilizadas para captura dos roedores. (A) Tomahawk (B) Sherman.....	13
Figura 5: Laboratório de Microscopia (A) Procedimento de coloração dos cestoides e acantocéfalos; (B) Análise das amostras e obtenção de imagens.	15
Figura 6: Fotomicrografia por microscopia de luz do espécime macho de <i>Syphacia (Syphacia) alata</i> : (A) Visão total do corpo mostrando as estruturas dos mamelões (ma); (B) Extremidade anterior, mostrando esôfago, o bulbo esofágico (seta) e o início do intestino; (C) Visão lateral do mamelão médio presente no macho; (D) Visão lateral com detalhe do poro excretor (pe); (E) Visão lateral da região posterior com detalhe do gancho acessório ornamentado(ga); (F) Extremidade posterior mostrando o espículo (es) e o gubernáculo (gu).	24
Figura 7: Morfologia externa de <i>Syphacia (Syphacia) alata</i> por microscopia eletrônica de varredura do espécime macho: (A) Visão total do corpo mostrando os mamelões (setas); (B) Extremidade anterior evidenciando a placa cefálica com quatro papilas (asteriscos); (C) Visão lateral do mamelão médio; (D) Visão lateral mostrando a abertura da cloaca (cl) e papilas (asteriscos); (E) Extremidade posterior mostrando o gancho acessório (ga) e cauda; (F) Visão ventral mostrando o gancho acessório (seta) e três pares de papilas (asteriscos); (G) Gancho acessório (seta) com ornamentações em toda superfície.	25
Figura 8: Fotomicrografia por microscopia de luz do espécime fêmea de <i>Syphacia (Syphacia) alata</i> : (A) Extremidade anterior mostrando bulbo esofágico (seta) e detalhe da forma da placa cefálica por contraste de fase; (B)	

Visão ventral da região anterior mostrando as asas cervicais (seta); (C) Abertura da vulva (seta) mostrando lábios vulvares levemente elevados e o útero repleto de ovos; (D) Ovo embrionado.26

Figura 9: Morfologia externa de *Syphacia (Syphacia) alata* por microscopia eletrônica de varredura do espécime fêmea: (A) Extremidade anterior e asa cervical (ac); (B) Placa cefálica mostrando abertura oral os lábios dorsais (ld) e latero-ventrais (lv); papilas submedianas (pc) e anfídeo (a); (C) Visão ventral com detalhe do poro excretor (pe); (D) Visão lateral da placa cefálica mostrando o anfídeo (a); (E) Extremidade posterior mostrando ânus (an) e cauda; (F) Detalhe da abertura anal transversal ao corpo.....27

Figura 10: Microscopia de luz (ML) e eletrônica de varredura (MEV) de *Physaloptera* sp.: (A) Fotomicrografia por ML mostrando o colar cefálico (seta); (B) Morfologia externa de *Physaloptera* sp. por MEV da extremidade anterior mostrando dois pseudolábios (asteriscos); (C) Morfologia externa de *Physaloptera* sp por MEV mostrando os dentes tripartite (cabeça de seta), dente externo (seta), papilas cefálicas (asteriscos).....31

Figura 11: Fotomicrografia por microscopia de luz de *Protospirura numidica criceticola*: (A) Visão ventral da extremidade anterior do macho mostrando dois pseudolábios tri-lobados (seta); (B) Visão lateral da extremidade anterior do macho mostrando dente (seta); (C) Visão ventral da extremidade posterior do macho mostrando os espículos esquerdo e direito (seta); (D) Visão ventral do macho mostrando quatro pares de papilas pré-cloacais (asteriscos) e uma papila não pareada (cabeça de seta) na borda da abertura cloacal (cl); (E) Ovos; (F) Extremidade posterior do macho mostrando dois pares grandes de papilas pós-cloacais (seta).....35

Figura 12: Fotomicrografia por microscopia de luz de *Pterygodermatites (Paucipectines) zygodontomis*: (A) Visão ventral da extremidade anterior mostrando a cápsula bucal, os três dentes esofagianos (seta) e o início do esôfago; (B) Visão lateral da fêmea mostrando o fim do esôfago (es), o início do intestino e a distância da abertura da vulva (vu); (C) Visão ventral da fêmea mostrando a abertura da vulva (vu), visão lateral da fêmea mostrando os projeções cuticulares na região mediana (seta), ovos, ânus (asterisco) e ponta da cauda; (D) Espículos assimétricos (seta) unidos pelo gubernáculo (gu) dissecado do espécime macho; (E) Extremidade posterior do macho

mostrando os combos (asterisco) próximo a abertura da cloaca, espículo (seta) e ponta da cauda.39

Figura 13: Morfologia externa de *Pterygodermatites (Paucipectines) zygodontomis* por microscopia eletrônica de varredura: (A) Visão total do corpo do espécime macho mostrando as fileiras de projeções cuticulares (seta); (B) Extremidade anterior da fêmea mostrando a abertura oral circundada pela coroa de denticulo e o início das projeções cuticulares ventrais (seta); (C) Extremidade anterior do macho mostrando quatro papilas cefálicas (1C-Par 1. 2C-Par 2) e anfídeo (a). (D) Detalhe da boca mostrando três pares de papilas labiais (asteriscos); (E) Detalhe da boca mostrando as placas dos denticulos (seta).40

Figura 14: Morfologia externa do espécime macho de *Pterygodermatites (Paucipectines) zygodontomis* por microscopia eletrônica de varredura: (A) Extremidade posterior mostrando os combos (seta) próximo a abertura da cloaca, espículo (es) e ponta da cauda; (B) Extremidade posterior mostrando dois pares de papilas pré-cloacais, a abertura da cloaca (cl), um par ad-cloacal e seis pares pós-cloacais; (C) Oitavo par de papila, fasmídio (fa) e o nono par de papilas na ponta da cauda; (D) Detalhe da ponta da cauda robusta com um par de papila (asterisco).41

Figura 15: Fotomicrografia por microscopia de luz de *Stilestrongylus freitasi*: (A) Extremidade posterior do macho mostrando a bolsa caudal, a disposição dos raios (2-6,8) no lobo esquerdo e gubernáculo (seta); (B) Extremidade anterior da fêmea mostrando a dilatação cuticular anelada (seta); (C) Bolsa caudal do macho mostrando o lobo direito e espículos simétricos (es); (D) Extremidade posterior da fêmea mostrando a abertura da vulva (vu).45

Figura 16: Fotomicrografia por microscopia de luz do *Rodentolepis akodontis*. (A) Região anterior mostrando escólex com o rostelo armado (seta); (B) Escólex mostrando as ventosas (ve); (C) Proglotes maduras mostrando testículos (t), útero (ut), ovário (ov) e vitelo (vi); (D) Ganchos do rostelo em forma de “Y”; (E) Ovos em diferentes estádios de desenvolvimento (F) Ovo (G) Ovo embrionado com hexacanto (oncosfera) com 3 pares de acúleos.49

Figura 17: Fotomicrografia por microscopia de luz de *Cysticercus fasciolaris* (A) Escólex mostrando as duas fileiras dos ganchos; (B) Escólex mostrando as ventosas (seta).50

Figura 18: Fotomicrografia por microscopia de luz de <i>Moniliformis moniliformis</i> : (A) Espécimes coletados no intestino de <i>N. lasiurus</i> mostrando o corpo pseudosegmentado; (B) Região anterior com probóscide e ganchos (seta); (C) Região posterior da fêmea mostrando o ovoejetor (asterisco) e ovos (seta); (D) Ovos embrionados.	52
Figura 19: Curva de acúmulo de espécies de helminto por quantidade de indivíduos hospedeiros capturados na infracomunidade (A) e por comunidade componente (B) para <i>N. lasiurus</i>	54
Figura 20: Análise do Escalonamento Multidimensional Não Métrico (nMDS) para abundância e composição de espécies de helmintos de <i>N. lasiurus</i> entre as localidades (fazendas) em Uberlândia/MG. Borda de Cerrado (FF-A, CE-B, CF, FG - círculo preenchido); Borda de pastagem (CE-A, CB-A, CB-B - quadrado); Borda de plantação (FV-B, FF-B - triângulo).	54
Figura 21: Matriz ordenada para metacomunidade de helmintos de <i>N. lasiurus</i> coletados no Município de Uberlândia, MG, na escala de infracomunidade.	62
Figura 22: Matriz ordenada para metacomunidade de helmintos de <i>N. lasiurus</i> coletados no Município de Uberlândia, MG, na escala de comunidade componente. Borda de Cerrado (FF-A, CE-B, CF, FG); Borda de pastagem (CE-A, CB-A, CB-B); Borda de plantação (FV-B, FF-B).	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Área de estudo com característica do habitat e localização geográfica dos locais de captura dos roedores.....	11
Tabela 2: Morfometria de <i>Syphacia (Syphacia) alata</i> de acordo com diferentes autores. CT: Comprimento total (mm); Bulbo: Comprimento e largura do bulbo; Esôfago total: Comprimento do esôfago e do bulbo esofagiano; Anel nervoso (dfae): Distância do anel nervoso até a extremidade anterior; Poro excretor (dfae): Distância do poro excretor até a extremidade anterior; Vulva (dfae): Distância da vulva até a extremidade anterior; Espículo: Comprimento do espículo, Gubernáculo (comp.): Comprimento do gubernáculo; Mam (dfae): Distância do mamelão até a extremidade anterior; Mamelão inicial: Comprimento do mamelão inicial; Mamelão médio: Comprimento do mamelão médio; Mamelão posterior: Comprimento do mamelão posterior; Asa cervical (dfae): Distância do início da asa até a extremidade anterior; Asa cervical (larg.): largura no meio da asa; Cauda: Comprimento da cauda a partir da cloaca/vulva. Medidas em μm	28
Tabela 3: Medidas de <i>Pterygodermatites (P.) zygodontomis</i> no presente trabalho, de acordo com Quentin, (1967) e Grossman, (2015). Nº P. ventrais: número de projeções cuticulares ventrais/pré-vulvares; CT: Comprimento total (mm); Largura: Largura na altura da vulva para fêmeas e esôfago para machos; C.Cápsula: Comprimento cápsula bucal; B. Cápsula: Comprimento da base da cápsula bucal; Esôfago: Comprimento esôfago; Poro excretor: Distância do poro excreto até extremidade anterior; Anel Nervoso: Distância do anel nervoso até extremidade anterior; Vulva-Eso: Distância entre vulva e esôfago; Vulva: Distância da vulva até extremidade anterior; Espículo Direito: Comprimento espículo direito; LarDir: Largura da espículo direito; Espículo Esquerdo: Comprimento espículo esquerdo; LarEsq: Largura da espículo esquerdo; Gubernáculo: Comprimento gubernáculo; Cauda: Comprimento da cauda; C.C.I.: Comprimento projeção cuticular inicial; C.C.M.: Comprimento projeção cuticular média; C.C.F.: Comprimento projeção cuticular final; Dist. C.C.F: Distância da última projeção cuticular até a ponta da cauda; Ovos (comp): Comprimento dos ovos; Ovos (larg.): Largura dos ovos. Medidas em μm	42

Tabela 4: Riqueza total e riqueza média dos helmintos recuperados em <i>N. lasiurus</i> de Uberlândia, Minas Gerais.....	53
Tabela 5: Parâmetros de abundância e intensidade (\pm Desvio Padrão), prevalência (intervalo de confiança de 95%) e índices de agregação em relação ao tipo de habitat, gênero do hospedeiro e à estação do ano de nove espécies de helmintos recuperados de <i>N. lasiurus</i> no Município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. Índices de agregação foram calculados apenas para as espécies cuja prevalência foi $\geq 10\%$	57
Tabela 6: Valores do Qui-quadrado e valores de <i>p</i> para a comparação da prevalência das espécies <i>S. (Sy.) alata</i> , <i>P. (P.) zygodontomis</i> , <i>R. akodontis</i> e <i>S. freitasi</i> recuperados de <i>N. lasiurus</i> no Município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.	59
Tabela 7: Resultados dos Modelos Lineares Generalizados (GLM) para abundância dos nematoides (<i>S. (S) alata</i> , e <i>S. freitasi</i>) recuperados de <i>N. lasiurus</i> no Município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.....	59
Tabela 8: Resultados do Teste de Mann-Whitney e Kruskal Wallis para a intensidade das espécies (<i>S. (Sy.) alata</i> , <i>P. (P) zygodontomis</i> , <i>R.akodontis</i> e <i>S. freitasi</i>) por recuperados de <i>N. lasiurus</i> no Município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.	59
Tabela 9: Correlações entre as abundâncias dos helmintos recuperados de <i>N. lasiurus</i> no Município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.....	60
Tabela 10: Índice de similaridade de Jaccard para cada par de espécies mais abundantes de helmintos recuperadas de <i>N. lasiurus</i> no Município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.....	60
Tabela 11: Índice de importância dos helmintos recuperados de <i>N. lasiurus</i> no Município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.....	60
Tabela 12: Resultados da análise de coerência, turnover e limite de distribuição de espécies para a metacomunidade de helmintos de <i>N. lasiurus</i> coletados no Município de Uberlândia, MG, nas escalas de infracomunidade e comunidade componente. AE= Ausências embutidas; <i>p</i> = probabilidade; MR= Média Recíproca; DP = Desvio padrão; SUB= Substituições de espécies; IM= Índice de Morisita	61

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AFA - Álcool-Formaldeído-Ácido Acético

cm - centímetros

et al. - *et alii*, e outros

FIOCRUZ - Fundação Oswaldo Cruz

g – grama

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IOC - Instituto Oswaldo Cruz

km² - quilômetro quadrado

LABPMR- Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres
Reservatórios

m - metros

mm - milímetro

ME – Microscópio Estereoscópico

MEV – Microscopia Eletrônica de Varredura

ML – Microscopia de Luz

S - Sul

sp. – Espécie

O - Oeste

µm – Micrômetro

° – Símbolo de grau

1 INTRODUÇÃO

O processo de antropização resulta em alteração das paisagens e conseqüentemente, podem modificar as relações entre hospedeiros e parasitos (Püttker *et al.*, 2008; Farrell *et al.*, 2013) perturbando a estrutura das comunidades de animais e vegetais (Kareiva *et al.*, 2007), o representa uma grande ameaça para a biodiversidade global (Grimm *et al.*, 2008). Em decorrência das atividades humanas resulta a fragmentação da paisagem natural, sendo, muitas vezes, devido ao uso agrícola, ou seja, áreas de plantação ou pasto, criando uma interface nas bordas de floresta. Particularmente, as atividades de uso da terra e a fragmentação florestal podem influenciar a interação parasito-hospedeiro nos ecossistemas naturais (Reisen, 2010).

Os animais silvestres são sabidamente uma importante fonte de agentes infecciosos transmissíveis ao homem, e tem sido constatado que a maioria das doenças infecciosas emergentes em humanos é de origem zoonótica (Wolfe *et al.*, 2007). Muitos animais silvestres não apenas estão envolvidos nos ciclos de transmissão das zoonoses, mas também podem atuar como importantes reservatórios para a transmissão de patógenos para animais domésticos e animais de criação (Kruse *et al.*, 2004).

Dentro deste contexto, as espécies de roedores representam cerca de 40% das espécies de mamíferos e têm sido mencionados como os principais reservatórios de zoonoses, com impacto significativo em Saúde Pública, Animal e Ambiental (Meerburg *et al.*, 2009; Bidaisee & Macpherson, 2014; Froeschke & Matthee, 2014). Han e colaboradores (2015) relataram a existência de 66 agentes patogênicos em roedores passíveis de serem transmitidos a humanos, além de ressaltarem a necessidade de se desenvolver ferramentas de previsão para uma abordagem de investigação de surtos.

O papel do parasitismo na dinâmica populacional do hospedeiro e na estrutura das comunidades de parasitos passou a ser mais amplamente estudado nas últimas décadas verificando-se que a maioria das espécies animais está infectada com uma ou mais espécies parasitas que representam um principal componente da diversidade biológica (Poulin, 2001; Lello *et al.*, 2004; Han *et al.*,

2015). Deste modo, os parasitos foram incluídos nos estudos ecológicos considerando-se a necessidade de se compreender a sua importância na evolução dos organismos hospedeiros e na estrutura dos ecossistemas (Thomas *et al.*, 2009).

Os ambientes, em geral, são um mosaico de habitats favoráveis e desfavoráveis às espécies hospedeiras e o parasitismo pode contribuir para os padrões populacionais destas espécies, o padrão de evolução dos organismos (especiação e extinção), e podem ser considerados como estruturadores dos ecossistemas (Thomas *et al.*, 2005). Assim, os parasitos constituem-se em elementos determinantes da diversidade de espécies nas comunidades de vida livre podendo atuar como moduladores nos ecossistemas e promoverem o “efeito cascata” influenciando nos diversos níveis tróficos (Thomas *et al.*, 2005).

O parasitismo, também, pode atuar em sinergia com o processo de perturbação de habitats amplificando a intensidade desses eventos, e, portanto, o conhecimento da diversidade de parasitos passa a ser de extrema relevância para a compreensão da estrutura das comunidades e avaliação dos efeitos das perturbações antrópicas nos ecossistemas. Além disso, deve-se considerar que a composição e riqueza das comunidades de parasitos em populações de hospedeiros silvestres mudam no espaço (Dogiel, 1964; Jiménez-Ruiz *et al.*, 2002; González *et al.*, 2006). As características comportamentais dos hospedeiros tais como tamanho de área de vida, grau de agregação e período reprodutivo, também influenciam as comunidades parasitárias.

Dentre os diversos grupos de parasitos, os helmintos são excelentes modelos de estudo para a investigação das interações parasito-hospedeiro em ecossistemas naturais e antropizados (Maldonado-Júnior *et al.*, 2006; Simões *et al.*, 2010; Simões *et al.*, 2011, Cardoso *et al.*, 2016). Os helmintos parasitos também apresentam características biológicas que têm possibilitado sua utilização como indicadores de alterações ambientais (Gardner & Campbell, 1992; Hatcher *et al.*, 2012). Mudanças ambientais podem alterar os parâmetros biológicos destes organismos, resultando em modificações em suas relações com as populações de hospedeiros (Bush *et al.*, 2001).

No caso de hospedeiros roedores, um comportamento agregado pode favorecer a estruturação das comunidades de helmintos parasitos por aumentar a probabilidade de transmissão horizontal entre os indivíduos. Outro ponto que

favorece a transmissão e o estabelecimento das comunidades parasitárias de helmintos está relacionado à dieta alimentar dos roedores que, em muitas espécies, inclui pequenos insetos que podem atuar como hospedeiros intermediários dos parasitos. Do mesmo modo, a composição da paisagem também é um fator determinante para as populações dos hospedeiros (Umetsu & Pardini 2007; Simões *et al.*, 2010).

As infecções por geohelmintos, que permanecem pelo menos uma parte do seu ciclo no ambiente externo (fora do hospedeiro), tem como fatores determinantes para a sobrevivência de seus ovos e larvas diversas variáveis ambientais, tais como a umidade e a temperatura (Hulbert & Boag, 2001; Mas-Coma *et al.*, 2008). Desta forma, os fatores ambientais afetam a prevalência, a intensidade e a distribuição geográfica destes helmintos (Ollerenshaw & Smith, 1969; Froeschke *et al.*, 2010).

As interações parasito-hospedeiro dependerão ainda das variáveis bióticas como por exemplo, a sobreposição espacial entre as espécies hospedeiras, a tolerância parasitária às condições ambientais, e as interações interespecíficas que controlam a coinfeção das espécies hospedeiras (Graham, 2008).

Neste contexto, diversos estudos desenvolvidos com comunidades de helmintos de mamíferos mostraram maior riqueza de espécies em áreas perturbadas e fragmentadas (Gillespie & Chapman, 2008; Chaisiri *et al.*, 2010). Contudo, é importante observar que a composição das espécies parasitas apresenta forte influência dos seus ciclos de vida complexos e sensíveis às condições ambientais como mostrado pela maior ocorrência e abundância de determinadas espécies de helmintos em roedores de áreas preservadas (Cardoso *et al.*, 2016).

1.1 Estrutura de comunidades biológicas

As comunidades biológicas representam um nível de organização ecológica com padrões que surgem através das interações entre as espécies, determinando suas estruturas (Poulin & Dick, 2007; Dallas & Presley, 2014). A maneira pela qual a distribuição das espécies responde aos gradientes ambientais, de modo determinístico ou aleatório, tem originado questões para a ecologia desde os seus primórdios (Clements, 1916; Gleason, 1926). As comunidades biológicas não são

estruturas estáticas, ao contrário, apresentam mudanças na composição ao longo de diversas escalas de tempo (Drake, 1990; McKinney & Drake, 1998). Entende-se por composição de espécies a identidade das espécies presentes em uma determinada área (Begon *et al.*, 2006). O número de espécies de parasitos (riqueza), sua abundância e composição são influenciados por fatores como o ambiente, a capacidade de infecção do parasito no hospedeiro, a presença do hospedeiro intermediário e as características do hospedeiro definitivo (Pence *et al.*, 1990).

O reconhecimento dos diferentes tipos de estrutura que as comunidades biológicas podem apresentar em sistemas complexos tem aprimorado a compreensão das interações entre as espécies (Combes, 2001; Giacomini, 2010). Os estudos de estrutura de comunidades de parasitos têm sido realizados em dois níveis ecológicos: infracomunidade (grupo de espécies parasitas presentes em um indivíduo hospedeiro) e comunidade componente (conjunto das infracomunidades da população do hospedeiro examinado) (Poulin & Dick, 2007). Dada a natureza fragmentada das populações dos parasitos, os hospedeiros podem ser considerados ambientes heterogêneos formando gradientes (Thomas *et al.*, 2009). Desta forma, a compreensão espaço-temporal dos padrões de diversidade dos parasitos se dá pela análise da estrutura das comunidades componentes. Entretanto, os estudos da comunidade composta ou total, que é o conjunto da fauna de parasitos de um determinado hospedeiro em toda sua distribuição geográfica, só podem ser feitos em escala geográfica e dependem de amostragens em várias áreas (Bush *et al.*, 2001).

Em hospedeiros mamíferos, a comunidade componente de helmintos pode ser bastante variável, sendo que espécies de hospedeiros filogeneticamente relacionadas e dentro de uma mesma guilda têm maior probabilidade de compartilhar espécies de parasitos (Poulin, 2003). Em contrapartida, o isolamento geográfico das espécies de hospedeiros pode levar a especialização dos parasitos, influenciando diretamente na comunidade componente (Pence *et al.*, 1990; Poulin, 2003; Krasnov *et al.*, 2006).

Neste sentido, modelos matemáticos têm trazido importantes contribuições para esta abordagem. Uma das abordagens para a compreensão da estrutura de comunidade é o estudo das metacomunidades (Leibold & Mikkelsen, 2002). Estas podem ser definidas como um conjunto de comunidades ecológicas em sítios

distintos potencialmente conectadas por dispersão de suas espécies (Leibold *et al.*, 2004; Presley *et al.*, 2010). É possível observar diversos padrões na estruturação de uma metacomunidade, identificando e reconhecendo interações entre suas espécies constituintes ou sugerindo respostas independentes ao longo dos gradientes ambientais (Presley *et al.*, 2010; Mittelbach, 2012; Heino *et al.*, 2015). Esta teoria permite avaliar padrões e mecanismos que contribuem para a diversidade de espécies em ambas escalas, local e regional, a partir das dinâmicas de dispersão e distribuição dos organismos entre as comunidades e como eles estão estruturados no ambiente (Mihaljevic, 2012). Estes estudos podem ser feitos através da análise dos elementos da estrutura da metacomunidade (EMS), que são a coerência, a substituição de espécies, e a coincidência de limites (Leibold & Mikkelsen 2002; Heino *et al.* 2015).

Embora a aplicação desta teoria seja relativamente recente para interação parasite-hospedeiro, ela é bastante promissora para o estudo de comunidades de parasitos (Dallas & Presley 2014) ou para a compreensão da emergência de doenças de origem zoonótica (Suzán *et al.*, 2015). Ainda são poucas as pesquisas empíricas sobre a maneira como a composição e interações entre as espécies afetam a estrutura da metacomunidade (Richgels *et al.*, 2013; Dallas & Presley, 2014). Assim, a maior parte da pesquisa atual sobre ecologia de comunidades procura desvendar os papéis relativos dos processos locais ou regionais sobre a estrutura da comunidade, ficando assim evidente a existência de uma lacuna no estudo da estrutura de comunidades de parasitos.

1.2 A espécie *Necromys lasiurus*

O ratinho do Cerrado é o nome comum para a designação científica *Necromys lasiurus* que pertence ao Reino Animalia, Filo Chordata, Classe Mammalia, Ordem Rodentia, Família Cricetidae, Subfamília Sigmondontinae, Gênero *Necromys* e epíteto específico *lasiurus* (Lund, 1840). Inicialmente as espécies pertencentes ao gênero *Necromys* foram classificadas como pertencentes aos gêneros *Akodon*, *Bolomys*, *Calomys*, *Cabreramys*, *Chalcomys* e *Zygodontomys* por

formarem um grupo de espécies morfologicamente semelhantes às espécies tipo destes gêneros (Thomas, 1916).

Após a revisão da tribo Akodontini, várias espécies anteriormente classificadas nos gêneros *Zygodontomys* e *Bolomys* entre outros, foram transferidas para o gênero *Necromys* que atualmente possui nove espécies reconhecidas (Musser & Carleton, 2005).

No Brasil foram registradas duas espécies do gênero *Necromys*: *N. lasiurus* e *N. urichi* (Allen & Chapman, 1897) (Bonvicino *et al.*, 2008). *N. lasiurus* ocorre em quase todo o Brasil em diversos habitats, incluindo os estados de Rondônia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Pará, Ceará, Tocantins, Pernambuco, Paraíba, Alagoas, Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul enquanto, *N. urichi* distribui-se no Norte do Amazonas e Roraima (Bonvicino *et al.*, 2008). Contudo, os limites geográficos de *N. lasiurus* ainda não são totalmente conhecidos, sendo assinalado no Brasil em áreas do Cerrado, Caatinga, Pantanal, e áreas abertas de Mata Atlântica e áreas de transição. Esta espécie pode ser considerada uma espécie que vem se expandindo para as áreas abertas de Mata Atlântica. (Fig. 1A) (Reis *et al.*, 2011).

Necromys lasiurus exibe hábito terrestre ocorrendo em formações abertas e florestais (Vieira *et al.* 2005; Bonvicino *et al.*, 2008). E sua dieta é constituída principalmente de sementes, mas inclui também insetos do folhíço. Esta espécie apresenta dois horários de maior atividade, um pela manhã e outro crepuscular; e a área de vida varia de 200 a 2.500 m² (Bonvicino *et al.*, 2008).

Em alguns casos este roedor pode atingir grandes tamanhos populacionais levando à ocorrência das “ratadas”, que é um aumento acima da média das populações de roedores, favorecidas pelo evento reprodutivo de algumas espécies de vegetais, aumentando o suprimento alimentar dos roedores (Rodríguez, 1993).

De acordo com Bonvicino e colaboradores (2008), a espécie apresenta tamanho de pequeno a médio e cauda menor que o corpo, a pelagem varia entre castanho-acinzentada a castanho-amarelada, o limite do seu ventre é pouco definido, sendo branco acinzentado ou amarelo-acinzentado. Possui orelhas curtas, olhos pequenos e um anel periorcular mais claro, que está presente em cada olho. Sua cauda é mais escura e pilosa no dorso e suas patas são escuras na parte

superior. Sua massa corporal média é de 35 g. Existe um leve dimorfismo sexual, sendo os machos maiores que as fêmeas. (Fig. 1B).

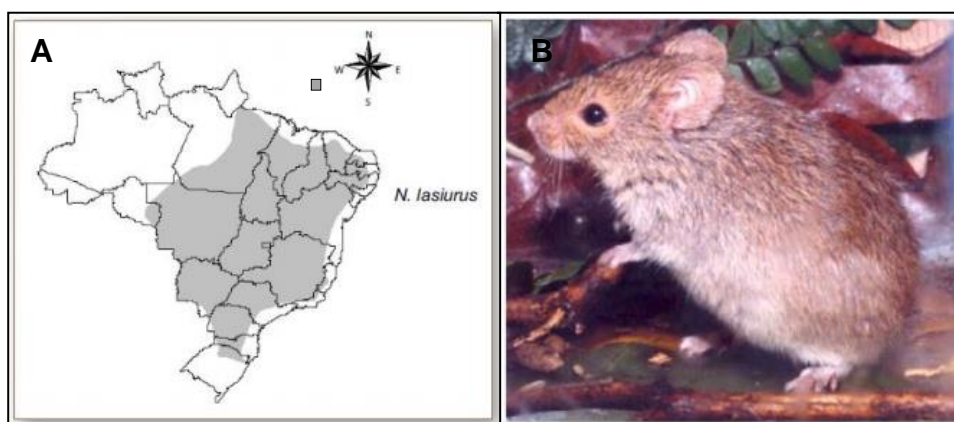


Figura 1: (A) Mapa de distribuição geográfica do *Necromys lasiurus* no Brasil. (B) *Necromys lasiurus* em seu ambiente natural (Fonte: Bonvicino *et al.*, 2008).

Estudos prévios identificaram que o roedor silvestre *N. lasiurus* é um importante reservatório de hantavírus (Limongi *et al.*, 2013; Oliveira *et al.*, 2014), *Leishmania* sp. e de arenavírus (Brandão-Filho *et al.*, 2003, Fernandes *et al.*, 2015; Sabino-Santos *et al.*, 2016), também podendo atuar como hospedeiro-reservatório de *Trypanosoma cruzi* (Orozco *et al.*, 2014) e de algumas espécies de ectoparasitos (Grossmann, 2015). Em alguns casos, o fenômeno da “ratada” está diretamente associado a surtos de zoonoses, principalmente em áreas agrícolas e de peridomicílio (Suzuki *et al.*, 2004; Limongi *et al.*, 2013; Oliveira *et al.*, 2014).

1.3 Helmintos parasitos de *Necromys lasiurus*

Os estudos taxonômicos de helmintos são de grande importância para o conhecimento da biodiversidade parasitária. A correta identificação taxonômica das espécies através das estruturas morfológicas, morfometria e análises moleculares são fundamentais para estudar a biodiversidade e a ecologia dos parasitos e suas relações com as outras espécies.

Nos últimos anos, pesquisas parasitológicas com animais silvestres foram feitas de forma não-invasiva, ou seja, através de amostragens fecais de onde foram retiradas amostras de ovos de helmintos (Stuart *et al.*, 1990; Souza *et al.*, 2012; Tavela *et al.*, 2013). No entanto, a análise das formas encontradas a partir de exames coproparasitológicos, geralmente ovos ou larvas, nem sempre são suficientes

para a identificação da espécie de parasito. Ovos de helmintos de espécies relacionadas podem ser muito semelhantes morfológicamente (Stuart *et al.*, 1998; Souza *et al.*, 2012). Deste modo, o estudo da morfologia das formas adultas é determinante para a correta identificação das espécies de helmintos contribuindo para o entendimento das interações parasito-hospedeiro.

Os roedores da subfamília Sigmodontinae representam um dos componentes mais diversos da fauna de mamíferos neotropicais (Leite *et al.*, 2014), sendo os helmintos do trato gastrointestinal e a compreensão da comunidade desses parasitos pouco conhecida (Simões *et al.*, 2010; Miño *et al.*, 2012). Esse grupo é majoritariamente distribuído na América do Sul, onde é representado por cerca de 80 gêneros e mais de 370 espécies (Musser & Carleton, 2005; D'Elía *et al.*, 2007).

A maioria dos trabalhos compilando, descrevendo e/ou revisando a taxonomia das espécies de parasitos de mamíferos silvestres encontradas no Brasil foram realizados entre 20 e 80 anos atrás. As pesquisas helmintológicas realizadas por Lauro Travassos, na década de 30, que realizou várias excursões pelo interior do Brasil, o que contribuiu na criação da Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz (IOC) na Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ). Diversos trabalhos sobre helmintos de pequenos roedores do Cerrado e da Caatinga (Travassos, 1937, 1928; Lent & Freitas, 1938; Durette-Desset, 1968; Durette-Desset & Tcheprakoff, 1969; Quentin, 1969a) foram publicados. Desde então alguns pesquisadores têm fomentado essa coleção com a descrição de novas espécies e novas ocorrências de hospedeiros, auxiliando na compreensão da diversidade parasitária atual (Rêgo, 1967; Vicente *et al.*, 1997; Souza *et al.*, 2009a,b; Herrera *et al.*, 2011; Torres *et al.*, 2011a; Gomes *et al.*, 2015).

Dentre os diversos helmintos parasitos de roedores, já foram relatadas espécies de todos os filos, sendo os nematoides os helmintos mais frequentes. Dos helmintos parasitos já descritos para *N. lasiurus* verifica-se: *Syphacia* (*Syphacia*) *alata* Quentin, 1968; *Stilestrongylus freitasi* Durette-Desset, 1968; *Litomosoides silvai* Padilha & Faria, 1977; *Protospirura numidica criceticola* Quentin, Karini, Almeida, 1968 e *Pterygodermatites* (*Paucipectines*) *zygodontomis* (Quentin, 1967) Quentin, 1969. *Trichuris laevitesitis* Suriano & Navone, 1994 foi relatado por Robles e Navone em 2014 pela primeira vez em *N. lasiurus* e em uma nova localidade na Argentina (Vicente *et al.*, 1997; Anderson *et al.*, 2009).

1.4 Justificativa

Os roedores Sigmodontíneos têm uma grande diversidade e podem atuar como reservatórios de parasitos causadores de doenças zoonóticas. Devido à degradação dos ambientes causada pelas atividades antrópicas, estes são frequentemente encontrados ao redor de habitações humanas e em estreita proximidade com animais domésticos. Este fato pode fazer com que estes roedores se tornem elos entre os ambientes silvestre e doméstico, podendo trazer parasitos de ciclos silvestres para o ser humano ou animais domésticos e também inserindo no ambiente silvestre parasitos de ciclos peridomiciliares. Deste modo, mais do que compreender a distribuição dos hospedeiros, torna-se necessário a compreensão do parasitismo nos roedores.

Para se compreender melhor os ciclos de doenças parasitárias e como ocorrem os processos de transmissão, são necessários estudos focando na interação parasito-hospedeiro. Poucos estudos já foram feitos sobre a estrutura e variação das comunidades helmínticas de roedores silvestres no Brasil e até o momento existe apenas um estudo sobre endoparasitos de *N. lasiurus*.

Este estudo visa contribuir para o preenchimento destas lacunas sobre o conhecimento da helmintofauna de *N. lasiurus* e estrutura de sua metacomunidade.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Descrever a composição e analisar a estrutura das comunidades de helmintos do roedor *Necromys lasiurus* do Cerrado nas escalas de infracomunidade e comunidades componentes no Município de Uberlândia, Minas Gerais.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar as espécies dos helmintos cestoides, nematoides e acantocéfalos de *Necromys lasiurus* na área de estudo por microscopia de luz, e quando necessário, por morfometria e microscopia eletrônica de varredura.
- Calcular as abundâncias, intensidades, prevalências, riquezas e associação de espécies de helmintos coletados em *N. lasiurus* da área de estudo.
- Comparar os parâmetros parasitológicos, a riqueza e a composição de espécies entre as diferentes áreas, considerando-se os diferentes tipos de habitat, o sexo do hospedeiro e as estações do ano.
- Analisar a estrutura da metacomunidade na área de estudo nos níveis de infracomunidade e comunidade componente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O presente estudo foi realizado com amostras previamente coletadas em áreas rurais de oito fazendas no Município de Uberlândia (Fig. 2A), dentro do bioma de Cerrado, no estado de Minas Gerais, no Sudeste brasileiro (18°55'07"S, 48°17'19"O), cobrindo uma área territorial de 4.115,2 km². Destes, 219 km² abrangem área urbana (5,32%) (IBGE, 2015).

O Município está a cerca de 850 m de altitude e apresenta condições climáticas que diferem em duas estações bem definidas, inverno seco (entre maio e setembro) e um verão chuvoso (entre outubro e abril) caracterizando clima tropical sazonal. A temperatura média anual é de 22°C e a precipitação anual é de 1650 mm (INMET, 2015). Foram amostradas 11 localidades (Fig. 2B) caracterizadas em três tipos gerais de habitat: áreas rurais próximas às plantações de soja e milho denominadas de "borda de plantações", áreas rurais de cultivo de capim usadas na alimentação de gado bovino denominadas de "borda de pastagens" e áreas preservadas de borda de Cerrado denominadas de "borda de Cerrado" (Tabela 1).

Tabela 1: Área de estudo com característica do habitat e localização geográfica dos locais de captura dos roedores.

Local de captura	Transecto/ Pontos	Habitat	Coordenadas geográficas
Chácara Bálsamo (CB_A)	(1 - 20)	Borda de pastagem	19° 01' 526"S 48° 11' 846"O
Chácara Bálsamo (CB_B)	(21 - 40)	Borda de pastagem	19° 01' 587"S 48° 12' 010"O
Fazenda Veadinho (FV_A)	(1 - 20)	Borda de pastagem	18° 57' 275"S 48° 03' 935"O
Chácara Eldorado (CE_A)	(1 - 20)	Borda de pastagem	18° 59' 503"S 48° 26' 720"O
Fazenda Veadinho (FV_B)	(21 - 40)	Borda de plantação	18° 57' 202"S 48° 03' 949"O
Fazenda Fernanda (FF_B)	(21 - 40)	Borda de plantação	18° 57' 659"S 48° 04' 558"O
Chácara Eldorado (CE_B)	(21 - 40)	Borda de Cerrado	18° 59' 458"S 48° 27' 345"O
Fazenda Fernanda (FF_A)	(1 - 20)	Borda de Cerrado	18° 57' 697"S 48° 04' 469"O
Fazenda do Glória (FG)	(1 - 40)	Borda de Cerrado	18° 57' 040"S 48° 12' 139"O
Campo Florido (CF)	(1 - 40)	Borda de Cerrado	19° 00' 417"S 48° 19' 172"O
Morada do Sol (MS)	(1 - 40)	Borda de Cerrado	18° 53' 429"S 48° 21' 299"O

A=Transecto 1-20; B= Transecto de 21-40

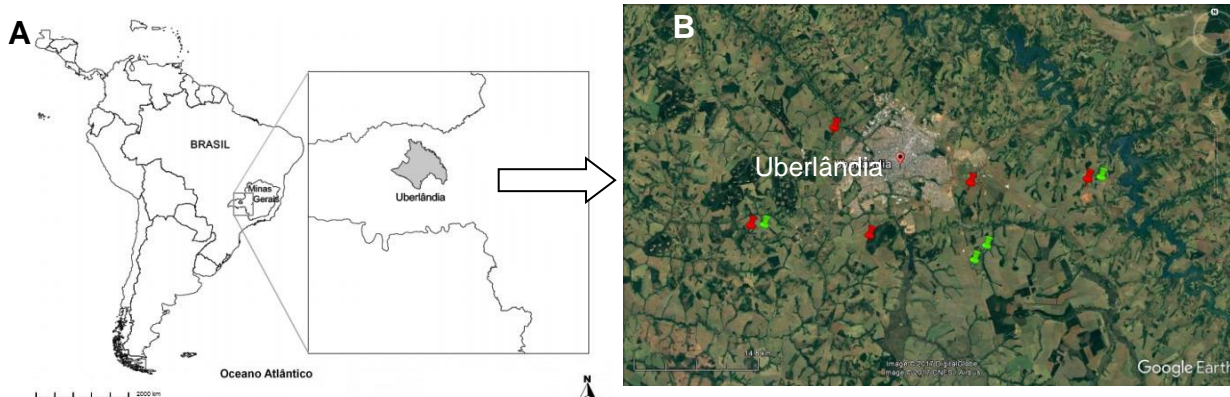


Figura 2: (A) Mapa da área de estudo com destaque para o Município de Uberlândia no Estado de Minas Gerais dentro do mapa da América do Sul- Fonte: Adaptado Limongi *et al*, 2013; (B) Pontos de coletas entorno da área urbana do Município de Uberlândia. Fonte: Google Earth

As áreas de borda de Cerrado incluem as formações florestais com ou sem cursos de água, caracterizadas por diversas espécies caducifólias, com perda de folhas durante a estação seca. Apresenta árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, e geralmente com evidências de queimadas. Os arbustos e subarbustos encontram-se espalhados, com algumas espécies apresentando órgãos subterrâneos perenes (xilopódios), que permitem a rebrota após queima ou corte. A área apresenta solo árido, contudo, a queda das folhas da composição florística contribui para o aumento da matéria orgânica no solo, formando pequenos bosques de mata sempre verde (Fig. 3A).

As áreas de borda de pastagem são cobertas por gramíneas do gênero *Brachiaria*, introduzida no Brasil para ser usada de alimento para gado, cavalo ou outros animais. Este ambiente apresenta o solo mais seco, trecho campestre com presença de arbustos isolados e ausência de afloramentos rochosos (Fig. 3B).

As áreas de borda de plantação apresentam culturas de soja ou milho em trechos longos com topografia bastante plana, sendo poucos os locais acidentados. Sem presença de água, estas áreas apresentam alguns afloramentos rochosos e habitações humanas. Este tipo de habitat se expande da estrada até as manchas de borda de borda de Cerrado (Fig. 3C).



Figura 3: Imagens dos locais de coleta. (A) Borda de Cerrado (B) Borda de pastagem (C) Borda de plantação.

3.2 Coleta dos hospedeiros

Para a coleta de pequenos mamíferos foram realizadas quatro expedições ao longo de um ano, sendo uma em cada estação do ano nos meses de dezembro de 2011 (verão), março de 2012 (outono), agosto de 2012 (inverno) e novembro de 2012 (primavera). Apenas a coleta de agosto foi considerada como estação seca, de acordo com os dados meteorológicos da região. As coletas dos animais foram realizadas durante cinco noites consecutivas e foram realizadas pela Prefeitura de Uberlândia em colaboração com o Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios do Instituto Oswaldo Cruz situado na Fundação Oswaldo Cruz-RJ (LABPMR), durante um surto de hantavirose na região. Foram utilizadas armadilhas “Sherman®” (7,62cm x 9,53cm x 30,48cm), e de arame do tipo “Tomahwak®” (40,64cm x 12,70cm x 12,70cm) usando como isca uma mistura de sardinha em lata, farinha, banana e amendoim, sendo os animais capturados vivos (Fig. 4).



Figura 4: Armadilhas utilizadas para captura dos roedores. (A) Tomahawk (B) Sherman.

As armadilhas foram verificadas todas as manhãs e os animais capturados foram transportados para a Base do Laboratório de Campo, onde foi realizada a eutanásia por exsanguinação com anestesia prévia (através de injeção intramuscular) ou inoculação intra-cardíaca de cloridrato de ketamina e em seguida realizada a necropsia.

Os dados do local de captura e dados bionômicos (massa corporal, medidas de corpo e cauda), sexo, atividade reprodutiva e presença de cicatrizes foram anotados na ficha de registro. Posteriormente, foram feitas coleta de sangue, punção medular para estudos citogenéticos e coleta de amostras do fígado em etanol

absoluto para identificação molecular da espécie hospedeira. O sistema digestório e o fígado de cada espécime foram também conservados em etanol 70% para posterior análise da presença de helmintos.

Todos os animais foram taxidermizados ou colocadas em meio líquido (formol 10%) para posterior depósito na coleção do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro. A identificação dos espécimes de roedores foi feita através de morfologia externa pela Dra. Cibele Rodrigues Bonvicino do Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios (IOC/ FIOCRUZ).

As coletas dos animais foram feitas com autorização do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio licença 13373-1). Todos os procedimentos de campo seguiram as normas de captura, manuseio e cuidados preconizados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da FIOCRUZ (estando de acordo com as licenças L-049/08 e 066/08), e seguindo as normas de Biossegurança da Fundação Oswaldo Cruz (Lemos & D'Andrea, 2014).

Foram analisados 102 hospedeiros da espécie *Necromys lasiurus* para presença de helmintos parasitos.

3.3 Métodos de coleta dos helmintos

A coleta dos helmintos foi realizada no LABPMR/IOC através de pesquisa nas vísceras e cavidades torácica e abdominal dos roedores. Depois da retirada dos órgãos separadamente, estes foram colocados em placas de Petri, utilizando-se material cirúrgico como, tesoura, pinças bico-de-pato e pinças dente-de-rato, e ainda estiletes e pipetas tipo "Pasteur". Uma vez que os órgãos se encontravam conservados em tubos com etanol 70%, foi necessário o uso constante deste, de forma a evitar o ressecamento dos tecidos e dos parasitos durante a sua manipulação. A dissecação dos órgãos foi realizada com auxílio de microscópio estereoscópico (ME) e os grupos de helmintos foram separados e acondicionados em frascos identificados de acordo com o número do hospedeiro e o órgão em que foram encontrados.

3.4 Métodos de identificação dos helmintos

Todos os helmintos foram quantificados no LABPMR/IOC. Os nematoides foram diafanizados com lactofenol entre lâmina e lamínula. Os cestoides e acantocéfalos foram corados pelo Carmim de Langeron, diferenciados pelo álcool clorídrico a 0,5%, desidratados em uma série alcoólica crescente, diafanizados em salicilato de metila e montados em lâmina e lamínula em Bálsamo do Canadá (Merck®), como preparação permanente (Amato *et al.*, 1991; Maldonado-Júnior *et al.*, 2006) (Fig. 5A).

Para algumas espécies foram efetuados cortes transversais com auxílio de um microscópio estereoscópico. Os cortes transversais foram montados entre lâmina e lamínula, ladeada por duas lamínulas, a fim de possibilitar uma visão transversal da secção. Os espécimes montados entre lâmina e lamínula foram analisados com auxílio de microscópio de luz (Nikon Eclipse E200 MVR). Os registros fotográficos e as medidas dos espécimes foram feitos com o auxílio microscópio óptico Zeiss Observer Z1 acoplado de uma câmara digital Zeiss Axio Cam HRC e processadas pelo Axio Vision Rel. 4,7 software (Fig. 5B).

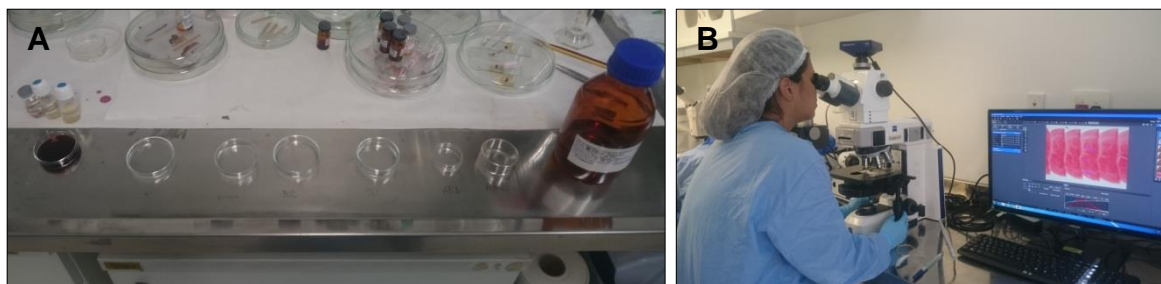


Figura 5: Laboratório de Microscopia (A) Procedimento de coloração dos cestoides e acantocéfalos; (B) Análise das amostras e obtenção de imagens.

3.5 Preparo do material para Microscopia Eletrônica de Varredura

Para realizar a análise por microscopia os espécimes foram colocados em AFA, separados em machos e fêmeas para cada espécie *Syphacia* (*Syphacia*) *alata*, *Pterygodermatites* (*Paucipectines*) *zygodontomis*, posteriormente pós-fixados por 24 horas a 4°C em 2,5% de glutaraldeído em tampão de cacodilato de sódio 0,1 M contendo 3,5% de sacarose e 2,5 mM de CaCl₂, em pH 7,2. Em seguida os helmintos foram pós-fixados por 30 minutos em temperatura ambiente, em solução

de 1% de tetróxido de ósmio em tampão de cacodilato de sódio 0,1 M (De Munro *et al.*, 2014).

Em seguida, os helmintos foram lavados em tampão de cacodilato de sódio 0,1 M por três vezes e desidratados em uma série crescente de etanol (30% - etanol absoluto) por 1 hora em cada etapa, sendo a passagem em etanol absoluto repetida três vezes (Ferraz *et al.*, 2012, Pamplona-Basilio *et al.*, 2011), e secos pelo método de ponto crítico com CO². As amostras foram então submetidas ao processo de metalização com ouro formando camadas de espessura aproximada de 20 nm. Finalmente, os espécimes foram montados em “stub” com fita adesiva e examinados usando o microscópio eletrônico de varredura Jeol JSM 6390LV na Plataforma de Microscopia Eletrônica Rudolf Barth – IOC/Fiocruz (De Munro *et al.*, 2014).

3.6 Análise dos dados parasitológicos e da estrutura da comunidade parasitária

Os dados obtidos foram organizados e processados em planilhas através do programa *Microsoft Office Excel 2003*. Os parâmetros parasitológicos foram calculados para cada espécie de helminto de acordo com Combes (2001) considerando as variáveis: sexo do hospedeiro, estação do ano (seca e chuvosa) e habitat (Borda de Cerrado, borda de plantação e borda de pastagem). A abundância média foi considerada como o número total de helmintos de uma espécie dividido pelo número de hospedeiros analisados. A intensidade média foi considerada como o número total de helmintos de uma espécie dividido pelo número de animais infectados por esta espécie. A prevalência (expressa em percentagem) foi a razão entre o número de animais infectados e o número total de animais analisados. Para a análise das prevalências foi calculado o Intervalo de Confiança para 95% (IC95%).

O padrão de distribuição ou índice de agregação de cada espécie de helminto foi determinado usando-se o índice de dispersão, calculado pela razão entre a variância da abundância de parasitos e a média da abundância de parasitos considerando-se os hospedeiros infectados de cada espécie (Ludwig & Reynolds, 1988). Neste método, quando a razão é próxima de um, a distribuição é considerada aleatória; quando é menor do que um, a distribuição é regular; e quando é maior do que um, a distribuição é agregada. Neste último caso, quanto maior a relação

variância / média, mais agregada é a distribuição. A riqueza total foi considerada como o número de espécies de helmintos encontrados. A riqueza média foi considerada como o somatório das riquezas de cada hospedeiro dividido pelo número de hospedeiros analisados. Este parâmetro também foi calculado para o total de hospedeiros examinados e considerando o sexo do hospedeiro, estação do ano e habitat. A riqueza de espécies observada foi comparada com a riqueza estimada usando o método Jackknife 1 (Palmer, 1990). Foram feitas curvas de rarefação de acúmulo de espécies em relação ao número de infracomunidades e de áreas amostradas (Fazendas), para se avaliar se o tamanho da amostra foi representativo da comunidade. A análise de rarefação e o cálculo dos estimadores de riqueza foram realizados usando-se o pacote “vegan” (Oksanen *et al.*, 2016) do software RStudio versão 0.99.902.

A diversidade foi analisada utilizando-se uma análise de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (nMDS). Foi utilizado o índice de similaridade de Gower, onde as Fazendas (localidades) foram comparadas em relação a sua composição e abundância de espécies. Localidades nas quais não foram registradas espécies de helmintos foram excluídas da matriz antes da ordenação.

As razões sexuais dos helmintos foram comparadas, quando pertinente, usando-se o teste do Qui-Quadrado (χ^2). As taxas de prevalência foram comparadas pelo teste de Qui-Quadrado de contingência. As abundâncias das espécies mais abundantes de helminto foram comparadas em relação ao sexo do hospedeiro, a estação do ano e tipo de habitat utilizando-se Modelos Lineares Generalizados (GLM). Os melhores modelos foram escolhidos utilizando-se o Critério de Informação Akaike Corrigido (AICc), sendo plausíveis os modelos com $\Delta AICc < 2$ e observando-se a significância do modelo. As abundâncias das outras espécies e as intensidades foram comparadas usando-se os testes de Mann-Whitney ou Kruskal Wallis, sempre que havia dados suficientes. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para se testar a normalidade dos dados.

Para se investigar a existência de sinergismo ou antagonismo entre as espécies de helmintos foram feitas correlações de Spearman entre as abundâncias para cada par de helmintos, somente para as espécies mais abundantes. Além disso, também foi calculado o índice de associação de espécies de Jaccard (Ludwig & Reynolds, 1988) para cada par de espécies, considerando-se as mais abundantes.

Na análise de comunidades, foram calculados os valores de importância de cada espécie de acordo com Thul e colaboradores (1985) como descrito: espécie dominante caracterizada por $I \geq 1.0$; espécies co-dominantes que contribuem significativamente para a comunidade, embora em menor grau do que as espécies dominantes ($0.01 \leq I \leq 1.0$); espécies subordinadas que 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 que obtêm acesso ao hospedeiro, mas não amadurecem ou se reproduzem e contribuem pouco para a comunidade ($I = 0$).

O valor de importância (I) foi calculado da seguinte forma (Thul *et al.*, 1985):

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

Onde, A = número de indivíduos de 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 parasita; 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).

A estrutura da metacomunidade de helmintos foi investigada em dois níveis: na escala de infracomunidade, considerando-se cada hospedeiro infectado como um sítio, e na escala de comunidade componente, considerando-se cada localidade (Fazenda) como um subconjunto de hospedeiros.

O padrão de estrutura da metacomunidade foi analisado em função dos valores de coerência, que testam se as espécies que compõem a metacomunidade respondem a um mesmo gradiente ambiental, e quantificam o número de ausências embutidas na matriz original de incidência de espécies que são comparadas com as matrizes do modelo nulo através da média recíproca. Deste modo, foi analisado se o gradiente ambiental influenciou na estruturação das espécies. A significância foi determinada pelo teste de Monte Carlo. Os demais elementos da estrutura foram analisados apenas para as metacomunidades coerentes.

A substituição de espécies (turnover), que determina se os processos que estruturam a diversidade levam à substituição ou a perda de espécies ao longo do gradiente, levou em conta o número de substituições ao longo da matriz de incidência de espécies para cada par de sítios e para cada par de espécies.

A coincidência de limites (boundary) quantifica a sobreposição dos limites de distribuição das espécies no gradiente ambiental e sua significância foi dada através do teste de Qui-Quadrado (χ^2). Os resultados estaticamente significativos foram analisados utilizando o índice de Morisita (IM), para determinar se representam limites de espécies agrupados (>1) ou hiperdispersos (<1) (Presley *et al.*, 2010).

A análise de elementos da estrutura da metacomunidade foi realizada através do pacote *metacom* no software RStudio versão 1.0.136. Todas as outras análises foram realizadas usando-se o Software Past versão 3:09 (Hammer *et al.*, 2001), exceto as análises de GLM, que foram feitas com o Software PASW Statistics versão 18 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, EUA). Utilizou-se o nível de significância de 5% em todas as análises.

4 RESULTADOS

4.1 Composição e descrição taxonômica da helmintofauna de *Necromys lasiurus* no Município de Uberlândia, Minas Gerais

No decorrer do estudo foram analisados 102 exemplares de *N. lasiurus* coletados em Uberlândia/MG, sendo 36 roedores coletados na estação chuvosa e 66 na estação seca, dentre estes, 92% (N=94) dos hospedeiros estavam infectados com uma ou mais espécies de helmintos. Considerando-se os hospedeiros machos, 88,37% estavam infectados com alguma espécie de helminto (N=38), e considerando-se as fêmeas, 94,91% estavam infectadas (N=56).

No total foram recuperados 7.896 helmintos parasitos adultos. Foram identificadas nove espécies de helmintos. Do filo Nematoda foram identificadas seis espécies pertencentes à classe Secernentea e Adenophorea: *Protospirura numidica* e *Physaloptera* sp., no estômago; *Pterygodermatites (Paucipectines) zygodontomis*; *Stilestrongylus freitasi* e *Trichuris* sp. no intestino delgado; e *Syphacia (Syphacia) alata* no ceco. Dentre os parasitos do filo Platyhelminthes, foram identificadas duas espécies da classe Cestoda: *Rodentolepis akodontis* Rêgo, 1967 no intestino delgado e *Cysticercus fasciolaris*, no fígado, a forma larvar de *Taenia taeniaeformis* (Batsch, 1786) Wolffügel, 1911. Foi identificada uma espécie do Filo Acanthocephala, sendo ela *Moniliformis moniliformis* Bremser, 1811.

Filo Nematelminthes Schneider, 1873
Classe Secernentea (Dougherty, 1958)
Ordem Oxyurida Railliet, 1916
Família Oxyuridae Cobbold, 1864
Subfamília Syphaciinae Railliet, 1916
Tribo Syphaciini Railliet, 1916
Syphacia (Syphacia) alata Quentin, 1968 (Figuras 6 - 9; Tabela 2)

Descrição geral: nematoides pequenos com dimorfismo sexual. Apresentam o esôfago característico dos oxiurídeos com bulbo na região posterior (Fig. 6B) e a presença de estrias transversais na cutícula ao longo do corpo. Possuem placa cefálica com abertura bucal trilobada, presença de quatro papilas cefálicas e dois anfídeos dispostos lateralmente da placa cefálica (Fig. 9B), não tendo sido observados os derídeos. Verificou-se a ausência da asa lateral.

Descrição dos machos: apresentam três mamelões ventrais (Figs. 6A, 7A) placa cefálica arredondada (Fig. 7B) e ausência das asas cervicais (Fig. 6B). Observou-se que as estriações dos mamelões apresentam uma disposição de 12 – 13 pares (Fig. 6C). A abertura do poro excretor é posterior à junção do esôfago-intestino (Fig. 6D). Na região cloacal foi possível observar o gancho acessório com ornamentações em toda superfície (Figs. 6E, 7E-G), o espículo, o gubernáculo e a cauda afilada (Figs. 6F, 7E). Três pares de papilas cloacais foram observados um par pré-cloacal, o segundo par ad-cloacal e um terceiro par pós-cloacal pedunculado (Figs. 7D, 7F).

Descrição das fêmeas: apresentam um bulbo esofágico e a placa cefálica lateralmente alongada (Figs. 8A, 9A), a presença das asas cervicais e ausência de asas laterais (Figs. 8A, B). Placa cefálica com abertura bucal trilobada, presença de quatro papilas cefálicas e dois anfídeos dispostos lateralmente da placa cefálica (Figs. 9B, 9D). A abertura da vulva na região anterior do corpo com lábios vulvares levemente elevados e útero repleto de ovos (Fig. 8C). Observou-se a presença de estrias transversais na cutícula ao longo do corpo com poro excretor localizado anterior à vulva (Fig. 9C) e terminando em uma cauda afilada (Fig. 9E) com a abertura anal transversal (Fig. 9F). Os ovos apresentam forma alongada com um

dos lados plano com opérculo próximo a um dos pólos (Fig. 8D). Os dados morfométricos obtidos (Tabela 2) revela que os valores morfométricos obtidos no presente estudo são semelhantes aos encontrados por Quentin (1968), assim como, por Robles & Navone (2008).

Sítio de infecção: Ceco.

Abundância total: 1360 nematoides (271 machos; 1089 fêmeas).

Prevalência: 28,43% (29 roedores infectados / 102 analisados).

Intensidade de infecção: 46,90 ± 84,71 (1-387) nematoides por roedor.

Comentários

O gênero *Syphacia* tem como espécie tipo *Syphacia* (*Syphacia*) *obvelata* (Rudolph, 1802), sendo um gênero que já sofreu variações significativas, existindo um grande número de espécies morfologicamente semelhantes (Seurat, 1916; Tiner, 1948; Quentin, 1971b; Hugot, 1988; Vicente *et al.*, 1997; Anderson *et al.*, 2009).

Este gênero foi dividido em três subgêneros por Hugot (1988) de acordo com suas características morfológicas: *Syphacia* Seurat, 1916, *Seuratoxyuris* Hugot, 1988 e *Cricetoxuris* Hugot, 1988. Recentemente, Dewi e colaboradores (2014) propuseram mais dois subgêneros que foram descritos como: *Rumbaisyphacia* Dewi, Hasegawa & Asakawa, 2014 e *Segienamsyphacia* Dewi, Hasegawa & Asakawa, 2014. No subgênero *Syphacia*, o macho possui três projeções cuticulares ventrais (mamelões) e são parasitos de roedores das famílias Cricetidae e Muridae (Anderson *et al.*, 2009).

Atualmente, o gênero *Syphacia* inclui aproximadamente 61 espécies parasitas de roedores (Hugot, 1988; Robles, 2010; Robles, *et al.*, 2014). Destas, 26 espécies ocorrem nas Américas frequentemente infectando roedores. A diferenciação gradativa de caracteres como o tamanho e a forma das estruturas cefálicas, das estruturas reprodutivas nos espécimes machos e a especificidade e distribuição geográfica de seus hospedeiros são essenciais para a diferenciação das espécies (Tiner, 1948; Chabaud & Biocca, 1955; Quentin, 1971b; Hugot, 1988; Anderson *et al.*, 2009; Robles *et al.*, 2010; Robles *et al.*, 2014).

A espécie *S. (Sy.) alata* foi descrita a partir de espécimes coletados do ceco dos roedores *N. lasiurus* (= *Zygodontomys lasiurus*) e *Oligoryzomys nigripes*

oriundos no Município de Exú, no estado de Pernambuco (Quentin, 1968). Esta espécie foi também registrada parasitando *Sigmodontomys alfari* coletada na Colômbia, onde Quentin (1971b) também observou o gancho terminal do gubernáculo (gancho acessório), com a presença de pequenas rugosidades.

Robles (2008) relatou a ocorrência de *S. (Sy.) alata* na Cuenca del Plata, Argentina a partir dos hospedeiros *Necromys temchuki* (Massoia, 1982), *N. benefactus* (Thomas, 1919) e *Thaptomys nigrita* Lichtenstein, 1829 em cinco localidades nas províncias de Formosa, Misiones, Corrientes, Santa Fé e Buenos Aires, ampliando o número de hospedeiros e a distribuição geográfica de *S. (Sy.) alata*. Os espécimes coletados nos hospedeiros dos gêneros *Necromys* e *Thaptomys* mostraram diferenças morfométricas mínimas, além da forma do gancho acessório do gubernáculo. Esta variação tem sido considerada intraespecífica (Robles, 2008). Nas coletas de pequenos mamíferos em uma região de Cerrado do Brasil Central, na localidade das Estações Ecológicas do Distrito Federal, foi encontrada *Syphacia alata* no roedor *N. lasiurus* (Grossmann, 2015).

Entre as espécies do gênero *Syphacia* que parasitam os roedores sigmodontíneos *S. (Sy.) alata* pode ser diferenciada de *S. (Se) criceti* Quentin, 1969, *S. (Se) megadeiros* Quentin, 1969, *S. (Se) sigmodoni* Quentin & Kinsella, 1972, *S. (Sy.) oryzomyos* Quentin & Kinsella, 1972, *S. (Se) phyllotios* Quentin, Babero & Cattán, 1979, *S. (Se) evaginata* Hugot & Quentin, 1985 e *S. (Sy.) odilbainae* Hugot & Quentin, 1985 pela ausência de derídios (Kinsella 1972; Hugot & Quentin 1985). *Syphacia (Sy.) alata* se assemelha com *S. (Sy.) carlitosi* Robles & Navone, 2007, *S. (Se) sigmodoni* Quentin & Kinsella, 1972 e *S. (Sy.) hodarae* Herrera, Miño, Notarnicola, Robles, 2011 por apresentar asas cervicais bem desenvolvidas nas fêmeas, caráter que a distingue das outras espécies (Robles & Navone, 2007; Herrera *et al.*, 2011). A presença da ornamentação do gancho acessório do gubernáculo onde *S. (Sy.) alata* apresenta o gancho totalmente ornamentado se distingue de *S. (Sy.) hodarae*, que carece de ornamentação no gancho, e de *S. (Sy.) carlitosi*, que apresenta ornamentação somente na borda do gancho e ausência desta no meio da estrutura do gancho acessório (Robles & Navone, 2007; Herrera *et al.*, 2011).

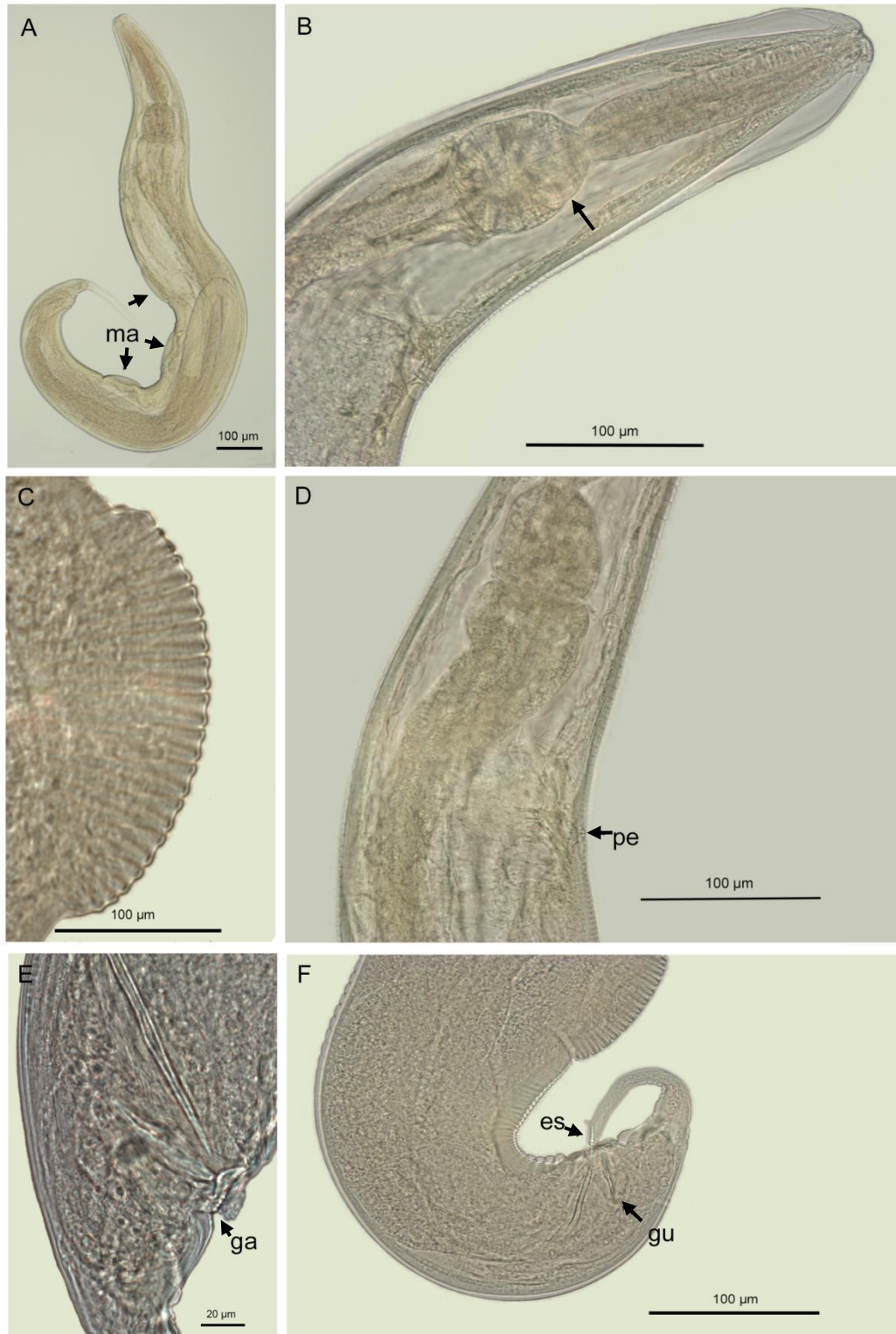


Figura 6: Fotomicrografia por microscopia de luz do espécime macho de *Syphacia* (*Syphacia*) *alata*: (A) Visão total do corpo mostrando as estruturas dos mamelões (ma); (B) Extremidade anterior, mostrando esôfago, o bulbo esofágico (seta) e o início do intestino; (C) Visão lateral do mamelão médio presente no macho; (D) Visão lateral com detalhe do poro excretor (pe); (E) Visão lateral da região posterior com detalhe do gancho acessório ornamentado(ga); (F) Extremidade posterior mostrando o espículo (es) e o gubernáculo (gu).

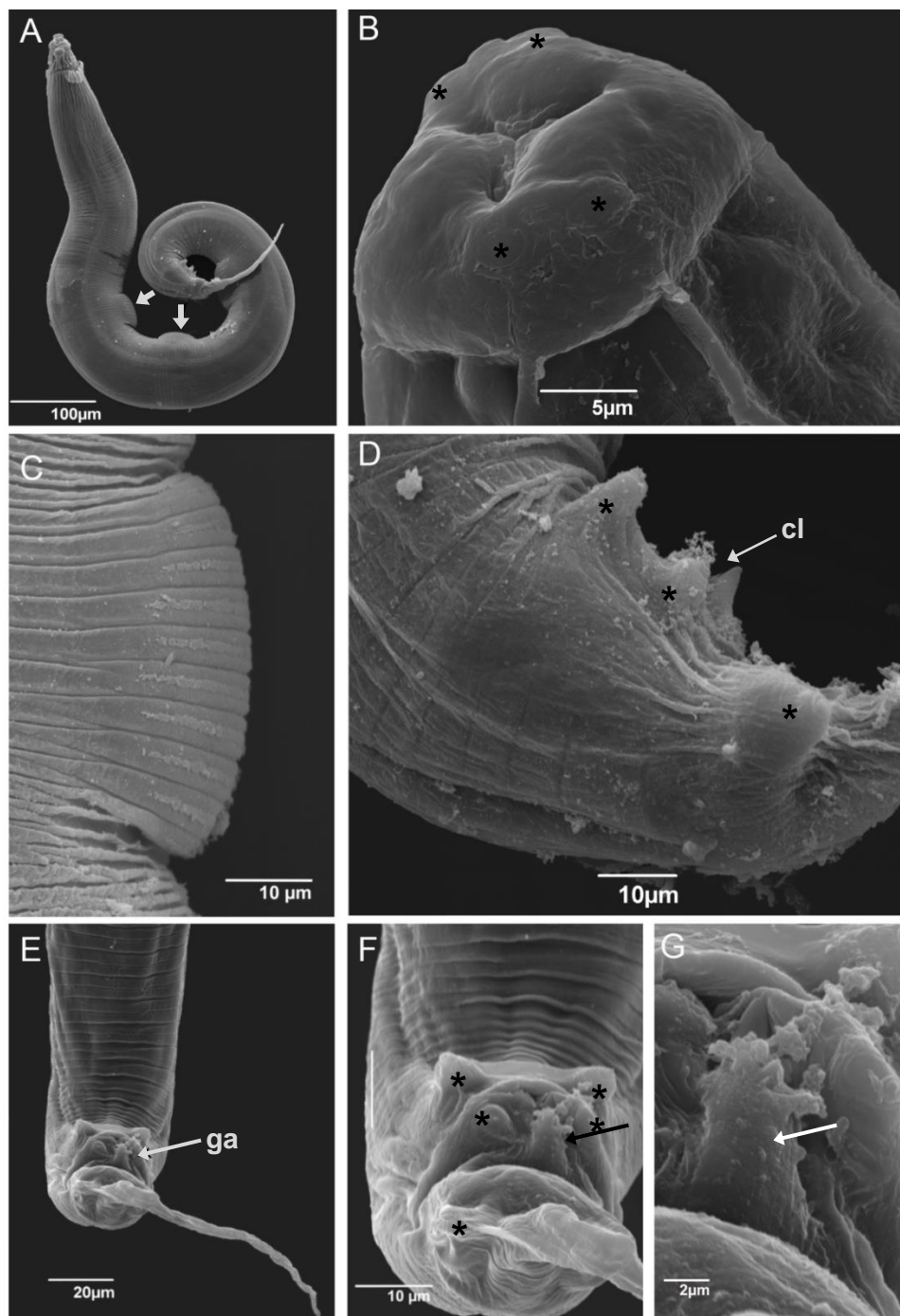


Figura 7: Morfologia externa de *Syphacia (Syphacia) alata* por microscopia eletrônica de varredura do espécime macho: (A) Visão total do corpo mostrando os mamelões (setas); (B) Extremidade anterior evidenciando a placa cefálica com quatro papilas (asteriscos); (C) Visão lateral do mamelão médio; (D) Visão lateral mostrando a abertura da cloaca (cl) e papilas (asteriscos); (E) Extremidade posterior mostrando o gancho acessório (ga) e cauda; (F) Visão ventral mostrando o gancho acessório (seta) e três pares de papilas (asteriscos); (G) Gancho acessório (seta) com ornamentações em toda superfície.

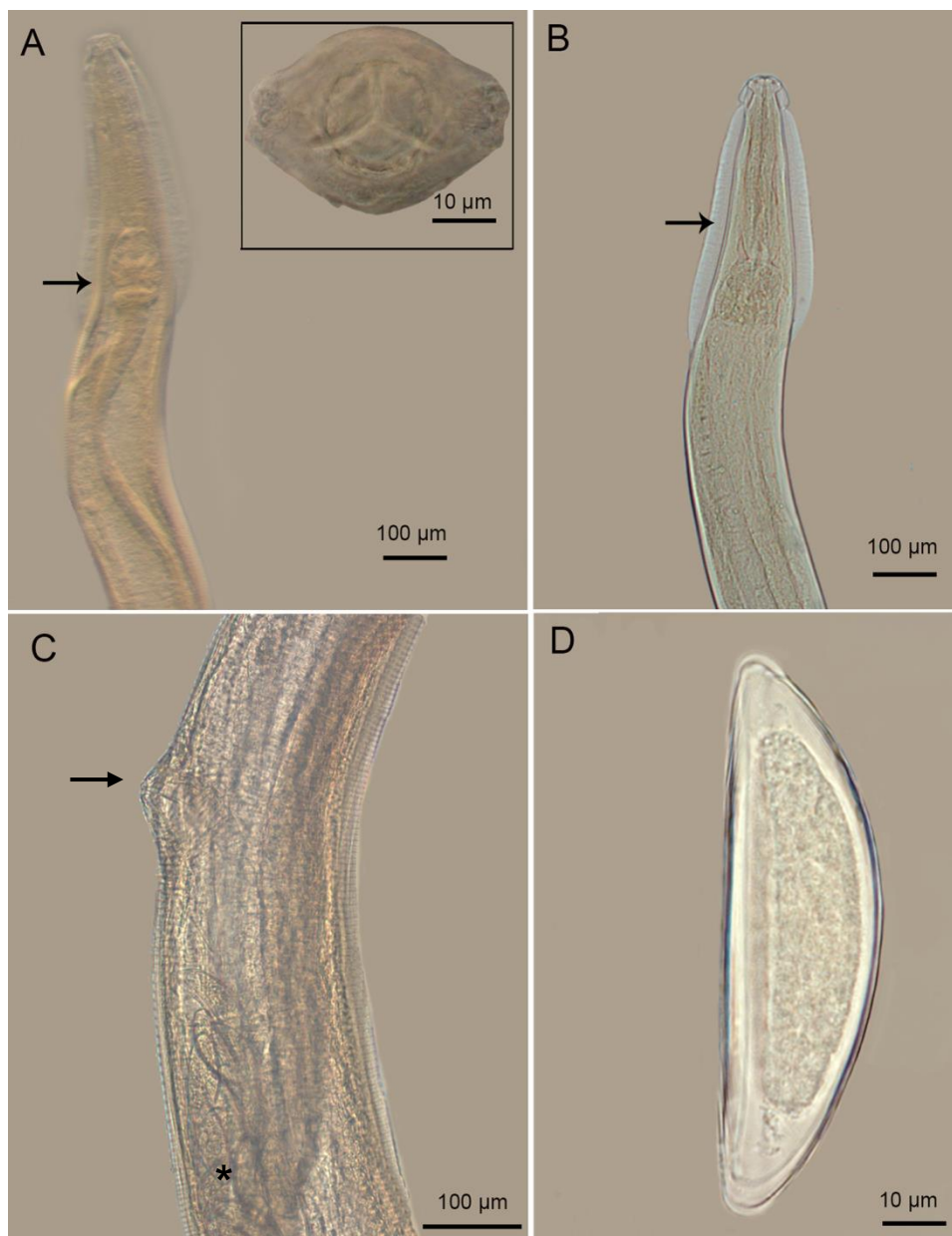


Figura 8: Fotomicrografia por microscopia de luz do espécime fêmea de *Syphacia* (*Syphacia*) *alata*: (A) Extremidade anterior mostrando bulbo esofágico (seta) e detalhe da forma da placa cefálica por contraste de fase; (B) Visão ventral da região anterior mostrando as asas cervicais (seta); (C) Abertura da vulva (seta) mostrando lábios vulvares levemente elevados e o útero repleto de ovos; (D) Ovo embrionado.

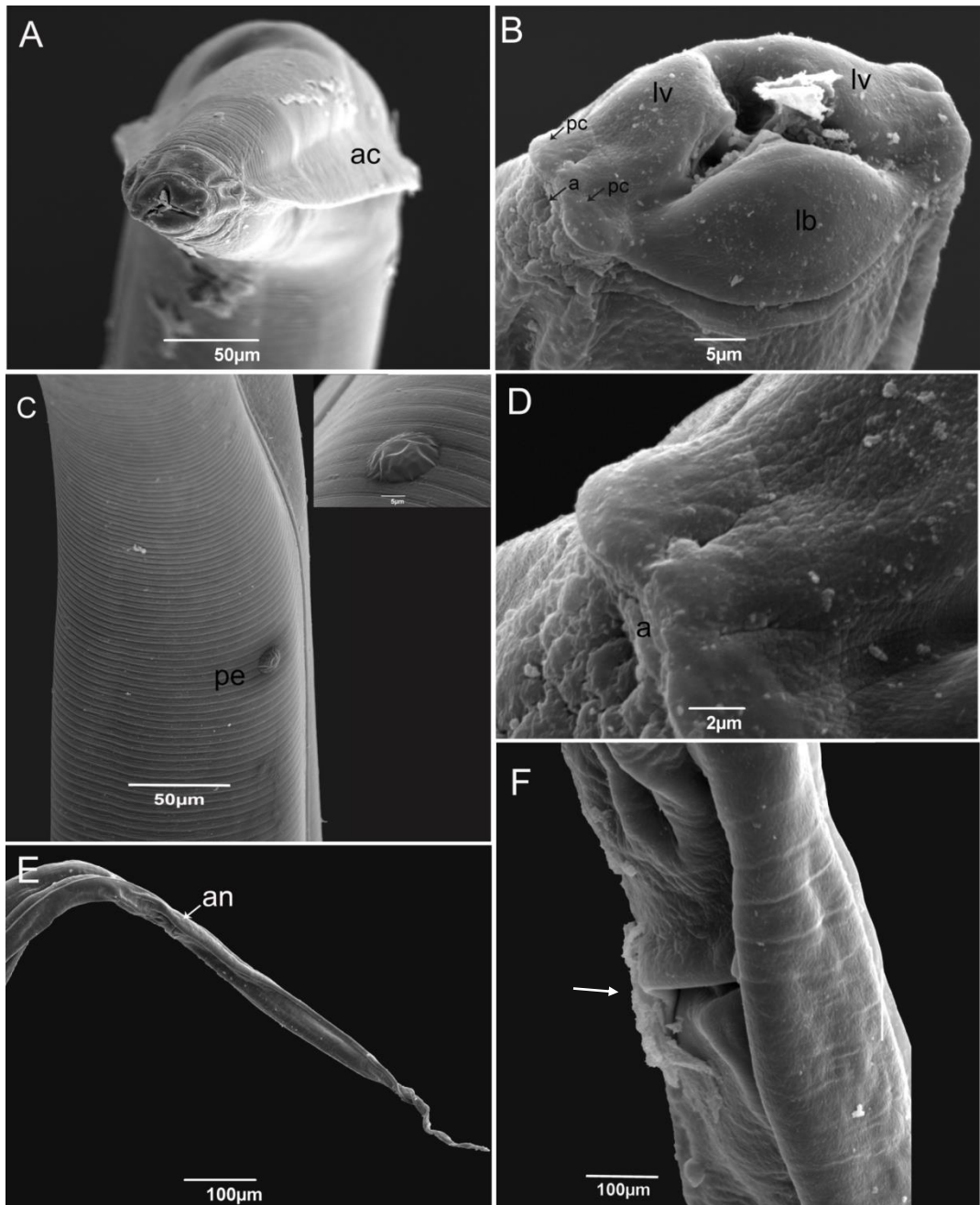


Figura 9: Morfologia externa de *Syphacia (Syphacia) alata* por microscopia eletrônica de varredura do espécime fêmea: (A) Extremidade anterior e asa cervical (ac); (B) Placa cefálica mostrando abertura oral os lábios dorsais (ld) e latero-ventrais (lv); papilas submedianas (pc) e anídeo (a); (C) Visão ventral com detalhe do poro excretor (pe); (D) Visão lateral da placa cefálica mostrando o anídeo (a); (E) Extremidade posterior mostrando ânus (an) e cauda; (F) Detalhe da abertura anal transversal ao corpo.

Tabela 2: Morfometria de *Syphacia (Syphacia) alata* de acordo com diferentes autores. CT: Comprimento total (mm); Bulbo: Comprimento e largura do bulbo; Esôfago total: Comprimento do esôfago e do bulbo esofagiano; Anel nervoso (dfae): Distância do anel nervoso até a extremidade anterior; Poro excretor (dfae): Distância do poro excretor até a extremidade anterior; Vulva (dfae): Distância da vulva até a extremidade anterior; Espículo: Comprimento do espículo, Gubernáculo (comp.): Comprimento do gubernáculo; Mam (dfae): Distância do mamelão até a extremidade anterior; Mamelão inicial: Comprimento do mamelão inicial; Mamelão médio: Comprimento do mamelão médio; Mamelão posterior: Comprimento do mamelão posterior; Asa cervical (dfae): Distância do início da asa até a extremidade anterior; Asa cervical (larg.): largura no meio da asa; Cauda: Comprimento da cauda a partir da cloaca/vulva. Medidas em µm.

Espécie Referência	S. (Sy.) <i>alata</i> Quentin (1968a)	S. (Sy.) <i>alata</i> Robles (2008)	S. (Sy.) <i>alata</i> Estudo atual
Tipo de hospedeiro	<i>Necromys lasiurus</i> (Lund, 1840)	<i>Necromys temchuki</i> (Massoia, 1982), <i>N. benefactus</i> (Thomas, 1919)	<i>Necromys lasiurus</i> (Lund, 1840)
Origem	Exú, Pernambuco (Brasil)	Formosa, Misiones, Corrientes, Santa Fe, Buenos Aires (Argentina)	Uberlândia, Minas Gerais (Brasil)
Machos (n)	36	40	10
C. T. (mm)	(1,78) 1,5 -1,86	0,85 -1,57	(1,50) 1,21 - 1,7
Largura	120	87 - 210	125,18 - 175,71
Anel nervoso (dfae)	110	37 - 125	94,2 - 130,54
Poro excretor (dfae)	400	270 - 470	308,74 - 435,1
Asa lateral	-	Ausente	Ausente
Asa cervical	-	Ausente	Ausente
Esôfago total	-	133 - 327	211 - 286
Bulbo	82 X 70	27 - 100	68,84 X 88,84
Mamelão anterior	80	31 - 87	71,28 - 93,43
Mamelão médio	80	31 - 87	60,5 - 81,8
Mamelão posterior	80	31 - 93	71,81 - 99,08
Mam. anterior (dfae)	580	300 - 630	394,85 - 580,26
Mam. médio (dfae)	750	360 - 760	527,55 - 757,15
Mam. posterior (dfae)	920	500 - 1000	733,88 - 943,46
Espículo	76	70 - 95	79,82 - 94,08
Gubernáculo (comp.)	28	30 - 45	30,87 - 34,9
Gubernáculo (largura)	6	7,6 - 10,4	4,6 - 6,44
Gancho	-	10-13 x 6-10	12,19 - 17,56*
Cauda	210	130 - 250	157,87 - 233,95
Ponta da cauda	180	120 - 240	120,96 - 190,4
Fêmeas (n)	32	40	10
C. T. (mm)	6	4,5 - 7,7	(5,4) 4,66 - 5,87
Largura	240	125 - 370	165,63 - 227,57
Anel nervoso (dfae)	166	93 - 187	105,72 - 129,94
Poro excretor (dfae)	580	500 - 900	553,43 - 664,35
Esôfago total	320	416 - 595	362,22 - 443,71
Bulbo	135 x 110	90 X 190	98 X 129
Asa cervical (dfae)	-	50 - 66	53-56
Asas cervical (larg.)	45	40 - 45	21,99 - 52,65
Asas (comprimento)	300 - 480	400 - 625	440,02 - 487,95
Vulva (dfae)	880	630 - 1180	823,39 - 966,51
Cauda	790	680 - 1300	691,52 - 884,38
Ovos (comprimento)	95 - 97	75 - 106	89,98 - 95,24
Ovos (largura)	34 - 40	20 - 31	30,53 - 34,95

Ordem Spirurida Chitwood, 1933

Família Physalopteridae (Railliet, 1893)

Subfamília Physalopterinae Railliet, 1893

Physaloptera Rudolphi, 1819

Physaloptera sp. (Figura 10)

Descrição geral: os nematoides apresentam uma coloração esbranquiçada, corpo robusto, alongado, cutícula espessa com estrias transversais finas, menos evidentes em ambas as extremidades do corpo. Na extremidade anterior, este helminto possui dilatação da cutícula sobre a base dos pseudolábios, formando um colar cefálico (Fig. 10A). Abertura oral com dois pseudolábios semicirculares laterais (Fig. 10B), três dentes laterais internos, formando uma estrutura tripartite de formas e tamanhos desiguais com um poro na base interna, e outro de formato triangular pontiagudo e externo (Fig. 10C).

Cada pseudolábio apresenta um par de papilas cefálicas, localizada perto da borda (Fig. 10C), com um anfídeo entre eles. A cápsula bucal ausente, esôfago longo dividido nas seguintes partes: anterior glandular e posterior muscular com anel nervoso circundando a porção final. Nos machos, a extremidade posterior com projeções laterais cuticulares (asa caudal) fundidas ventralmente forma uma bolsa caudal bem desenvolvida.

Sítio de infecção: Estômago

Abundância total: 5 nematoides (1 macho; 4 fêmeas)

Prevalência: 1,96% (2 roedores infectados / 102 analisados)

Intensidade de infecção: $2,50 \pm 2,12$ (1-4) nematoides por roedor.

Comentários

As características presentes na extremidade anterior tanto nos machos quanto nas fêmeas são semelhantes, portanto foram suficientes para classificarmos os espécimes estudados no gênero *Physaloptera*. Não foi possível a identificação a nível específico desses espécimes, pois as características como tamanho, formato e proporção do comprimento do espículo para o comprimento total do corpo, pares de

papilas pós-cloacais, nos machos, não foram visíveis, assim como, as características do útero das fêmeas.

Physaloptera spp. têm sido amplamente relatada parasitando espécies de gatos, cães ou roedores (Sutton, 1989; Humberg *et al.*, 2011) e encontrada também no intestino delgado de anfíbios (como paratênico), répteis e aves (Mafra & Lanfredi, 1998; Pereira *et al.*, 2012).

Alguns estudos demonstram semelhanças nos caracteres taxonômicos entre outras espécies da família Physalopteridae, por exemplo, para identificação de *Turgida turgida* Rudolphi, 1819, um nematoide comumente encontrado parasitando *Didelphis* spp. (gambá) (Matey *et al.*, 2001; Torres *et al.*, 2009) na América do Norte e América do Sul.

Na chave de identificação proposta por Morgan (1943) para as espécies do gênero recuperadas de roedores, as papilas pedunculadas não foram consideradas de importância taxonômica. No entanto, Morgan (1947) incluiu o número e a distribuição das papilas caudais ventrais, bem como o tamanho dos espículos entre os caracteres distintivos, rejeitando outros, considerados como variações intraespecíficas. Verificou-se que a presença de um dente lateral externo e de um grupo interno de três dentes na boca era comum às espécies do gênero *Physaloptera*.

Recentemente, Anderson *et al.* (2009) aceitaram a presença de dois a quatro úteros como característica genérica para *Physaloptera* spp, enquanto *Turgida* spp se caracteriza por ter mais de quatro úteros. *T. turgida* apresenta características na extremidade cefálica e a presença de numerosos dentículos, estruturas associadas com o dente interno, e duas áreas esponjosas no lado interno de cada pseudolábio. Tem sido postulado que a extremidade posterior nos machos de *T. turgida* difere de outras espécies da família Physalopteridae pelo número de papilas caudais (22), uma papila pós-cloacal e padrões de ornamentação ventrocaudal (Matey *et al.*, 2001), entretanto esse caráter tem sido observado em *Physaloptera galvaoi* (São Luiz *et al.*, 2015)

Portando, há uma escassez de informações sobre a morfologia de algumas espécies dentro da família Physalopteridae. A utilização de técnicas moleculares e de microscopia eletrônica de varredura poderá auxiliar na diferenciação das espécies.

Na região neotropical, o gênero *Physaloptera* inclui mais de 22 espécies que parasitam todos os grandes grupos de vertebrados terrestres, das quais quatro já foram relatadas em roedores brasileiros:

- *P. muris brasiliensis* Diesing, 1861, em *Mus (Holochilus) leucogaster* Brandt, 1835 (= *Mus brasiliensis* Desmarest, 1819)

- *P. bispiculata* Vaz & Pereira, 1935, em *Nectomys squamipes* (Brants, 1827); sinonímia de *P. getula* parasitando *N. squamipes* no Município de Sumidouro, RJ (Mafrá & Lanfredi, 1998; Maldonado-Júnior *et al.*, 2006)

- *P. longispicula* Quentin, 1968, de *Thrichomys apereoides* (= *Cercomys cunicularius* Cuvier, 1829) (Vicente *et al.*, 1997).

- *P. galvai* parasitando *Cerradoymys subflavus* no Parque Nacional Serra da Canastra (São Roque de Minas, Minas Gerais, Brasil) (São Luiz *et al.*, 2015).

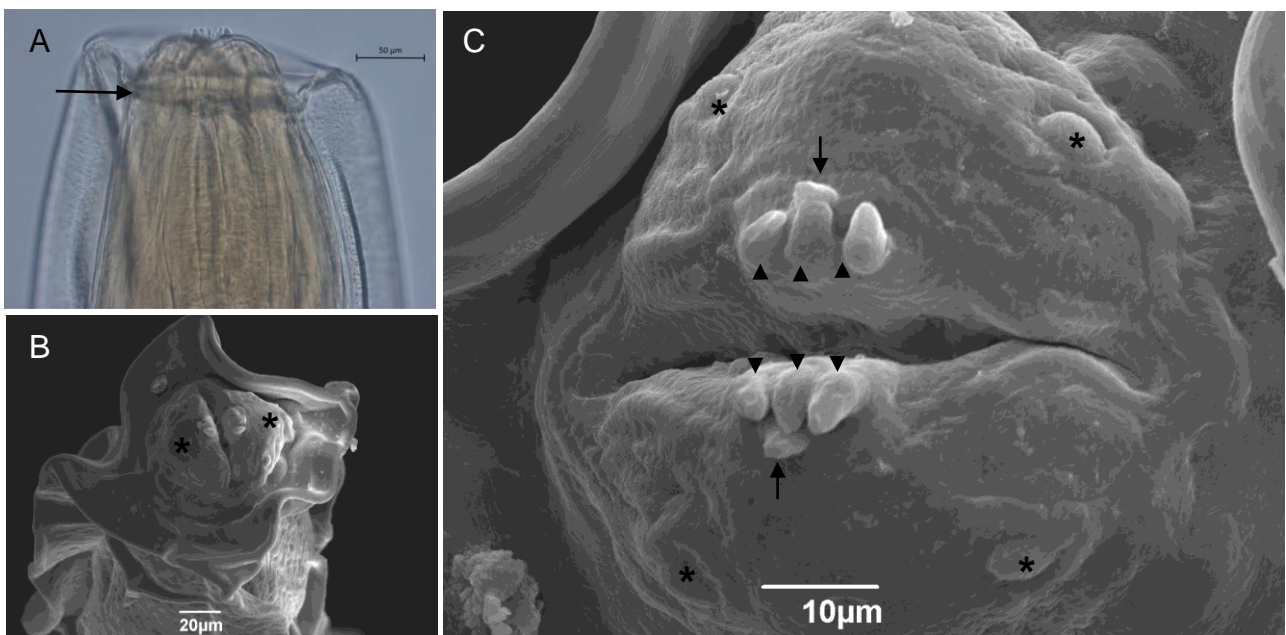


Figura 10: Microscopia de luz (ML) e eletrônica de varredura (MEV) de *Physaloptera* sp.: (A) Fotomicrografia por ML mostrando o colar cefálico (seta); (B) Morfologia externa de *Physaloptera* sp. por MEV da extremidade anterior mostrando dois pseudolábios (asteriscos); (C) Morfologia externa de *Physaloptera* sp por MEV mostrando os dentes tripartite (cabeça de seta), dente externo (seta), papilas cefálicas (asteriscos).

Família Spiruridae Oerley, 1885

Subfamília Spirurinae Railliet, 1915

Protospirura Seurat, 1914

Protospirura numidica criceticola Quentin, Karimi & Rodriguez de Almeida, 1968
(Figura 11)

Descrição geral: nematoides relativamente grandes, com cutícula fortemente estriada. A abertura oral é orientada dorso-ventralmente com dois pseudolábios trilobados (Fig. 11A) desenvolvidos e divididos em: dois lobos laterais menores com um dente em cada (Fig. 11B) e um lóbulo central, que possui três dentículos voltados para a cavidade bucal. Os espécimes machos possuem dois espículos arqueados e de tamanho desigual, com o espículo direito maior e mais delgado quando comparado ao espículo esquerdo (Fig. 11C). Pode-se observar quatro pares de papilas pré-cloacais e uma papila não pareada na borda anterior da abertura cloacal (Fig. 11D). Posterior à cloaca, verificaram-se dois pares grandes de papilas sesseis e quatro pares de papilas pequenas pareadas localizadas na ponta da cauda (Fig. 11F). A superfície ventral da cloaca é ornamentada com numerosas cristas cuticulares longitudinais que se estendem até a abertura da cloaca (Fig. 11D). Apresenta cauda curta e cônica (Fig. 11F). Os ovos apresentam formato elíptico embrionado com casca espessa (Fig. 11E).

Sítio de infecção: Estômago.

Abundância total: 19 nematoides (5 machos; 14 fêmeas).

Prevalência: 8,82% (2 roedores infectados / 102 analisados).

Intensidade de infecção: $2,11 \pm 2,62$ (1-9) nematoides por roedor.

Comentários

Na família Spiruridae, o gênero *Protospirura* Seurat, 1914 (=Thaprospirura Sood & Parshad, 1974) caracteriza-se por possuir pseudolábios ornamentados com pequenos dentes e um lobo central desenvolvido (Anderson *et al.*, 2009).

A espécie *P. numidica* foi descrita a partir de helmintos recuperados do estômago de *Felis ocreata* (Crook & Grundmann 1964).

A subespécie *P. numidica criceticola* foi proposta por Quentin (1968) a partir de espécimes coletados do estômago dos roedores Cricetideos *Necromys lasiurus* e *Calomys callosus* oriundos de Exú Pernambuco (Quentin *et al.*, 1968). Quentin e colaboradores (1968) ao comparar seus espécimes com outros descritos por Seurat notou discrepância no tamanho e formato dos espículos devido às variações geográficas e ecológicas, o que levou o autor a classificar os espécimes desta região como *P. numidica criceticola* (Sutton, 1989).

Os espécimes analisados mostram todas as características relativas à *P. numidica criceticola* como: a morfologia dos pseudolábios, a disposição das papilas cloacais e a diferença entre o tamanho dos espículos que são arqueados e de tamanho desigual.

As espécies do gênero que também possuem espículos desiguais são *P. okinavensis*, *P. kaindiensis*, *P. siamensis*, porém diferem de *P. numidica criceticola* por possuírem menos que cinco pares de papilas pós-cloacais, ao contrário dos seis pares observados nessa espécie, *P. armeniana* pode ser diferenciada da espécie encontrada no presente estudo já que apresenta 3 pares de grandes papilas pós-cloacais, e de *P. anopla* por não possuir papila não pareada na borda cloacal (Hasegawa, 1990). *P. numidica criceticola* difere de *P. muricola* no tamanho entre os espículos direito e esquerdo, uma vez que *P. muricola* possui espículos quase do mesmo comprimento (Smales *et al.*, 2009; Ribas *et al.*, 2012).

Os parasitos do gênero *Protospirura* apresentam uma ampla distribuição geográfica (Seurat, 1914) sendo representado por 11 espécies de parasitos de roedores.

A espécie *P. numidica criceticola* foi descrita em Cricetideos *Necromys lasiurus* e *Calomys callosus* oriundos de Exú Pernambuco, Brasil (Quentin *et al.*, 1968) e relatada parasitando: *Akodon azarae azarae* e *Scapteromys aquaticus*, na Argentina (Sutton 1989; Sutton, 1994); *A. boliviensis* no Peru (Sutton, 1989); *A. jelskii* no Peru (Sutton, 1989); *A. montensis* no Rio de Janeiro (Simões *et al.*, 2011). Recentemente, *P. numidica criceticola* foi relatada parasitando *Oxymycterus dasytrichus* e *O. delator* do Rio de Janeiro e Minas Gerais, respectivamente (São Luiz, 2015).

Outros hospedeiros identificados para esta espécie incluem: *Peromyscus maniculatus sonoriensis*, *P. m. rufinus*, *P. crinitu*, *P. truei*, *Onychomys leucogaster*, e

Dipodomys ordii, *Reithrodontomys megalotis*, coletados nos Estados Unidos das Américas (Crook & Grundmann, 1964; Healey & Grundmann, 1974; Sutton, 1994).

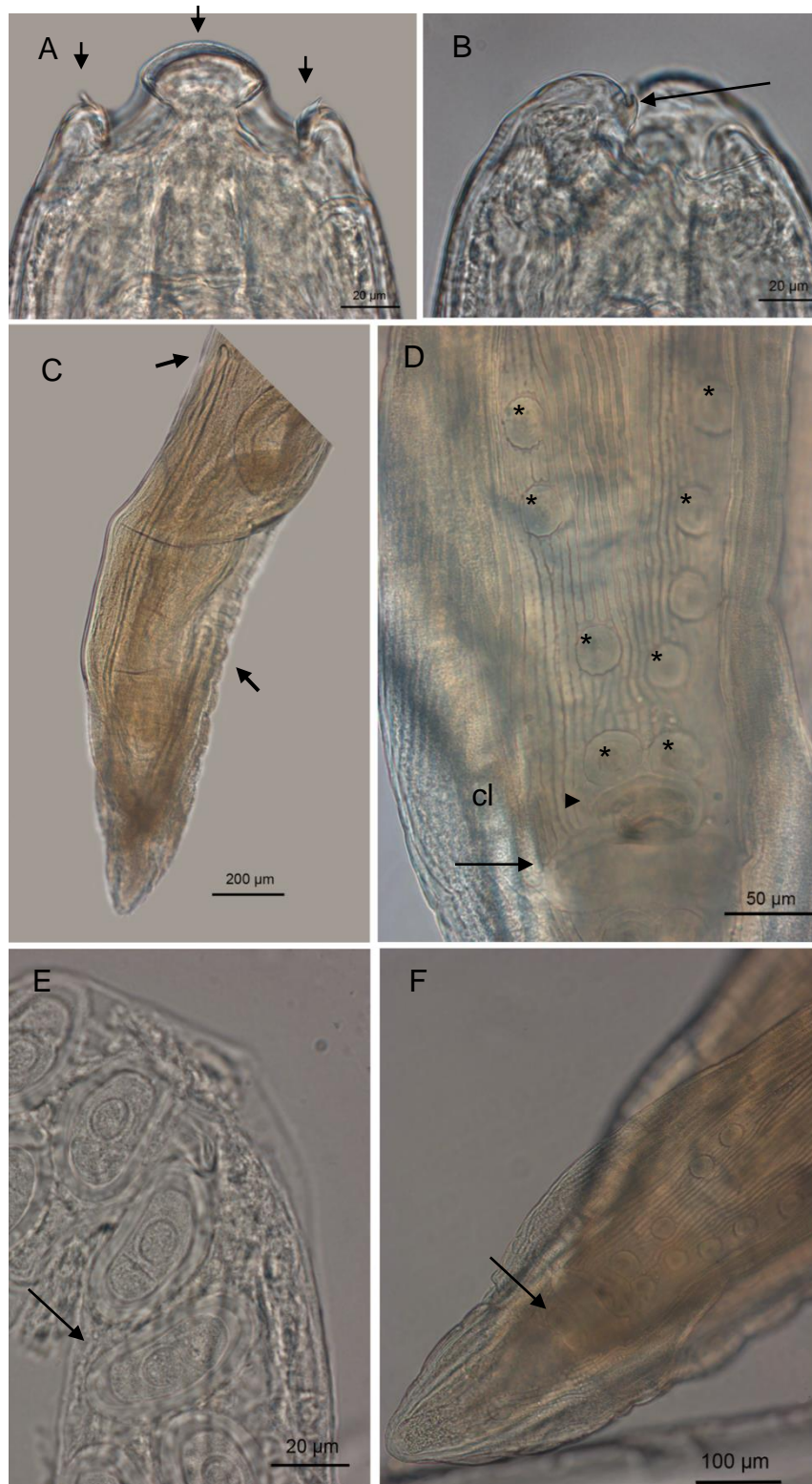


Figura 11: Fotomicrografia por microscopia de luz de *Protospirura numidica criceticola*: (A) Visão ventral da extremidade anterior do macho mostrando dois pseudolábios tri-lobados (seta); (B) Visão lateral da extremidade anterior do macho mostrando dente (seta); (C) Visão ventral da extremidade posterior do macho mostrando os espículos esquerdo e direito (seta); (D) Visão ventral do macho mostrando quatro pares de papilas pré-cloacais (asteriscos) e uma papila não pareada (cabeça de seta) na borda da abertura cloacal (cl); (E) Ovos; (F) Extremidade posterior do macho mostrando dois pares grandes de papilas pós-cloacais (seta).

Família Rictulariidae Railliet, 1916

Pterygodermatites Wedl, 1861

Pterygodermatites (Paucipectines) zygodontomis (Quentin, 1967) (Figuras 12-14; Tabela 3).

Descrição geral: os helmintos apresentaram dimorfismo sexual, sendo as fêmeas maiores e mais robustas do que os machos, e ambos apresentam projeções cuticulares enfileiradas, bem visíveis, semelhantes a espinhos na porção ventral. A observação dos parasitos revelou a presença de uma cápsula bucal no formato trapezoide ventro-dorsal, com paredes espessas e com três dentes esofagianos (Fig. 12A). Extremidade cefálica com quatro papilas cefálicas grandes e sub-laterais (Fig.13C) e a abertura oral é rodeada por seis papilas labiais (Fig. 13B) e um par de pequenos anfídeos entre papilas labiais (Fig. 13D). As projeções cuticulares ventrais iniciam-se após a placa cefálica (Fig. 13B).

Descrição dos machos: Na superfície ventro-lateral apresenta 2 fileiras com 41 projeções cuticulares semelhantes a espinho (Fig. 13A). A abertura oral é rodeada por dentículos (Figs. 13C, 13E). Na extremidade posterior apresentam dois espículos desiguais com tamanho e forma semelhante a uma taxa de 1:2 (direito: esquerdo) e gubernáculo retangular (Fig. 12D) e com três ou quatro combos (diferenciação da cutícula em forma de quilha) anteriores à cloaca nos helmintos juvenis e adultos (Figs. 12E, 14A). Nove pares de papilas: dois pares pré-cloacais, um par pedunculado ad-cloacal e seis pares pós-cloacais (Fig. 14B). Um par de fasmídio também foi observado entre o oitavo e o nono par de papilas (Fig. 14C). A ponta da cauda é robusta e quadrangular com um par de papilas nos vértices (Fig. 14D).

Descrição das fêmeas: a abertura oral é rodeada por uma coroa de 21 dentículos (9 dorsais e 12 ventro-laterais). Na superfície ventro-lateral possui 2 fileiras com 81 projeções cuticulares, sendo 41 pré-vulvares e 40 pós-vulvares (Fig. 12C) e a abertura da vulva é posterior ao fim do esôfago onde foi possível observar a presença de ovos (Figs. 12B, 12C). Observou-se uma pequena diferenciação das projeções cuticulares próximas a abertura da vulva que apresentou-se como uma

fenda transversal (Fig. 12C). Na extremidade posterior foram observados o ânus e a ponta da cauda cônica (Fig. 12C).

Sítio de infecção: Intestino delgado

Abundância total: 303 nematoides (27 machos; 276 fêmeas)

Prevalência: 58,82% (60 roedores infectados / 102 analisados)

Intensidade de infecção: $5,05 \pm 5,28$ (1-30) nematoides por roedor

CHIOC: Nº 38399

Comentários

A espécie *P. (P.) zygodontomis* foi descrita por Quentin (1967) como *Rictularia zygodontomis*, obtida de *N. lasiurus* coletados em Exu, Brasil.

Quentin (1969b) dividiu as espécies do gênero *Rictularia* Froelich, 1802 em *Pterygodermatites* Wedl, 1861 e *Rictularia* Froelich, 1802. Além disso, classificou o gênero *Pterygodermatites* em cinco subgêneros: *Paucipectines*, *Neopaucipectines*, *Pterygodermatites*, *Mesopectines* e *Multipectines*.

Embora Quentin (1967) tenha descrito que os espécimes machos apresentavam 10 pares de papilas, constatamos claramente um par de fasmídeos entre o oitavo e o nono par de papilas na extremidade posterior. Assim, *P. (P.) zygodontomis* apresenta nove pares de papilas e não dez como foi descrita.

As características morfométricas foram comparadas com os estudos de Quentin (1967) e Grossmann (2015) (Tabela 3). Os dados morfométricos obtidos auxiliaram na identificação da espécie, no entanto, as fêmeas examinadas neste estudo e por Grossmann (2015) parasitando *N. lasiurus* em Brasília foram menores, em relação ao comprimento do corpo, do que aquelas encontradas por Quentin (1967).

Entre as características utilizadas para identificar a espécie, notamos que a distância da última projeção cuticular até ponta da cauda nas fêmeas era menor do que a distância observada por Quentin (1967) e a distância da vulva até a porção esôfago-intestinal também foi menor no presente estudo. Além disso, encontramos diferenças na distância da cloaca até a ponta da cauda dos machos (Tabela 3). Essas diferenças podem estar relacionadas aos estádios dos espécimes analisados por Quentin e do presente estudo.

As espécies *P. (P.) zygodontomis* podem ser distinguidas de *P. (P.) coloradensis*, *P. peromysci*, *P. (P.) parkeri*, *P. (P.) ondatrae*, *P. (P.) azarai*, *P. (P.) microti* e *P. (P.) hymanae* pelo maior número de projeções cuticulares pré-vulvares (Lichtenfels, 1970; Lynggaard *et al.*, 2014), além disso, *P. (P.) kozeki*, *P. (P.) chaetophracti*, *P. (P.) spinicaudatis*, *P. (P.) microti* e *P. (P.) dipodomis* apresentam menor número de projeções cuticulares totais nas fêmeas. *Pterygodermatites (P.) zygodontomis* difere de *P. (P.) andyraicola* e *P. (P.) oreades* por possuir os espículos assimétricos (Cardia *et al.*, 2015). Esta espécie distingue-se também de *P. (P.) baiomydis*, *P. (P.) azarai* e *P. (P.) elegans* pela menor distância da região da vulva à junção esofágico-intestinal. Os nematoides *P. (P.) jägerskiöldi* e *P. (P.) massoi*, ambos descritos apenas por fêmeas, distinguem-se de *P. (P.) zygodontomis* pela menor distância das últimas projeções cuticulares até a ponta da cauda (Sutton, 1979; Torres *et al.*, 2007).

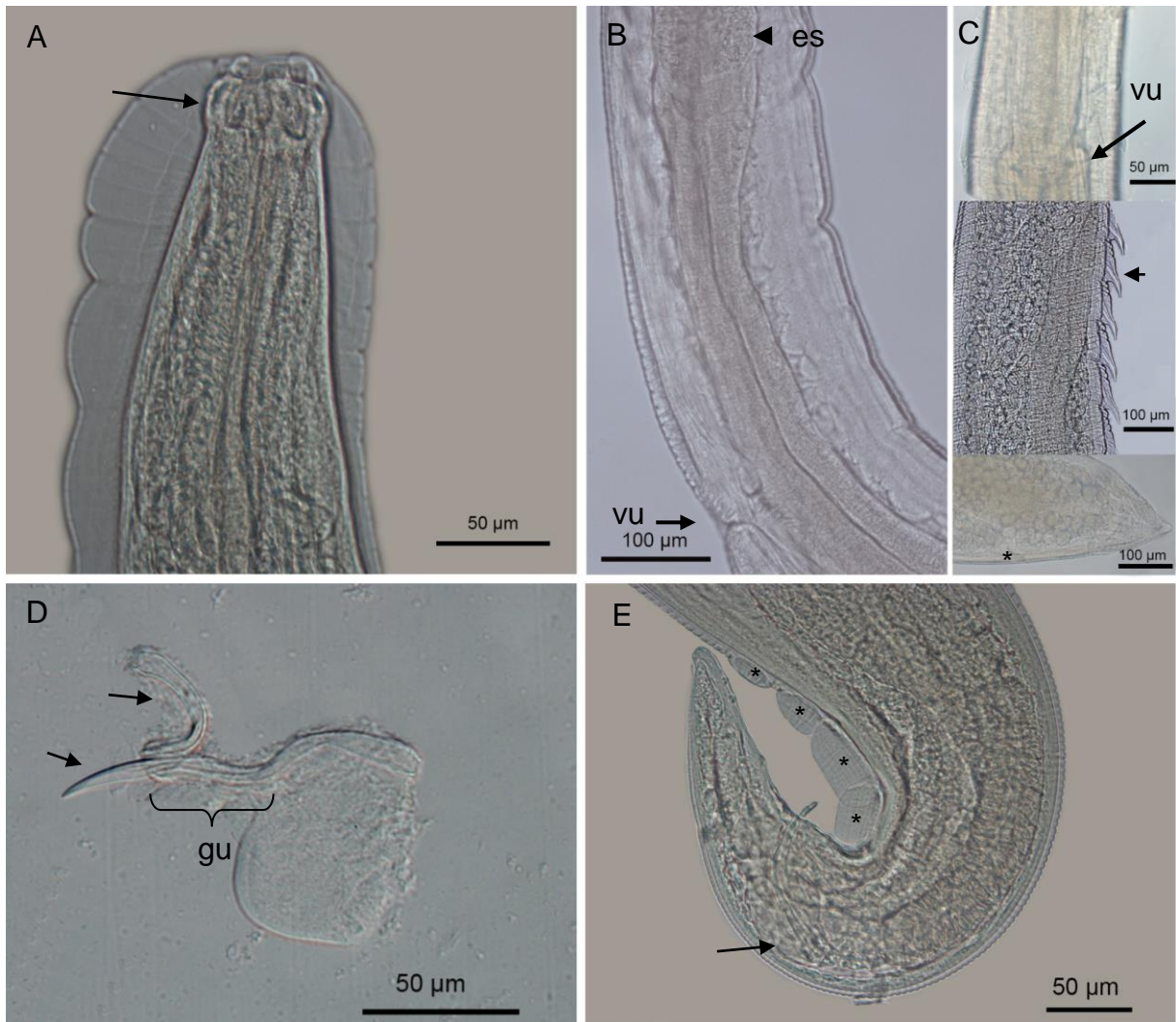


Figura 12: Fotomicrografia por microscopia de luz de *Pterygodermatites (Paucipectines) zygodontomis*: (A) Visão ventral da extremidade anterior mostrando a cápsula bucal, os três dentes esofagianos (seta) e o início do esôfago; (B) Visão lateral da fêmea mostrando o fim do esôfago (es), o início do intestino e a distância da abertura da vulva (vu); (C) Visão ventral da fêmea mostrando a abertura da vulva (vu), visão lateral da fêmea mostrando os projeções cuticulares na região mediana (seta), ovos, ânus (asterisco) e ponta da cauda; (D) Espículos assimétricos (seta) unidos pelo gubernáculo (gu) dissecado do espécime macho; (E) Extremidade posterior do macho mostrando os combos (asterisco) próximo a abertura da cloaca, espículo (seta) e ponta da cauda.



Figura 13: Morfologia externa de *Pterygodermatites (Paucipectines) zygodontomis* por microscopia eletrônica de varredura: (A) Visão total do corpo do espécime macho mostrando as fileiras de projeções cuticulares (seta); (B) Extremidade anterior da fêmea mostrando a abertura oral circundada pela coroa de denticulo e o início das projeções cuticulares ventrais (seta); (C) Extremidade anterior do macho mostrando quatro papilas cefálicas (1C-Par 1. 2C-Par 2) e anfídeo (a). (D) Detalhe da boca mostrando três pares de papilas labiais (asteriscos); (E) Detalhe da boca mostrando as placas dos denticulos (seta).

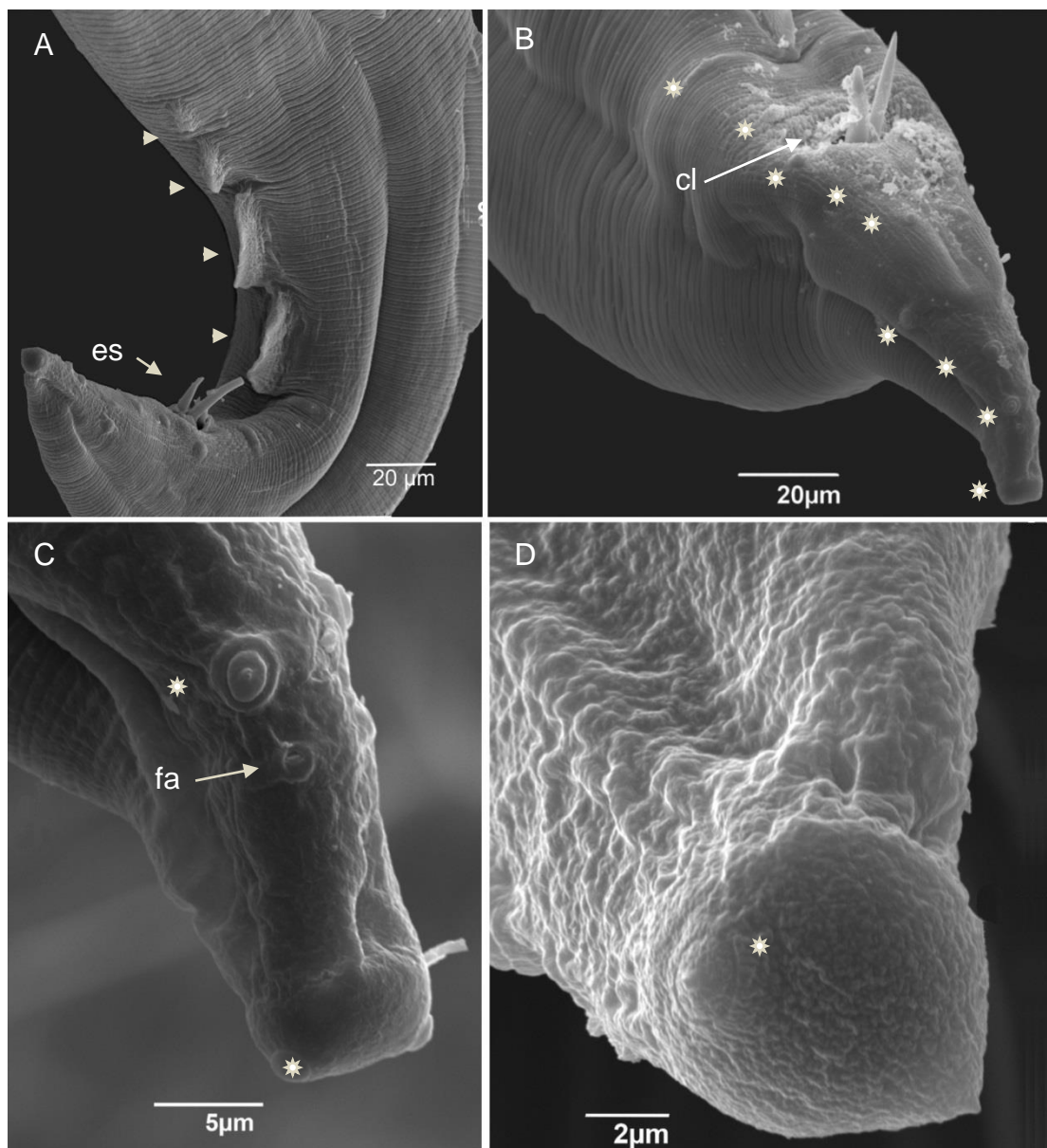


Figura 14: Morfologia externa do espécime macho de *Pterygodermatites (Paucipectines) zygodontomis* por microscopia eletrônica de varredura: (A) Extremidade posterior mostrando os combos (seta) próximo a abertura da cloaca, espículo (es) e ponta da cauda; (B) Extremidade posterior mostrando dois pares de papilas pré-cloacais, a abertura da cloaca (cl), um par ad-cloacal e seis pares pós-cloacais; (C) Oitavo par de papila, fasmídio (fa) e o nono par de papilas na ponta da cauda; (D) Detalhe da ponta da cauda robusta com um par de papila (asterisco).

Tabela 3: Medidas de *Pterygodermatites (P.) zygodontomis* no presente trabalho, de acordo com Quentin, (1967) e Grossman, (2015). Nº P. ventrais: número de projeções cuticulares ventrais/pré-vulvares; CT: Comprimento total (mm); Largura: Largura na altura da vulva para fêmeas e esôfago para machos; C.Cápsula: Comprimento cápsula bucal; B. Cápsula: Comprimento da base da cápsula bucal; Esôfago: Comprimento esôfago; Poro excretor: Distância do poro excreto até extremidade anterior; Anel Nervoso: Distância do anel nervoso até extremidade anterior; Vulva-Eso: Distância entre vulva e esôfago; Vulva: Distância da vulva até extremidade anterior; Espículo Direito: Comprimento espículo direito; LarDir: Largura da espículo direito; Espículo Esquerdo: Comprimento espículo esquerdo; LarEsq: Largura da espículo esquerdo; Gubernáculo: Comprimento gubernáculo; Cauda: Comprimento da cauda; C.C.I.: Comprimento projeção cuticular inicial; C.C.M.: Comprimento projeção cuticular média; C.C.F.: Comprimento projeção cuticular final; Dist. C.C.F: Distância da última projeção cuticular até a ponta da cauda; Ovos (comp.): Comprimento dos ovos; Ovos (larg.): Largura dos ovos. Medidas em µm.

Referência	Quentin (1967a)		Grossmann (2015)		Estudo atual	
Localidade	Exú, Pernambuco (Brasil)		Planaltina, Brasília (Brasil)		Uberlândia, Minas Gerais (Brasil)	
Sexo (n)	M	F	M (10)	F (9)	M (9)	F (10)
Nº. P. ventrais	41	81/ 38	40 - 41	-	41	81 / 41
C. T.	4,2	28	2,82	12,96	(2,8) 2,2 - 3,2	(14) 10 - 19
Largura	190	310	183	250	120 - 183	137,61 - 250,01
C. cápsula	26	75	-	-	17,76 - 27	19,73 - 45,80
B. cápsula	-	-	-	-	22,76 - 33	36,22 - 61,94
Esôfago total	1200	3790	790	2550	768 - 994	1599 - 3290
Poro excretor	250	1360	-	1000	186 - 259	379,82 - 522,41
Anel nervoso	400	350	140	180	135 - 184	152,39 - 278,46
Vulva- Esofa	-	730	-	570	-	294,43 - 694
Vulva	-	4520	-	3110	-	1772 - 3950
Espículo direito	55	-	54	-	45,12 - 61	-
Lar. Direito	5	-	6	-	3,48 - 4,50	-
Espíc. esquerdo	104	-	93	-	102,12 - 116	-
Lar. esquerdo	10	-	8,1	-	9 - 10	-
Gubernáculo	42	-	-	-	30,6 - 43,78	-
Cauda	43	-	151	380	96,18 - 121	149,27 - 214
C. C. I.	50	-	40	-	35 - 55	33 - 57
C. C. M.	50	-	43	-	50 - 64	68 - 88
C. C. F.	60	-	50	-	44 - 58	46 - 75
Dist. C.C.F.	-	770	-	-	-	226 - 498
Ovos (comp.)	-	-	-	-	-	31 - 50
Ovos (larg.)	-	-	-	-	-	16 - 26

Ordem Rhabditida Chitwood, 1933

Família Heligmonellidae Durette-Desset, 1977

Subfamília Nippostrongylinae Durette-Desset, 1971

Stilestrongylus Freitas Lent & Almeida, 1937

Stilestrongylus freitasi Durette-Desset, 1968 (Figura 15)

Descrição geral: nematoides pequenos e espiralados. Na extremidade anterior apresentam uma dilatação cuticular anelada (Fig. 15B) e sínlofe de 27 cristas cuticulares, na região medial do corpo, nos espécimes machos. Os machos apresentam bolsa copuladora desenvolvida, assimétrica, com cone genital hipertrofiado (Fig. 15A). O lobo lateral esquerdo e seus respectivos raios é maior que o direito e o padrão da bolsa é do tipo 2-2-1, os raios 2 e 3 estão agrupados até a borda da bolsa e, os raios 4 e 5 divergentes nas extremidades; o raio 6 curto e fino e divergindo do tronco comum e o raio 8 com inserção assimétrica do tronco dorsal. O gubernáculo possui uma forma quadrangular e robusto (Fig. 15A). Os espículos são longos, envoltos por uma bainha e simétricos (Fig. 15C). As fêmeas são monodelfas com vulva próxima à extremidade posterior e cauda de forma cônica com dilatação cuticular pronunciada (Fig. 15D).

Sítio de infecção: Intestino delgado

Abundância total: 5959 nematoides (2163 machos; 3796 fêmeas)

Prevalência: 69,61% (71 roedores infectados / 102 analisados)

Intensidade de infecção: 83,93 ± 107,59 (1-568) nematoides por roedor

Comentários

As espécies do gênero *Stilestrongylus* parasitam roedores cricetídeos neárticos e neotropicais. O caráter taxonômico para os gêneros da subfamília Nippostrongylinae baseia-se no número de cristas cuticulares da sínlofe e o ângulo de inclinação das cristas cuticulares. O gênero *Stilestrongylus* possui mais de 24 cristas cuticulares. Além disso, possuem a cauda do macho alargada para formar uma bolsa caudal que apresenta dois ramos latero-ventrais e um ramo dorsal. A assimetria dos ramos dorsais parece ser um caráter único entre as espécies de

Stilestrongylus. A bolsa caudal é um caráter derivado considerado como uma sinapomorfia da ordem Strongylida (Durette-Desset, 1968).

Pode ser constatado a partir da descrição acima, que as características diagnósticas para identificação das espécies são exclusivamente observadas nos machos, tais como o tamanho do espículo e morfologia da bolsa copuladora.

Entre as 23 espécies de *Stilestrongylus* observam-se vários padrões de bolsas caudais: 1-4, 2-3 e 2-2-1 (Durette-Desset & Digiani, 2012). *Stilestrongylus freitasi* apresenta bolsa copuladora com padrão do tipo 2-2-1 e inserção assimétrica do raio 8, em comum com as espécies: *S. lanfrediae* Souza, Digiani, Simões, Luque, Rodrigues-Silva, & Maldonado, Jr., 2009; *S. moreli* Diaw, 1976; *S. andalgala* Digiani & Durette-Desset, 2007; *S. stilesi* Freitas, Lent & Almeida, 1937; *S. inexpectatus* Durette-Desset & Tchérakoff, 1969.

Entretanto, difere de *S. lanfrediae* e *S. moreli* por apresentarem os raios 2 e 3 separados em todo o seu comprimento. Do mesmo modo, distingue-se de *S. andalgala* que possui os raios 2 e 3 agrupados somente na base e divergem em forma de V, enquanto em *S. stilesi* os raios 2 e 3 são unidos na base, divergindo a partir da metade do seu comprimento. Além disso, *S. inexpectatus* apresenta o tamanho dos raios 8 menores do que do *S. freitasi* (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2000; Souza *et al.*, 2009a; Notarnicola *et al.*, 2010; Durette-Desset & Digiani, 2012).

Das 23 espécies de *Stilestrongylus spp.* válidas atualmente seis são parasitas de roedores no Brasil. (1) *Stilestrongylus eta* (Travassos, 1937), (2) *S. aculeata* (Travassos, 1918) e (3) *S. lanfrediae* parasitando *Akodon montensis*, *A. cursor* e *Oligoryzomys nigripes* Olfers, 1818 na localidade Serra dos Órgãos, Teresópolis no estado do Rio de Janeiro (Souza *et al.*, 2009a; Simões *et al.*, 2011) e *O. nigripes* no Espírito Santo (Travassos, 1937); (4) *S. inexpectatus* Durette-Desset & Tchérakoff, 1969 em *Thrichomys apereoides* (Lund, 1841) em Goiás (Durette-Desset & Tchérakoff 1969) (5) *S. riberoi* Travassos, 1937 parasita de rato na localidade de Angra do Reis, RJ (6) *S. freitasi* foi descrita a partir de amostras coletadas do intestino delgado de *N. lasiurus* e *C. subflavus* capturados em Exú, Pernambuco (Durette-Desset, 1968). Recentemente Simões e colaboradores (2017) relataram esta espécie parasitando *N. lasiurus* na Paraíba, enquanto, Suriano & Navove (1992) relataram esta espécie parasitando *Akodon simulator* Thomas, 1920, na Argentina.

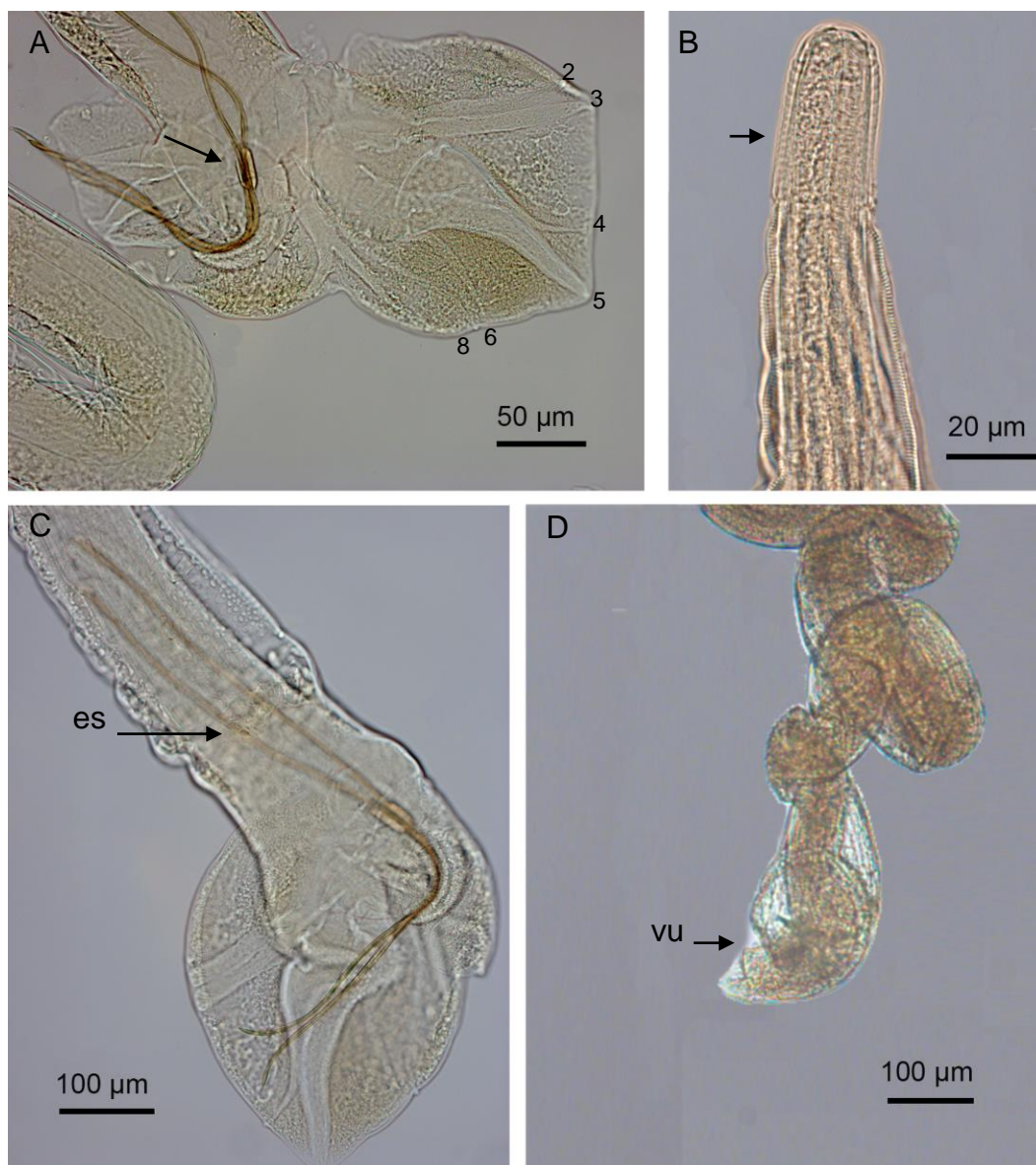


Figura 15: Fotomicrografia por microscopia de luz de *Stilestrongylus freitasi*: (A) Extremidade posterior do macho mostrando a bolsa caudal, a disposição dos raios (2-6,8) no lobo esquerdo e gubernáculo (seta); (B) Extremidade anterior da fêmea mostrando a dilatação cuticular anelada (seta); (C) Bolsa caudal do macho mostrando o lobo direito e espículos simétricos (es); (D) Extremidade posterior da fêmea mostrando a abertura da vulva (vu).

Subclasse Adenophorea Chitwood, 1958
Ordem Enoplida Schuurmans, Stekhoven & Deconing, 1933
Família Trichuridae (Ransom, 1911)
Subfamília Trichurinae Ransom, 1911
Trichuris Roederer, 1761
Trichuris sp.

Descrição geral: nematoides com corpo dividido em duas partes distintas. A porção anterior é afilada, com uma boca simples e a porção posterior é espessa com tubo espicular. Foi observado o espículo munido de uma bainha ornamentado com espinhos.

Sítio de infecção: Intestino grosso

Abundância total: 1 nematoide (1 macho)

Prevalência: 0,98 %(1 roedor infectado / 102 analisados)

Intensidade de infecção: 1 nematoide por roedor

Comentários

Não foi possível a diferenciação a nível específico, pois apenas um espécime foi encontrado nesse estudo, que foi preservado para o estudo de filogenia molecular. As espécies de *Trichuris* parasitam várias ordens de mamíferos. Algumas espécies podem parasitar seres humanos, primatas, porcos, cães, ovelhas, cabras, gado e roedores. Foram descritas seis espécies parasitando em roedores cricetídeos na América do Sul: *Trichuris chilensis* Babero, Cattán & Cabello, 1976 parasitando *A. longipilis* Waterhouse, 1837 no Chile; *Trichuris travassosi* Gomes, Lanfredi, Pinto & Souza, 1992 parasitando *Nectomys squamipes* no Brasil; *Trichuris laevitestis* Suriano & Navone 1994 parasitando *N. lasiurus* na Argentina; *Trichuris pardinasi* Robles, Navone & Notarnicola 2006 parasitando *Phyllotis bonariensis* na Argentina; *Trichuris navonae* Robles, 2011 parasitando *A. montensis* na Argentina; *Trichuris bainaie* Robles, Cutillas, Panei & Callejón, 2014 parasitando *Sooretamys angouya* Ficher, 1814 na Argentina (Suriano & Navone 1994; Robles *et al.*, 2006; Robles, 2011).

Trichuris laevitestis foi relatado infectando em *N. lasiurus* nas localidades Finca La Adelita, Laguna Paiva, Corrientes; Pergamino, Buenos Aires, Argentina (Robles & Navone, 2014).

Dentre as espécies mais comuns do gênero *Trichuris*, podemos ter *Trichuris trichiura* (Linnaeus, 1758) parasito de humanos, *T. muris* (Schrank, 1788), *T. ovis* (Abildgaard, 1795), *T. suis* (Schrank 1788) e *T. vulpis* (Froelich, 1789) parasitos de animais sinantrópicos e domésticos (Beer, 1976).

As infecções por nematoide desse gênero são mais prevalentes em regiões tropicais úmidas e quentes do que em outras partes do mundo, e ocorrem principalmente na América do Norte e do Sul (Bundy & Cooper, 1989). No entanto, a maioria dos registros estão relacionadas as pesquisas médicas e veterinárias (Bundy & Cooper, 1989, Traub *et al.*, 2004) e poucos estudos têm sido realizados sobre infecções em hospedeiros naturais.

Filo Platyhelminthes Gegenbaur, 1859

Classe Cestoda van Beneden, 1849

Ordem Cyclophyllida van Beneden, 1850

Família Hymenolepididae Railliet e Henry, 1909

Rodentolepis akodontis Rêgo, 1967 (Figura 16)

Descrição geral: estes espécimes apresentavam escólex desenvolvido com rostelo armado (Fig. 16A) com 4 ventosas medindo 0,067mm (Figs. 16A, 16B). As proglotes maduras medem 0,113 mm x 0,610 mm e apresentam dois testículos ovóides de um lado e um testículo próximo ao ovário, bolsa de cirro próximo aos canais excretores (Fig. 16C). Os espécimes estudados apresentaram 27 ganchos (Fig. 16D). Os ovos são arredondados, hialinos, com casca espessa, apresentando no seu interior três pares de ganchos medindo 0,056mm x 0,033mm (Fig. 16 E-G).

Sítio de infecção: Intestino delgado

Abundância total: 147 cestóides

Prevalência: 47,06 % (48 roedores infectados / 102 analisados)

Intensidade de infecção: 3,63 ± 5,49 (1-33) cestóides por roedor

Comentários

De acordo com Schmidt (1986), os cestoides da família Hymenolepididae de mamíferos são distribuídos entre três subfamílias, isto é, Hymenolepidinae Perrier, 1897, Pseudohymenolepidinae Joyeux & Baer, 1935 e Ditestolepidinae Yamaguti, 1959. No entanto, Pseudohymenolepidinae e Ditestolepidinae não foram considerados válidos na classificação de Czaplinski & Vaucher (1994). De acordo com esses autores, todos estes cestoides de mamíferos representam a subfamília Hymenolepidinae. Além disso, através da análise molecular foi possível constatar que o clado *Rodentolepis* apresenta três tipos de rostelos. Ou seja, o rostelo armado foi a condição original para as espécies de Hymenolepididae, a perda dos ganchos ocorreu por ocasiões independentes (Haukisalmi *et al.*, 2010).

Rodentolepis akodontis apresenta de 20-28 ganchos no rostelo, sendo a espécie mais próxima de *R. asymmetrica* Janicki, 1959 que possui 22-24 ganchos mas difere na forma mais fina dos ganchos e nas dimensões relativas as ventosas (0,113 x 0,110) e dos ovos (0,040) (Rêgo 1967). *R. nana* Siebold, 1852 apresenta a posição dos testículos alinhados, enquanto *R. akodontis* possui uma posição formando um triângulo. *R. microstoma* Dujardin, 1945 apresenta ovos maiores (0,082-0,090 x 0,067) do que a espécie encontrada nesse estudo e *R. srivastavai* Rêgo, 1970 apresenta o número de 26-30 ganchos e as dimensões dos ovos 0,073-0,060 (Guerreiro Martins *et al.*, 2014).

O cestóide *R. akodontis* foi descrito no Brasil na localidade do Espírito Santo por Rêgo (1967) e tem como hospedeiro tipo *Akodon arviculoides*. Este cestóide foi relatado parasitando *A. cursor*, *A. montensis* e *O. nigripes* no Rio de Janeiro (Simões *et al.*, 2011). Guerreiro Martins e colaboradores (2014) relataram *R. akodontis* na Argentina em *Oxymycterus rufus*.

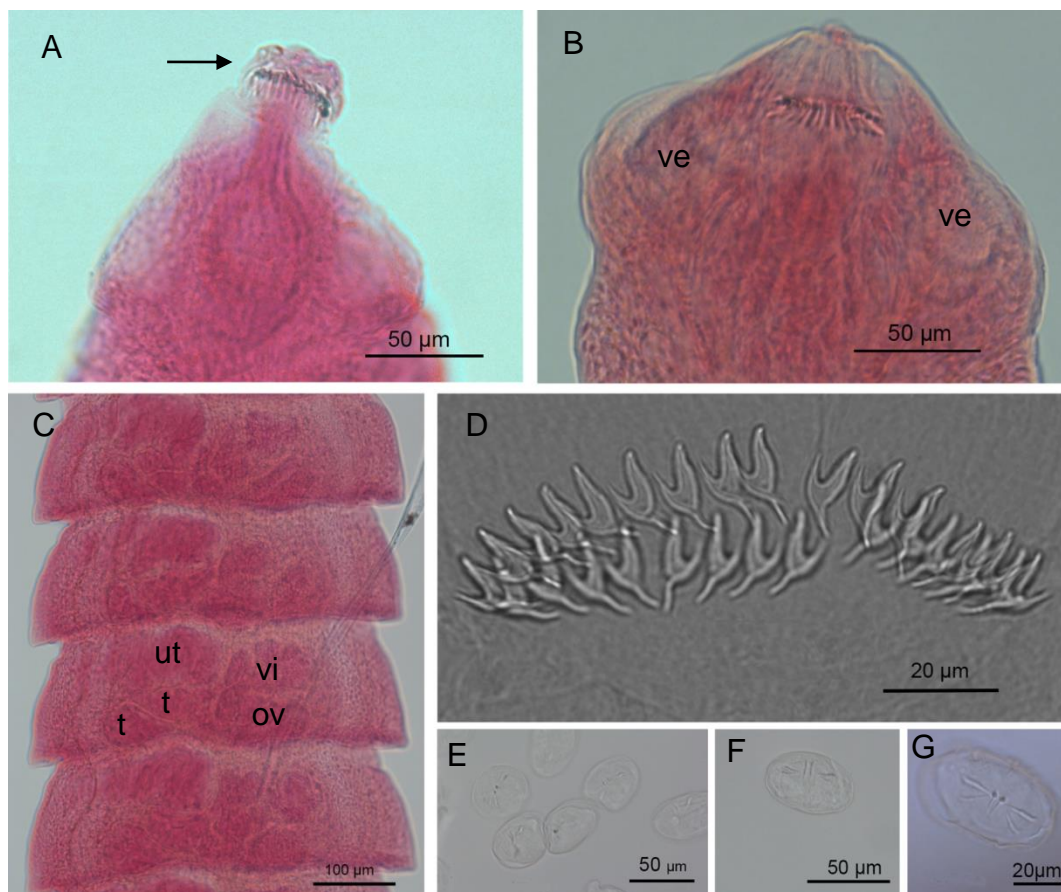


Figura 16: Fotomicrografia por microscopia de luz do *Rodentolepis akodontis*. (A) Região anterior mostrando escólex com o rostelo armado (seta); (B) Escólex mostrando as ventosas (ve); (C) Proglotes maduras mostrando testículos (t), útero (ut), ovário (ov) e vitelo (vi); (D) Ganchos do rostelo em forma de “Y”; (E) Ovos em diferentes estádios de desenvolvimento (F) Ovo (G) Ovo embrionado com hexacanto (oncosfera) com 3 pares de acúleos.

Ordem Cyclophyllida van Beneden, 185

Família Taeniidae Ludwig, 1886

Cysticercus fasciolaris forma larvar de *Taenia taeniformis* Batsch, 1786 (Figura 17)

Descrição geral: as formas larvares foram coletadas no interior de vesículas presentes no parênquima hepático, na sua maioria, na superfície do fígado. As vesículas apresentam em média cerca de 7 mm de diâmetro (3-10 mm) e no interior de cada uma delas encontrava-se a larva do tipo estrobilocerco, de coloração esbranquiçada, cujo estróbilo se apresentava longo e pseudosegmentado. O escólex da larva era nitidamente grande, possuindo quatro ventosas laterais distintas e o rostelo armado com dupla fileira de ganchos (Fig. 17A). Os espécimes encontrados neste estudo apresentavam aproximadamente 40 ganchos.

Sítio de infecção: Fígado

Abundância total: 3 cestoides

Prevalência: 1,96 % (2 roedores infectados / 102 analisados)

Intensidade de infecção: $1,50 \pm 0,77$ (1-2) cestoides por roedor

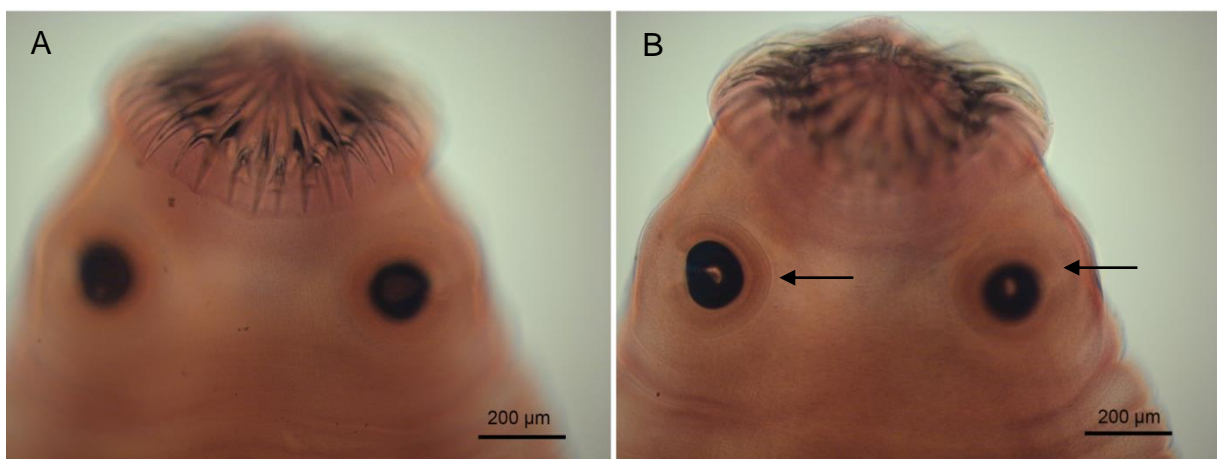


Figura 17: Fotomicrografia por microscopia de luz de *Cysticercus fasciolaris* (A) Escólex mostrando as duas fileiras dos ganchos; (B) Escólex mostrando as ventosas (seta).

Comentários

Os roedores desempenham a função de hospedeiro intermediário e os carnívoros, principalmente, os indivíduos da família Felidae são os hospedeiros

definitivos. É comumente encontrado em espécies sinantrópicas como *Rattus norvegicus*, e *Mus musculus* (Kataranovski, et al., 2010; Miño et al., 2013) e outras espécies de roedores da América do Sul como *O. nigripes* no Rio de Janeiro (Simões et al., 2011) e *A. azarae* na Argentina (Miño et al., 2013).

Cysticercus fasciolaris é a forma larval do cestóide *Taenia taeniaeformis*, também chamada de tênia. Uma vez ingeridos pelos ratos selvagens, os ovos embrionados eclodem no intestino delgado e migram através da circulação para o fígado, onde se desenvolvem em larvas císticas (Soulsby, 1982).

Os espécimes de *C. fasciolaris* possuem uma dupla coroa de ganchos com 26 e 52 ganchos e distingui-se da forma larvar de *T. polyacantha*, que apresenta um rostelo que varia entre 44 e 68 ganchos (Samuel et al., 2001).

Filo Acanthocephala Kohlreuther, 1771

Classe Archiacanthocephala Meyer, 1931

Ordem Moniliformida Schmidt, 1972

Família Moniliformidae Van Cleave, 1924

Moniliformis moniliformis (Bremser, 1811) Travassos, 1915 (Figura 18)

Descrição geral: os espécimes coletados apresentam corpo com pseudosegmentação, com coloração esbranquiçada e de formato filiforme (Fig. 18A). Probóscide alongada, de formato claviforme sendo menor que o tamanho do corpo. Alguns espécimes a probóscide encontrava-se retraída (Fig. 18B), entretanto foi possível observar o número e disposição dos ganchos, contendo 11 ganchos alternados em 10 fileiras. As fêmeas possuem vagina terminal na região posterior, ovojetor curto e robusto com a campanula presente distalmente (Fig. 18C) e apresentavam ovos embrionados com formato alongado e três membranas (Fig. 18D).

Comentários

O gênero *Moniliformis* foi descrito por Travassos, 1915 por possuir os seguintes caracteres: tamanho médio, probóscide de formato claviforme e de tamanho pequeno em comparação com o tamanho do tronco, apresenta fileiras longitudinais de ganchos alternados. Os ganchos são numerosos e curvos, em

formato de foice e possui raiz simples. Os leminiscos são relativamente longo, digitiforme, e arredondado posteriormente. Os machos possuem testículos alongados e seguido de 8 glândulas de cimento dispostas em pares e canal ejaculador. As fêmeas são geralmente maiores que os machos e apresentam vagina terminal, canal ovojetor e campânulas onde os ovos maduros serão selecionados (Amin *et al.*, 2016).

Dentre as espécies do gênero *Moniliformis*, duas são encontradas no Brasil: *M. travassosi* parasitando *Rattus norvegicus* e *M. moniliformis* infectando *Rattus* spp. e outros mamíferos (Amin *et al.*, 2016). De acordo, com a chave taxonômica de Amim *et al.* (2016) as características observadas nos espécimes do presente estudo (número de ganchos e o tamanho do ovo) distingue da espécie *M. travassosi* que possui a probóscide com 14 fileiras de 15 ganhos e os ovos apresentam tamanhos acima de 120 µm. Diante disso, a espécie do presente estudo foi identificada como *M. moniliformis*.

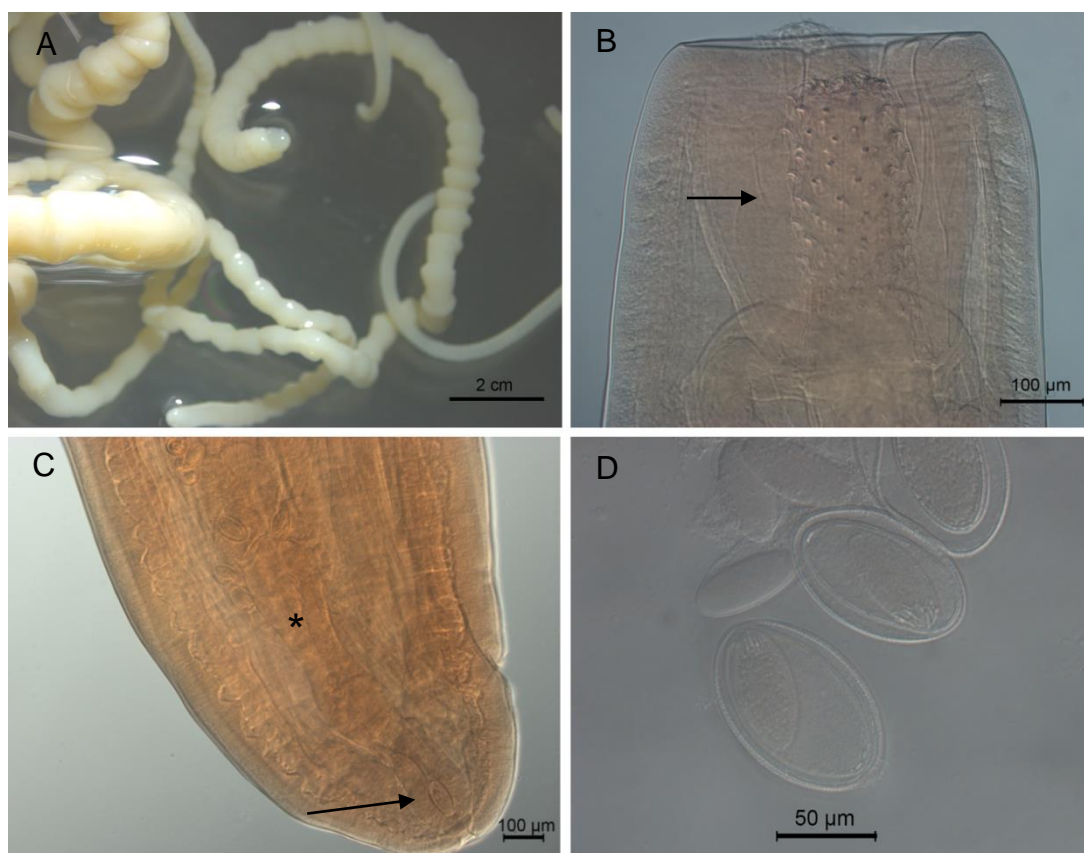


Figura 18: Fotomicrografia por microscopia de luz de *Moniliformis moniliformis*: (A) Espécimes coletados no intestino de *N. lasiurus* mostrando o corpo pseudosegmentado; (B) Região anterior com probóscide e ganchos (seta); (C) Região posterior da fêmea mostrando o ovojetor (asterisco) e ovos (seta); (D) Ovos embrionados.

4.2 Estrutura da comunidade de helmintos de *Necromys lasiurus* no Município de Uberlândia

A riqueza total de espécies de helmintos foi nove (descritas na seção anterior), variando de zero a seis entre as infracomunidades, e a riqueza média foi 2,25. Considerando-se a riqueza por categoria analisada, a riqueza total foi maior nas fêmeas, para áreas de borda de plantação e durante a estação chuvosa (Tabela 4). Contudo considerando-se as riquezas médias, estas foram maiores no Borda de Cerrado, na estação seca e entre os hospedeiros fêmeas, porém apresentando poucas variações (Tabela 4).

Tabela 4: Riqueza total e riqueza média dos helmintos recuperados em *N. lasiurus* de Uberlândia, Minas Gerais.

Categorias	Número de hospedeiros	Riqueza total	Riqueza média
Sexo			
Macho	43	7	2,14
Fêmea	59	8	2,32
Habitat*			
Borda de Cerrado	17	6	2,76
Borda de Pastagem	43	7	2,16
Borda de Plantação	41	8	2,12
Estação			
Chuvosa	36	8	2,06
Seca	66	7	2,35
Todos os hospedeiros	102	9	2,25

*Ausência de informação de um hospedeiro para habitat

A partir dos resultados obtidos da curva de rarefação e o estimador Jackknife 1 foi possível verificar que os dados representam a riqueza esperada para a área estudada a nível de infracomunidade e comunidade componente (Fig. 19). Sendo assim, sugere-se que o método de coleta empregado foi adequado ao estudo.

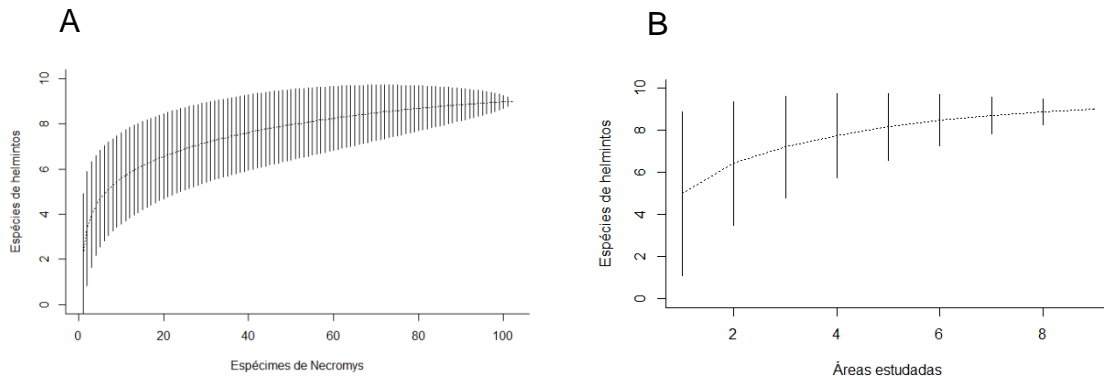


Figura 19: Curva de acúmulo de espécies de helminto por quantidade de indivíduos hospedeiros capturados na infracomunidade (A) e por comunidade componente (B) para *N. lasiurus*

A análise de MDS mostrou (Fig. 20) um grupo de localidades com maior similaridade na diversidade, sendo a maioria delas na borda de Cerrado (CF, FF-A, CE-B) e uma na borda de pastagem (CB-A), que apresentaram um menor número de espécies e também menores abundâncias (localidades agrupadas no centro da figura). As localidades FV-B, CB-B, CE-A, e FF-B que são localidades de borda de pastagem ou plantações, e a localidade FG, que é de borda de Cerrado, foram as que apresentaram menor similaridade em relação as outras localidades, diferindo em sua diversidade e/ou apresentando maiores riquezas de espécies (Fig. 20).

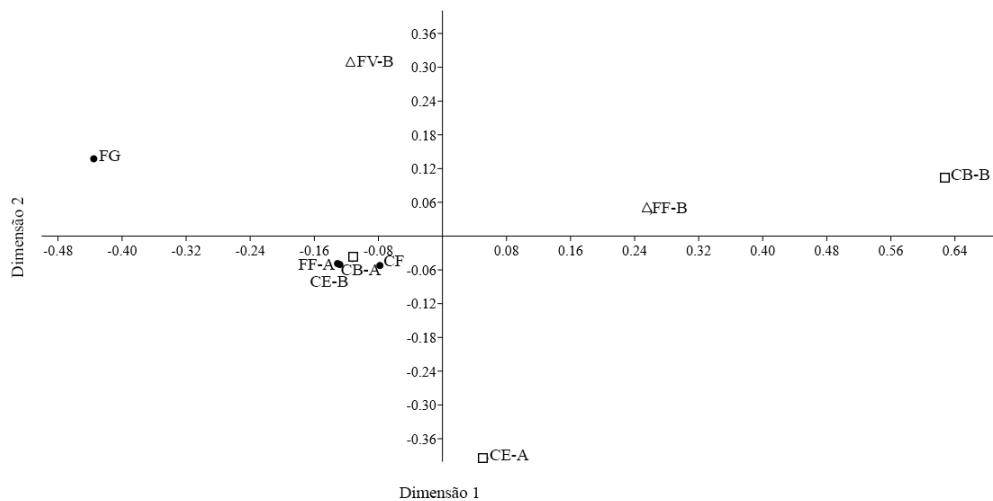


Figura 20: Análise do Escalonamento Multidimensional Não Métrico (nMDS) para abundância e composição de espécies de helmintos de *N. lasiurus* entre as localidades (fazendas) em Uberlândia/MG. Borda de Cerrado (FF-A, CE-B, CF, FG - círculo preenchido); Borda de pastagem (CE-A, CB-A, CB-B - quadrado); Borda de plantação (FV-B, FF-B - triângulo).

As espécies *S. (Sy.) alata* ($\chi^2=270,06$ e $p=0$), *P. (P.) zygodontomis* ($\chi^2=122,97$ e $p=0$) e *S. freitasi* ($\chi^2=228,02$ e $p=0$) apresentaram desvio significativo na razão sexual para fêmeas. *P. numidica criceticola* apresentou razão sexual 1:1 ($\chi^2=2,2$ e $p=0,13$).

A prevalência total de helmintos na comunidade foi de 92,15% considerando-se todas as amostras analisadas. As espécies que apresentaram maiores valores de prevalência total foram *S. freitasi*, *P. (P.) zygodontomis*, *R. akodontis*, e *S. (Sy.) alata* (Tabela 5). A prevalência só pode ser comparada em relação ao sexo do hospedeiro, habitat e estação do ano para estas quatro espécies. Não foi encontrada diferença significativa na prevalência dos helmintos em nenhuma espécie para sexo do hospedeiro e habitat (Tabela 6). Em relação à estação do ano, *S. freitasi* apresentou prevalência significativamente maior na estação seca (Tabela 6).

A sazonalidade pode ter influenciado a ocorrência de *M. moniliformis* e *P. numidica criceticola* por terem sido encontradas somente na estação chuvosa (Tabela 5). Foram encontrados animais positivos para *Trichuris* sp. somente na borda de pastagem, para *Physaloptera* sp. somente nas bordas pastagens e plantações, para *M. moniliformis* somente na borda de Cerrado e borda de plantações e para *Cysticercus fasciolaris* sp. somente em áreas de plantações (Tabela 5).

Os parasitos mais abundantes e com maiores intensidades foram os nematoides *S. (Sy.) alata*, *S. freitasi* e *P. (P.) zygodontomis* (Tabela 5). A análise de GLM para *S. (Sy.) alata* mostrou que apenas a estação do ano estava influenciando a abundância desta espécie, sendo maior na seca, contudo, o modelo nulo também se mostrou plausível (Tabela 7). Os valores de intensidade para esta espécie não apresentaram diferenças significativas entre sexo do hospedeiro, estação do ano ou habitat (Tabela 8).

Pterygodermatites (Paucipectines) zygodontomis não apresentou diferenças significativas entre as categorias analisadas, nem para abundância (único modelo plausível foi o modelo nulo: AICc = 610,226, $\Delta AIC = 0$), nem para intensidade (Tabela 8).

Em *S. freitasi*, que foi a espécie mais abundante e de maior intensidade, as abundâncias parecem estar relacionadas com o habitat e sexo do hospedeiro, e estação do ano (dois primeiros modelos da Tabela 7). Os maiores valores de

abundância foram observados nos hospedeiros fêmeas, das áreas de borda de pastagem e capturados na estação seca (Tabela 5). A intensidade apresentou valores significativamente maiores também na estação seca e no habitat de borda de pastagem (Tabela 8).

Rodentolepis akodontis apresentou abundância significativamente maior somente nos hospedeiros da borda de Cerrado (Habitat: $H_c = 6,27$, $p = 0,043$; estação: $U = 1166$, $p = 0,86$; sexo: $U = 1177,5$, $p = 0,504$). Não foram encontradas diferenças significativas entre as intensidades desta espécie (Tabela 8).

A maioria das espécies apresentou distribuição espacial altamente agregada, tanto para o total de hospedeiros quanto para cada categoria analisada (Tabela 5). As espécies menos abundantes, *Trichuris* sp., *P. numidica criceticola* e *Physaloptera* sp., que ocorreram em poucos hospedeiros, apresentaram distribuição uniforme em alguns casos (Tabela 5).

Tabela 5: Parâmetros de abundância e intensidade (\pm Desvio Padrão), prevalência (intervalo de confiança de 95%) e índices de agregação em relação ao tipo de habitat, gênero do hospedeiro e à estação do ano de nove espécies de helmintos recuperados de *N. lasiurus* no Município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. Índices de agregação foram calculados apenas para as espécies cuja prevalência foi $\geq 10\%$.

Parâmetros\Espécies	<i>S. (Sy.) alata</i>	<i>P. (P.) zygodontomis</i>	<i>S. freitasi</i>	<i>Tricuris sp</i>	<i>P. numidica criceticola</i>	<i>Physaloptera sp.</i>
Abundância média	13,33 \pm 49,41	2,97 \pm 4,75	58,42 \pm 97,21	0,01 \pm 0,10	0,19 \pm 0,95	0,05 \pm 0,41
Macho	4,26 \pm 14,52	2,97 \pm 4,68	49,16 \pm 89,90	-	0,37 \pm 1,43	-
Fêmea	19,95 \pm 63,19	2,71 \pm 4,81	65,17 \pm 103,10	0,02 \pm 0,13	0,05 \pm 0,22	0,08 \pm 0,53
Estação chuvosa	0,69 \pm 1,95	2,14 \pm 2,92	11,25 \pm 31,30	-	0,53 \pm 1,56	0,11 \pm 0,67
Estação seca	20,23 \pm 60,46	3,42 \pm 5,46	84,15 \pm 111,23	0,02 \pm 0,12	-	0,02 \pm 0,12
Borda de Cerrado	11,12 \pm 34,37	1,88 \pm 1,96	44,88 \pm 69,17	-	0,59 \pm 2,18	-
Borda de pastagem	18,67 \pm 66,24	2,95 \pm 4,15	90,26 \pm 130,92	0,02 \pm 0,15	0,09 \pm 0,37	0,09 \pm 0,61
Borda de plantação	8,98 \pm 32,07	3,39 \pm 6,04	32,07 \pm 46,73	-	0,12 \pm 0,40	0,02 \pm 0,16
Intensidade média	46,90 \pm 84,71	5,05 \pm 5,28	83,93 \pm 107,59	1,00	2,11 \pm 2,62	2,50 \pm 2,12
Macho	18,30 \pm 27,44	5,05 \pm 4,94	78,3 \pm 103,38	-	2,67 \pm 3,14	-
Fêmea	61,95 \pm 100,65	4,71 \pm 5,57	87,39 \pm 111,13	1,00	1,00	2,50 \pm 2,12
Estação chuvosa	4,17 \pm 3,27	3,85 \pm 2,96	28,93 \pm 45,67	-	1,19 \pm 2,62	4,00
Estação seca	58,04 \pm 94,13	5,65 \pm 6,07	97,44 \pm 114,21	1,00	-	1,00
Borda de Cerrado	27,00 \pm 51,47	2,67 \pm 1,83	76,30 \pm 76,44	-	5,00 \pm 5,66	-
Borda de pastagem	80,30 \pm 122,38	5,52 \pm 4,25	121,28 \pm 139,06	1,00	1,33 \pm 0,58	4,00
Borda de plantação	30,67 \pm 54,90	5,79 \pm 6,99	45,34 \pm 49,46	-	1,25 \pm 0,50	1,00
Prevalência	28,43 (28,12 - 28,74)	58,82 (58,79 - 58,85)	69,61 (69,00 - 70,21)	0,98 (0,98)	8,82 (8,82 - 8,83)	1,96 (1,96)
Macho	23,26 (23,12 - 23,39)	60,47 (60,42 - 60,51)	62,79 (61,93 - 63,95)	-	13,95 (13,94 - 13,97)	-
Fêmea	32,20 (31,69 - 32,72)	57,63 (57,67 - 57,59)	74,58 (73,73 - 75,42)	1,69 (1,69)	5,08 (5,08 - 5,09)	3,39 (3,39)
Estação chuvosa	16,67 (16,65 - 16,69)	55,56 (55,53 - 55,59)	38,89 (38,56 - 39,22)	-	25,00 (24,98 - 25,02)	2,78 (2,77 - 2,78)
Estação seca	34,85 (34,38 - 35,32)	60,61 (60,56 - 60,65)	86,36 (85,51 - 87,22)	1,52 (1,52)	-	1,52 (1,51 - 1,52)
Borda de Cerrado	41,18 (40,65 - 41,70)	70,59 (70,56 - 70,62)	58,82 (57,77 - 59,88)	-	11,76 (11,73 - 11,80)	-
Borda de pastagem	23,26 (22,62 - 23,89)	53,49 (53,45 - 53,53)	74,42 (73,17 - 75,67)	2,33 (2,33)	6,98 (6,97 - 6,98)	2,33 (2,32 - 2,33)
Borda de plantação	29,27 (28,95 - 29,58)	58,54 (58,48 - 58,60)	70,73 (70,27 - 71,19)	-	9,76 (9,75 - 9,76)	2,44 (2,44)
Índice de agregação	183,11	7,58	163,09	-	-	-
Macho	49,52	6,6	164,39	-	-	-
Fêmea	200,17	8,55	163,1	-	-	-
Estação chuvosa	5,5	3,98	87,06	-	-	-
Estação seca	180,69	8,71	147,03	-	-	-
Borda de Cerrado	106,24	2,05	106,6	-	-	-
Borda de pastagem	234,96	5,84	189,9	-	-	-
Borda de plantação	114,59	10,75	68,08	-	-	-

Tabela 5: (Cont.) Parâmetros de abundância e intensidade (\pm Desvio Padrão), prevalência (intervalo de confiança de 95%) e índices de agregação em relação ao tipo de habitat, gênero do hospedeiro e à estação do ano de nove espécies de helmintos recuperados de *N. lasiurus* no Município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. Índices de agregação foram calculados apenas para as espécies cuja prevalência foi $\geq 10\%$.

Parâmetros/Espécies	<i>R. akodontis</i>	<i>M. moniliformis</i>	<i>C. fasciolaris</i>
Abundância média	1,71 \pm 4,16	0,71 \pm 3,36	0,03 \pm 0,22
Macho	1,63 \pm 3,48	1,23 \pm 4,73	0,07 \pm 0,34
Fêmea	1,76 \pm 4,63	0,32 \pm 1,78	-
Estação chuvosa	1,97 \pm 4,14	2,00 \pm 5,48	0,03 \pm 0,17
Estação seca	1,56 \pm 4,20	-	0,03 \pm 0,25
Borda de Cerrado	2,53 \pm 4,27	3,24 \pm 7,01	-
Borda de pastagem	2,12 \pm 5,36	-	-
Borda de plantação	0,98 \pm 2,27	0,37 \pm 2,34	0,07 \pm 0,35
Intensidade média	3,63 \pm 5,49	10,29 \pm 8,69	1,50 \pm 0,77
Macho	4,12 \pm 4,57	13,25 \pm 10,05	1,50 \pm 0,77
Fêmea	3,35 \pm 5,99	6,33 \pm 5,86	-
Estação chuvosa	4,44 \pm 5,32	4,50 \pm 5,32	1,00
Estação seca	3,22 \pm 5,62	-	2,00
Borda de Cerrado	3,91 \pm 4,83	11,00 \pm 9,49	-
Borda de pastagem	3,96 \pm 6,88	-	-
Borda de plantação	2,86 \pm 3,18	15,00	1,50
Prevalência	47,06 (47,03 - 47,08)	6,86 (6,84 - 6,88)	1,96 (1,96 - 1,97)
Macho	39,53 (39,50 - 39,57)	9,30 (9,26 - 9,35)	4,65 (4,65)
Fêmea	52,54 (52,50 - 52,58)	5,08 (5,07 - 5,10)	-
Estação chuvosa	44,44 (44,40 - 44,49)	19,44 (19,39 - 19,50)	2,78 (2,78)
Estação seca	48,48 (48,45 - 48,52)	-	1,52 (1,51 - 1,52)
Borda de Cerrado	64,71 (64,64 - 64,77)	29,41 (29,31 - 29,52)	-
Borda de pastagem	53,49 (53,44 - 53,54)	-	-
Borda de plantação	34,15 (34,12 - 34,17)	2,44 (2,42 - 2,46)	4,88 (4,87 - 4,88)
Índice de agregação	10,16	-	-
Macho	7,47	-	-
Fêmea	12,15	-	-
Estação chuvosa	8,68	-	-
Estação seca	11,32	-	-
Borda de cerrado	7,22	-	-
Borda de pastagem	13,6	-	-
Borda de plantação	5,30	-	-

Tabela 6: Valores do Qui-quadrado e valores de *p* para a comparação da prevalência das espécies *S. (Sy.) alata*, *P. (P.) zygodontomis*, *R. akodontis* e *S. freitasi* recuperados de *N. lasiurus* no Município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

Espécies	<i>S. (Sy.) alata</i>		<i>P. (P.) zygodontomis</i>		<i>R. akodontis</i>		<i>S. freitasi</i>	
	χ^2	<i>p</i>	χ^2	<i>P</i>	χ^2	<i>p</i>	χ^2	<i>p</i>
Sexo	0,552	0,457	0,021	0,883	0,617	0,431	0,29	0,586
Estação	2,211	0,137	0,061	0,804	0,055	0,813	4,94	0,026
Habitat	1,017	0,601	0,261	0,877	2,001	0,367	0,26	0,878

Tabela 7: Resultados dos Modelos Lineares Generalizados (GLM) para abundância dos nematoides (*S. (S) alata*, e *S. freitasi*) recuperados de *N. lasiurus* no Município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

<i>Syphacia (Syphacia) alata</i>				
Modelo	AIC	Δ AIC	wAICc	<i>p</i>
Estação	1086,59	0	0,69	0,05
Nulo	1088,21	1,62	0,31	0
<i>Stilestrongylus freitasi</i>				
Modelo	AIC	Δ AIC	wAICc	<i>p</i>
Habitat + Estação	1209,07	0,00	0,72	0
Habitat + Estação + Sexo	1211,33	2,27	0,23	0
Estação	1215,18	6,11	0,00	0
Estação + Sexo	1217,34	8,27	0,01	0

Tabela 8: Resultados do Teste de Mann-Whitney e Kruskal Wallis para a intensidade das espécies (*S. (Sy.) alata*, *P. (P.) zygodontomis*, *R.akodontis* e *S. freitasi*) por recuperados de *N. lasiurus* no Município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

Mann-Whitney	<i>S. (Sy.) alata</i>			<i>P. (P.) zygodontomis</i>			<i>R.akodontis</i>			<i>S. freitasi</i>		
	n	u/Hc	<i>P</i>	n	u/Hc	<i>p</i>	N	u/Hc	<i>p</i>	n	u/Hc	<i>p</i>
Chuvoso/Seco	5/24	38,5	0,101	20/40	349	0,423	16/32	230	0,562	14/57	214,5	0,007
Macho/Fêmea	10/19	83,5	0,603	26/33	385,5	0,398	17/31	189,5	0,099	27/44	529	0,444
Habitat	7/10/12	1,176	0,556	112/23/24	4,171	0,124	11/23/14	1,167	0,557	10/32/29	18,25	0,0001

Em relação à associação entre as espécies, foram observadas correlações diretas e significativas entre as espécies *S. (Sy.) alata* e *S. freitasi*, *R. akodontis* e *P. (P.) zygodontomis*, e *R. akodontis* e *S. (Sy.) alata* (Tabela 9). Contudo os índices de associação de Jaccard entre estas espécies mostraram baixa similaridade (Tabela 10).

Tabela 9: Correlações entre as abundâncias dos helmintos recuperados de *N. lasiurus* no Município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

rs/ p-valor	<i>S. (Sy.) alata</i>	<i>P. (P)zygodontomis</i>	<i>S. freitasi</i>	<i>R. akodontis</i>
<i>S. (Sy.) alata</i>	1,00	0,27	0,02	0,05
<i>P. zygodontomis</i>	0,11	1,00	0,06	0,001
<i>S. freitasi</i>	0,24	0,18	1,00	0,28
<i>R. akodontis</i>	0,20	0,31	0,11	1,00

Tabela 10: Índice de similaridade de Jaccard para cada par de espécies mais abundantes de helmintos recuperadas de *N. lasiurus* no Município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

Espécies	<i>S. (Sy.) alata</i>	<i>P. (P) zygodontomis</i>	<i>S. freitasi</i>	<i>R. akodontis</i>
<i>S. (Sy.) alata</i>	-	-	-	-
<i>P. (P.) zygodontomis</i>	0,185	-	-	-
<i>S. freitasi</i>	0,200	0,260	-	-
<i>R. akodontis</i>	0,189	0,245	0,242	-

A comunidade helmíntica apresentou quatro espécies dominantes, sendo elas os nematoides *S. (Sy.) alata*, *P. (P.) zygodontomis* e *S. freitasi* e o cestóide *R. akodontis* (Tabela 11). *M. moliniformis* e *P. numidica* apresentaram co-dominância e os outros helmintos foram subordinados (Tabela 11).

Tabela 11: Índice de importância dos helmintos recuperados de *N. lasiurus* no Município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

Espécies	Índice de importância	Categoria
<i>S. (Sy.) alata</i>	8,053	Dominante
<i>P.(P.)zygodontomis</i>	3,712	Dominante
<i>S.freitasi</i>	86,387	Dominante
<i>Tricuris</i> sp	0,0002	Subordinada
<i>R.akodontis</i>	1,705	Dominante
<i>M. moniliformis</i>	0,103	Co-dominante
<i>P. numidica</i>	0,035	Co-dominante
<i>Physaloptera</i> sp	0,003	Subordinada

A estrutura da metacomunidade de helmintos apresentou padrões similares para as duas escalas investigadas. Na escala de infracomunidade foi observada uma estrutura quase-aninhada, com perda de espécies agrupadas (Tabela 12 e Fig. 21). Na escala de comunidade componente, a estrutura foi aninhada e com perda de espécies ao acaso (Tabela 12 e Fig. 22). Para ambas as escalas se nota que sítios pobres em espécies foram subconjuntos de sítios mais ricos (Fig. 21 e 22).

Tabela 12: Resultados da análise de coerência, turnover e limite de distribuição de espécies para a metacomunidade de helmintos de *N. lasiurus* coletados no Município de Uberlândia, MG, nas escalas de infracomunidade e comunidade componente. AE= Ausências embutidas; p = probabilidade; MR= Média Recíproca; DP = Desvio padrão; SUB= Substituições de espécies; IM= Índice de Morisita

Escalas	Coerência				Turnover				Limite de distribuição	
	AE	p	MR	DP	SUB	p	MR	DP	IM	p
Comunidade componente	6	0,020	12,797	2,932	14	0,052	68.394	28,032	2,260	0,0006
Infracomunidade	117	0,001	253,129	42,006	2116	0,164	5517,654	2445,240	1,530	0,000008



Figura 21: Matriz ordenada para metacomunidade de helmintos de *N. lasiurus* coletados no Município de Uberlândia, MG, na escala de infracomunidade.

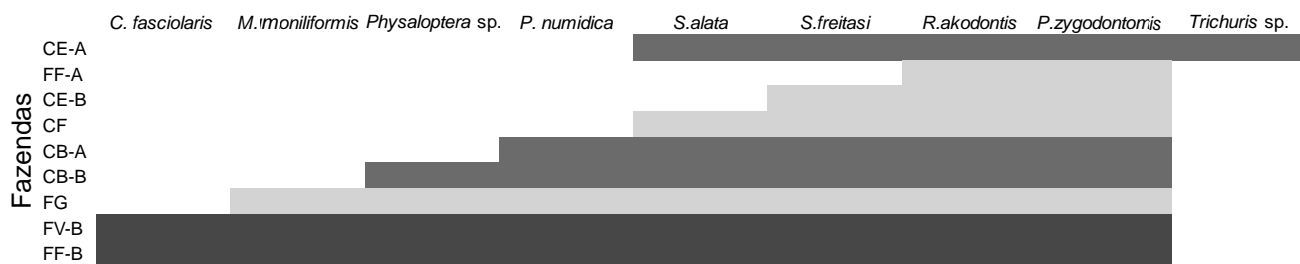


Figura 22: Matriz ordenada para metacomunidade de helmintos de *N. lasiurus* coletados no Município de Uberlândia, MG, na escala de comunidade componente. Borda de Cerrado (FF-A, CE-B, CF, FG); Borda de pastagem (CE-A, CB-A, CB-B); Borda de plantação (FV-B, FF-B).

5 DISCUSSÃO

O *Necromys lasiurus* é considerado o roedor mais abundante em suas áreas de ocorrência na borda de Cerrado e predomina em todos os tipos de fisionomias deste bioma (Alho & Pereira, 1985; Becker *et al.*, 2007; Grossmann 2015), podendo atuar como reservatório de algumas zoonoses (Limongi *et al.*, 2013; Sabino-Santos *et al.*, 2016). Esta espécie ocorre em áreas abertas de diversos biomas e é atualmente abundante em áreas de atividades agrícolas e de borda de pastagem (Bonvicino *et al.*, 2002; Estavillo *et al.*, 2013). Estudos sobre a sua capacidade de dispersão mostraram que este roedor está invadindo com êxito áreas perturbadas (Santos, 2015; Malange *et al.*, 2016) e tem sido favorecido pela conversão de áreas florestadas em áreas abertas do Cerrado e Mata Atlântica. A alta abundância deste roedor encontrada em áreas de borda de plantações e borda de pastagem neste estudo corroboram estas informações.

Quatro das nove espécies de helmintos amostradas foram descritas parasitando *N. lasiurus* no bioma Caatinga *S. (Sy.) alata*, *S. freitasi*, *P. (P.) zygodontomis* e *Protospirura numidica criceticola* (Quentin, 1967; Durette-Desset, 1968; Quentin, 1968a; Quentin *et al.*, 1968b). Grossmann (2015), recentemente, relatou parasitismo de oito espécies de helmintos (*Stilestrongylus stilesi*, *Stilestrongylus freitasi*, *Syphacia (Syphacia) alata*, *Syphacia criceti*, *Protospirura numidica criceticola*, *Pterygodermatites (Paucipectines) zygodontomis*, *Pterygodermatites sp.*, *Hymenolepis sp.*) em *N. lasiurus* na Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE) em Planaltina, DF, sendo que destas, apenas *S. freitasi*, *S. alata*, *P. numidica criceticola*, *P. (P.) zygodontomis* foram encontradas no presente estudo.

A curva de rarefação de infracomunidades de helmintos (hospedeiros) demonstra que a amostra do presente estudo foi bem representativa e as variações detectadas na riqueza de espécies da helmintofauna podem estar refletindo diferenças nas variáveis ambientais ao longo do espaço geográfico. A área de estudo apresentava diferentes habitats com características ambientais distintas, sendo que as áreas de borda de pastagem e borda de plantação diferiram entre si

em relação à composição e a riqueza de espécies de helmintos, apresentando maior diversidade nesta última.

As diferenças na diversidade de espécies de helmintos entre os tipos de habitat investigados observada através da análise de nMDS indica que as áreas perturbadas podem estar permitindo a presença de outras espécies de helmintos que não apresentam especificidade de hospedeiro, pois já foram descritas para outros roedores (Durette-Desset 1968; Rodríguez-Vivas *et al.*, 2011; Torres *et al.*, 2011b). Com isso, o *N. lasiurus* pode estar atuando como um dispersor de algumas espécies de helmintos cuja presença estaria sendo favorecida em áreas perturbadas, aumentando assim a diversidade da helmintofauna nestas áreas.

A espécie *Syphacia (Syphacia) alata* já havia sido reportada por Grossmann (2015), que encontrou prevalência de 9% em *N. lasiurus*, índice inferior ao encontrado no presente trabalho, que foi de 24%. Comparando-se com outras espécies de roedores sigmodontíneos, foram observadas infecções por *Syphacia carlitosi* com prevalência de 12,5% em *Akodon cursor* e de 6,6% em *Akodon montensis*, e por *Syphacia kinsellai* em *Oligoryzomys nigripes* com prevalência de 24,1% em áreas de Mata Atlântica (Simões *et al.*, 2012). Apesar destas espécies de parasitos não terem sido encontradas no presente trabalho, as prevalências de infecção por *Syphacia kinsellai* foram semelhantes às encontradas em *S. (Sy.) alata* neste estudo.

Syphacia (Sy.) alata tem o ciclo monoxeno, não dependendo de hospedeiro intermediário, apresentando ciclo de infecção direta. No presente estudo foram observadas intensidade ($46,90 \pm 84,71$) e abundância ($83,93 \pm 107,59$) muito maiores do que as registradas por Grossmann (2015), que foram de 1,60 e $0,15 \pm 0,5$, respectivamente, estando esta espécie entre as dominantes na comunidade. A estação seca pode estar favorecendo o aumento da transmissão desse helminto, de acordo com o resultado da GLM para esta espécie. Este resultado pode ser explicado pelo fato de que os ovos de *Syphacia* spp. são transmitidos principalmente por contato da região perianal entre hospedeiros (Chan, 1952) e estudos mostraram uma maior quantidade de hospedeiros fêmeas em condição reprodutiva no período de seca (Alho & Pereira, 1985; Becker *et al.*, 2007). Também já foi relatado que na estação seca há um aumento significativo da densidade de *N. lasiurus*, ocasionando

maior contato entre os hospedeiros (Becker *et al.*, 2007), facilitando deste modo a transmissão do parasito.

Com relação à importância médico-veterinária, a infecção por *Syphacia* spp. é comum em criadouros de animais de laboratório (Moreira *et al.*, 2013). Mesmo com os tratamentos anti-helmínticos disponíveis e sistemas de criação com barreira este helminto é bastante encontrado em colônias de roedores de laboratório (Moreira *et al.*, 2013).

S. freitasi apresentou alta prevalência em *N. lasiurus* e também foi classificada como dominante na comunidade. No estudo realizado por Grossmann no Cerrado, onde *N. lasiurus* foi amostrado, a prevalência (76%) foi semelhante com a obtida no presente trabalho (69,61%). Já os valores de intensidade (20,64) e de abundância ($15,76 \pm 26$) para *S. freitasi* encontrados por Grossmann apresentaram-se bem menores do que os do presente estudo ($83,93 \pm 107,59$ e $58,42 \pm 97,21$ respectivamente). Recentemente, Simões e colaboradores (2017) relataram *S. freitasi* parasitando *N. lasiurus* (80%) na Paraíba, aumentando sua distribuição geográfica, tendo, os valores de prevalência para *N. lasiurus* semelhantes ao encontrado nesse estudo.

No presente estudo, as análises estatísticas indicaram que a estação seca parece promover um aumento na prevalência, intensidade e abundância de *S. freitasi* nos roedores. Assim como em *S. (Sy.) alata*, a densidade do hospedeiro apresenta-se correlacionada com a transmissão dos parasitos de ciclo de vida direto. Isto tem sido observado em várias espécies de nematoides que são transmitidos diretamente entre os mamíferos (Arneberg *et al.*, 1998). Este comportamento leva a dispersão dos hospedeiros para novos ambientes e a maior chance de infecção por parasitos. Suriano e Navone (1992) observaram que a estação influenciou na prevalência de *S. freitasi* na Argentina, que apresentou prevalência máxima de 97% no outono (estação seca) e mínima de 57% no verão (estação chuvosa) em *Akodon simulator* (Cricetidae). Com relação aos valores de intensidade, estes foram maiores no verão (1588-1100), diminuindo no outono (816-750), sendo bem maiores que os encontrados neste estudo (estação seca $97,44 \pm 114,21$; estação chuvosa $28,93 \pm 45,67$).

Outro fator que podem estar influenciando a presença de *S. freitasi* em *N. lasiurus*, de acordo com os resultados da GLM é o habitat. As maiores abundância,

intensidade e prevalência de *S. freitasi* na área de borda de pastagem podem ser explicadas pelo fato de que esta área é mais homogênea e mais aberta que as outras. Uma vez que os hospedeiros são basicamente terrestres e de áreas abertas, eles podem ter desenvolvido um papel fundamental no estabelecimento do ciclo de vida deste helminto. Dadas às características específicas desse habitat, é provável que no bioma Cerrado, espécies de geo-helmintos se desenvolvam melhor em condições de seca e com vegetação menos complexa, uma vez que para a sobrevivência e desenvolvimento dos ovos, o helminto depende das condições do solo. Uma vez que o solo do Cerrado apresenta um pH ácido (Fageria & Stone, 1999), pode-se levantar a hipótese de que as áreas de borda de pastagem poderiam apresentar solo com característica mais favorável para o desenvolvimento do ciclo de vida dos geo-helmintos. Outro estudo com nematoides da superfamília Trichostrongyloidea também relatou altas prevalências e abundâncias em áreas perturbadas, porém em época chuvosa (Froeschke & Matthee 2014).

A maioria dos trabalhos com espécies do gênero *Stilestrongylus* normalmente apresentam altas prevalências, abundâncias e são dominantes nas comunidades de helmintos de roedores (Notarnicola *et al.*, 2010; Simões *et al.*, 2011). A transmissão de *S. freitasi* é facilitada pelo modo de disseminação (ciclo de vida direto) e pelo comportamento agregado das espécies hospedeiras, como por exemplo, no roedor *Akodon cursor* (Gentile *et al.*, 1997).

Os nematoides *P. (P.) zygodontomis*, *P. numidica criceticola* e *Physaloptera* sp., o cestóide *R. akodontis* e o acantocéfalo *M. moniliformis* possuem como hospedeiros intermediários artrópodes, ou seja, para que ocorra a transmissão destas espécies, é preciso que o hospedeiro definitivo, no caso o roedor, consuma um artrópode infectado. De acordo, com Ramos (2007), itens alimentares de origem animal foram encontrados em todos os conteúdos gastrointestinais de *N. lasiurus* analisados no Município de Uberlândia e sete táxons de artrópodes foram identificados, sendo que os táxons com mais de 30% de frequência foram Hymenoptera, Isoptera e Coleoptera, o que pode explicar a infecção dos roedores pela ingestão de larvas desses helmintos nos artrópodes (Ghizoni *et al.*, 2005).

Estudos taxonômicos do nematoide do gênero *Pterygodermatites* no Brasil apresentaram prevalências superiores a 30% em marsupiais (54,5%) (Torres *et al.*, 2007) e em morcegos (32,6%) (Cardia *et al.*, 2015). O único estudo que reportou

estimativas de parâmetros parasitológicos para a espécie *P. (P.) zygodontomis* foi o de Grossman (2015) na Estação Ecológica de Águas Emendadas no Distrito Federal, encontrando prevalência (80%), abundância ($5,82 \pm 3,13$) e intensidade (8,00) superiores aos do presente estudo (prevalência 58,82%, abundância $2,97 \pm 4,75$ e intensidade $5,05 \pm 5,28$) em *N. lasiurus*.

O cestóide *R. akodontis* apresentou uma alta prevalência quando comparado a estudos semelhantes realizados em roedores no Bioma Mata Atlântica (Simões *et al.*, 2011) e em fragmentos (Froeschke & Matthee, 2014) que relataram a presença de cestóides deste gênero. Verificou-se que este parasito parece constituir infecções de baixa intensidade e abundância. Este fato pode se dar pela grande dimensão deste parasito, dificultando a acumulação de muitos indivíduos desta espécie no mesmo hospedeiro, atingindo assim baixa intensidade de infecção.

A abundância de *R. akodontis* apresentou diferença estatisticamente significativa entre as áreas, sendo maior para o Cerrado. É provável que o Cerrado apresente uma maior heterogeneidade ambiental em relação às demais áreas, o que poderia estar relacionado à variabilidade e abundância de hospedeiros intermediários, necessários para o desenvolvimento do ciclo biológico desta espécie (Mares *et al.*, 1986; Marinho-filho *et al.*, 2002). *Trichuris* sp., *Physaloptera* sp. e *M. moniliformis* ficaram ausentes em áreas de borda de pastagem, sendo consideradas espécies satélites. Alternativamente, os hospedeiros intermediários relevantes para estes helmintos, com exceção de *Trichuris* sp., que é tem ciclo monoxênico, podem estar ausentes nas fazendas de pasto, tornando os roedores em fazendas menos propensos à infecção. No entanto, deve-se considerar que, embora não haja caso de infecção humana por *M. moniliformis* no Brasil, não se deve subestimar o potencial desta espécie como agente zoonótico, uma vez, que os humanos podem adquirir a infecção pela ingestão de artrópodes infectados e que pode ser facilmente confundida com outras doenças gastrointestinais (Salehabadi *et al.*, 2008).

O gênero *Trichuris* também compreende parasitos de importância médica e veterinária (Bundy & Cooper 1989), pois pode parasitar diferentes espécies, entre esses humano, primatas, suínos, cães, ovelhas, cabras, bovinos e roedores (Torres *et al.* 2011a; Robles & Navone, 2014). Somente um espécime de *Trichuris* sp. foi encontrado no presente estudo, o que dificulta sua identificação. Robles e Navone

(2014) relataram a ocorrência da espécie *Trichuris laevitesitis* em *N. lasiurus* na Argentina com prevalência de 14%.

A presença de apenas três espécimes do cestóide hepático *C. fasciolaris*, forma larvar da *Taenia taeniaeformis*, pode ser atribuída ao fato de que os roedores atuam como hospedeiros intermediários deste helminto, dependendo da composição ou da abundância de presas nessas áreas, onde os hospedeiros definitivos são carnívoros das famílias Felidae, Canidae e Mustelidae, incluindo gatos domésticos e cães, que apresentam densidades muito baixas na região (Soulsby, 1982). No presente estudo, a prevalência de *C. fasciolaris* foi de 1,9% similar ao encontrado por Simões (2011) em *Oligoryzomys nigripes* (1,8%) no bioma Mata Atlântica.

Alguns casos esporádicos de infecção humana por este cestóide foram relatados na Argentina, antiga Checoslováquia, Dinamarca e Taiwan (Karim, 2010). O ser humano ao ingerir o fígado de um roedor ou lagomorfo parasitado com o estrobilocerco (*C. fasciolaris*) pode ficar infetado com o parasito adulto, que se fixa à mucosa do intestino delgado (Baker, 2008). Ao ingerir água e/ou alimentos contaminados com fezes provenientes de um gato infetado, o indivíduo pode vir a desenvolver a forma larvar no fígado (Samuel *et al.*, 2001).

O maior número de fêmeas observado em relação aos machos para *S. (Sy.) alata*, *P. (P.) zygodontomis* e *S. freitasi* pode estar atribuído a uma estratégia reprodutiva ecológica que favorece a poligamia (Poulin & Dick, 2007), onde um aumento da produção de ovos pode aumentar as chances do parasito infectar o hospedeiro e, conseqüentemente, manter o seu ciclo de vida. Razões sexuais de 1:1, como a observada em *P. numidica*, podem estar relacionadas a um comportamento monogâmico, contudo, não há informações em literatura sobre esta espécie, sendo necessários mais estudos para explicar este fato.

A distribuição agregada observada em todos os helmintos analisados é um padrão frequente de distribuição parasitária na natureza (Bush *et al.*, 2001, Poulin, 2001), onde a maior parte dos parasitos ocorrem em apenas uma parcela da população de hospedeiros. Os grandes desvios padrões observados nos parâmetros parasitológicos também corroboram esta distribuição. Este padrão influencia a estruturação das comunidades, e pode favorecer uma maior riqueza de espécies na comunidade componente.

As correlações encontradas entre as populações de helmintos corroboraram em parte, com a estrutura encontrada na metacomunidade, embora alguns destes helmintos tenham ciclo de vida distintos. A metacomunidade de helmintos de *N. lasiurus* apresentou-se coerente em ambas às escalas analisadas, ou seja, a maioria das espécies está sendo influenciada por um mesmo gradiente ambiental representado por fatores abióticos ou bióticos, como abundância e densidade do hospedeiro, área de vida e amplitude de nicho (Presley *et al.*, 2010; Rigaud *et al.*, 2010; Dallas & Presley, 2014). Considerando-se que muitas espécies de parasitos exibem coevolução com os hospedeiros em resposta a uma história evolutiva compartilhada, é esperada uma similaridade em relação à resposta ao gradiente ambiental (Dallas & Presley 2014). Em um estudo anterior foi mostrado que a radiação para as espécies de *Stilestrongylus* sp. foi fortemente associada à diversificação de seus hospedeiros murídeos (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2000).

Foi observado que a maioria dos sítios caracterizados como pobres em espécies apresentou os helmintos dominantes *S. (Sy.) alata*, *P. (P.) zygodontomis*, *S. freitasi* e *R. akodontis*, indicando que estas espécies foram responsáveis pelo padrão de estruturação da metacomunidade em ambas escalas, de infracomunidade e comunidade componente. Esta é a tendência observada em comunidades parasitárias (Poulin, 2007).

O padrão aninhado observado para a comunidade componente e quase-aninhado para a infracomunidade indica que os ambientes nos quais os hospedeiros têm menos espécies são subconjuntos de áreas com maior riqueza parasitária. As áreas de plantação apresentaram hospedeiros com uma helmintoauna mais rica, sugerindo condições favoráveis aos ciclos de vida dessas espécies. A ocorrência dos helmintos dominantes *S. (Sy.) alata*, *P. (P.) zygodontomis*, *S. freitasi* e *R. akodontis* em áreas mais pobres em espécies indica o papel desses parasitas na estruturação de comunidades locais e regionais. O padrão quase-aninhado sugere que, nesse nível de ordenamento, a força de aninhamento na metacomunidade seja menor do que no padrão aninhado (Presley *et al.*, 2010), que pode ser resultado de diferenças entre as infracomunidades investigadas. A coincidência de limites ou o limite de distribuição das espécies com a perda de espécies agrupadas observado em ambas as escalas pode indicar que a especialização do habitat foi o fator determinante dos limites da distribuição das espécies (Presley *et al.*, 2010), que, no

caso dos parasitos, estaria relacionado aos indivíduos hospedeiros. O limite de distribuição agrupado sugere uma ocupação semelhante do mesmo gradiente ambiental por cada espécie (Presley *et al.*, 2010).

6 CONCLUSÕES

- O hábito explorador e terrestre do roedor *Necromys lasiurus*, bem como sua dieta onívora-insetívora favoreceram a presença de parasitos dos três filos de helmintos, incluindo espécies de geo-helmintos e de helmintos que possuem como hospedeiros intermediários artrópodes.

- O registro sobre a espécie de nematoide *Syphacia (Syphacia) alata* e *Pterygodermatites (Paucipectines) zygodontomis* feito neste estudo acrescentou informações sobre a ultraestrutura destas espécies através de microscopia eletrônica de varredura (artigo em anexo).

- A área de distribuição geográfica da espécie *Pterygodermatites (Paucipectines) zygodontomis* foi ampliada, uma vez que esta espécie só havia sido encontrada em Pernambuco e no Distrito Federal.

- A variedade de hospedeiros da espécie *Moniliformis moniliformis* e do gênero *Physaloptera* foram ampliadas com a inclusão do hospedeiro *Necromys lasiurus*.

- A maior diversidade de helmintos encontrada para áreas de borda de pastagem e borda de plantações em relação às áreas de borda de Cerrado podem indicar que o roedor esteja atuando como dispersor de algumas espécies que são favorecidas em áreas perturbadas.

- A transmissão de *S. alata* é favorecida em épocas mais secas do ano, o que pode ser devido ao hospedeiro ter maiores densidades e agregação nestes períodos permitindo uma maior transmissão entre os indivíduos.

- A transmissão de *S. freitasi* é favorecida em épocas mais secas do ano e em áreas perturbadas.

- A espécie *R. akodontis* foi mais abundante em áreas de borda de Cerrado (mais preservadas), uma vez que estas podem favorecer a ocorrência dos hospedeiros intermediários deste helminto.

- A estrutura aninhada e quase-aninhada da metacomunidade de helmintos de *N. lasiurus* nas escalas de comunidade componente e infracunidade, respectivamente, mostrou que a maioria das espécies está sendo influenciada por um mesmo gradiente ambiental.

- As espécies *S. (Sy.) alata*, *P. (P.) zygodontomis*, *S. freitasi* e *R. akodontis*, que foram as mais abundantes e dominantes nas infracomunidades foram as responsáveis pelo padrão aninhado de estruturação da metacomunidade.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alho, C.J.R., Pereira, L.A., 1985. Population ecology of a Cerrado rodent community in central Brazil. *Rev. Bras. Biol.* 45: 597-607.
- 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.
- Amin, O.M., Heckmann, R.A., Osama, M., Evans, R.P., 2016. Morphological and molecular descriptions of *Moniliformis saudi* sp. n. (Acanthocephala: Moniliformidae) from the desert hedgehog, *Paraechinus aethiopicus* (Ehrenberg) in Saudi Arabia, with a key to species and notes on histopathology. *Folia Parasitol.* 63: 1-12.
- Anderson R.C., 2000. Nematode Parasites of Vertebrates: Their Development and Transmission, (2nd ed) Ed.CAB International, Wallingford, Oxon, U. K.
- Anderson, R.C., Chabaud, A.G., Willmott, S., 2009. Keys to the nematode parasites of vertebrates. Archival Wallingfor, 463 pp.
- Arneberg P., Skorping A., Read A.F., 1998 Parasite abundance, body size, life histories and the energetic equivalent rule. *Am Nat.* 151:497-513.
- Baker, D.G., 2008. Flynn's Parasites of Laboratory Animals: Second Edition, Flynn's Parasites of Laboratory Animals: Second Edition.
- Becker, R.G., Paise, G., Baumgarten, L.C., Vieira, E.M., 2007. Estrutura de comunidades de pequenos mamíferos e densidade de *Necromys lasiurus* (Rodentia, Sigmodontinae) em áreas abertas do borda de Cerrado e do Brasil Central. *Mastozool Neotrop.* 14: 157-168.
- Begon, M., Townsend, C.R., Harper, J.L., 2006. *Ecology: From Individuals to Ecosystems*, Blackwell. ed. Oxford Press, New York. U.S.A.
- Bidaisee, S., Macpherson, C.N.L., 2014. Zoonoses and one health: A review of the literature. *J. Parasitol. Res.* 2014:1-8
- Bonvicino, C.R., Lindbergh, S.M., Maroja, L.S., 2002. Small non-flying mammals from conserved and altered areas of Atlantic forest and Cerrado: comments on their potential use for monitoring environment. *Brazilian J. Biol.* 62: 765-774.
- Bonvicino, C.R., Oliveira, J.A., D'Andrea, P., 2008. Guia dos roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseados em caracteres externos. Centro Pan-Americano

- de Febre Aftosa, Rio de Janeiro.
- Bundy, D.A, Cooper, E.S., 1989. *Trichuris* and trichuriasis in humans. *Adv. Parasitol.* 28, 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.
- Brandão-Filho, S. P., Brito, M. E, Carvalho, F. G., Ishikawa, E. A., Cupolillo, E., Floeter-Winter, L. & Shaw, J. J., 2003. Wild and synanthropic hosts of *Leshmania (Viannia) braziliensis* in the endemic cutaneous leishmaniasis locality of Amaraji, Pernambuco State, Brazil. *Trans. R. Soc. of Trop. Med. and Hyg.* 37: 291-296.
- Cardia, D.F.F., Tebaldi, J.H., Fornazari, F., Menozzi, B.D., Langoni, H., Nascimento, A.A., Bresciani, K.D.S., Lux Hoppe, E.G., 2015. *Pterygodermatites (Paucipectines) andyraicola* n. sp. (Spirurida: Rictulariidae), an Intestinal Nematode of Neotropical Molossidae Bats from Brazil. *Comp. Parasitol.* 82: 296–300.
- Cardoso, T.S., Simões, R.O., Luque, J.L.F., Maldonado, A., Gentile, R., 2016. The influence of habitat fragmentation on helminth communities in rodent populations from a Brazilian Mountain Atlantic Forest. *J. Helminthol.* 90: 460-468.
- Chabaud, A.G., Biocca, E., 1955. Vicariances spécifiques (et non génériques) chez des oxyures parasites de *Xerus africains*. Description de *Syphacia transafricana* n. sp. Et division du genre *Syphacia* Seurat, 1916. *Bull. Zool. Soc. Fr.* 80: 124-131.
- Chaisiri, K., Chaeychomsri, W., Siruntawineti, J., Bordes, F., Herbreteau, V., Morand, S., 2010. Human-dominated habitats and helminth parasitism in Southeast Asian murids. *Parasitol. Res.* 107: 931-937.
- Chan, K.F., 1952. Life cycle studies on the nematode *Syphacia obvelata*. *Am. J. Epidemiol.* 56: 14-21.
- Clements, F.E., 1916. Plant succession; an analysis of the development of vegetation. Carnegie Institution of Washington.
- Combes, C., 2001. Parasitism: The ecology and evolution of intimate interactions, Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Crook, J.R., Grundmann, A.W., 1964. The life history of *Protospirura numidica* Seurat, 1914 (Nematoda: Spiruroidea). *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 31: 225-229.
- Czaplinski, B., Vaucher, C., 1994. Family Hymenolepididae Ariola, 1899, Keys to th. ed. Cambridge: Commonwealth Agricultural Bureaux International.

- D'Elía, G., Pardiñas, U.F.J., Teta, P., Patton, J.L., 2007. Definition and Diagnosis of a New Tribe of Sigmodontine Rodents (Cricetidae: Sigmodontinae), and a Revised Classification of the Subfamily. *Gayana (Concepción)*. 71: 187-194.
- 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.
- De Muno R.M., Moura M.A., Carvalho L.C., Seabra S.H., Barbosa H.S., 2014. Spontaneous cystogenesis of *Toxoplasma gondii* in feline epithelial cells in vitro. *Folia Parasitol.* 61: 113-119.
- Dewi, K., Hasegawa, H., Asakawa, M., 2014. Description of two new species of *Syphacia* (Nematoda: Oxyuridae) collected from *Eropeplus canus* (Rodentia: Muridae), an endemic rat of Sulawesi, Indonesia, with proposal of new subgenera. *Raffles Bull. Zool.* 62: 647-654.
- Dogiel, V.A., 1964. General parasitology. Edinburgh, U.K: Oliver & Boyd Ltda.
- Drake, J.A., 1990. The mechanics of community assembly and succession. *J. Theor. Biol.* 147: 213-233.
- Durette-Desset, M.C., 1968. Nématodes Heligmosomes D'Amérique du Sud I. Description de deux nouvelles espèces: *Stilestrongylus freitasi*, parasite de *Zygodontomys lasiurus* et *Viannela lenti*, parasite de *Galea spixi*. *Bull. Muséum Natl. D'Histoire Nat.* 40: 403-412.
- Durette-Desset, M.C., Digiani, M.C., 2012. The caudal bursa in the Heligmonellidae (Nematoda: Trichostrongylina). Characterization and hypothesis on its evolution. *Parasite*. 19: 3-18.
- Durette-Desset, M.C., Tchepprakoff, R., 1969. Nématodes Héliamosomes D'Amérique du Sud V. Description de trois nouvelles espèces, parasites du *Cercomys cunicularis* Cuvier, 1929. *Bull. Muséum Natl. D'Histoire Nat.* 41: 584-597.
- Estavillo, C., Pardini, R., Rocha, P.L.B., 2013. Forest Loss and the Biodiversity Threshold: An Evaluation Considering Species Habitat Requirements and the Use of Matrix Habitats. 8: e82369
- Ezenwa, V.O., 2004. Host social behavior and parasitic infection: A multifactorial approach. *Behav. Ecol.* 15: 446-454.
- Fageria, N.K., Stone, L.F., 1999. Manejo da acidez de solos de Cerrado e de várzea

- do Brasil. Embrapa Arroz e Feijão. Santo Antônio de Goiás, GO. 42pp.
- Farrell, M.J., Berrang-Ford, L., Davies, T.J., 2013. The study of parasite sharing for surveillance of zoonotic diseases. *Environ. Res. Letters*. 8: 1-7.
- Fernandes, J., Oliveira, R.C., Guterres, A., de Carvalho Serra, F., Bonvicino, C.R., D'Andrea, P.S., Cunha, R.V., Levis, S., de Lemos, E.R.S., 2015. Co-circulation of Clade C New World Arenaviruses: New geographic distribution and host species. *Infect. Genet. Evol.* 33: 242-245.
- Ferraz, J., Souza, J., Costa-Silva, M., Torres, E., Santana, A., Lanfredi, R., Maldonado, A., Garcia, J., 2012. Effect of praziquantel on adult *Echinostoma paraensei* worms in experimentally infected mice. *Parasitol. Res.* 111: 143–148.
- 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.
- Froeschke, G., Matthee, S., 2014. Landscape characteristics influence helminth infestations in a peri-domestic rodent--implications for possible zoonotic disease. *Parasites & Vectors*. 7: 393-406
- Gardner, S.L., Campbell, M.L., 1992. Parasites as probes for biodiversity. *The J. Parasitol.* 78:596
- Gentile, R., Andrea, P.S.D., Cerqueira, R., 1997. Home ranges of *Philander frenata* and *Akodon cursor* in a Brazilian restinga (Coastal Shrubland). *J. Zool.* 4: 105-112.
- Ghizoni, I.R., Layme, V.M.G., Lima, A.P., Magnusson, W.E., 2005. Spatially explicit population dynamics in a declining population of the tropical rodent, *Bolomys lasiurus*. *J. Mammal.* 86: 677-682.
- Giacomini, H.C., 2010. Modelos Dinâmicos de Assembéia. *Oecologia Aust.* 14: 327-358.
- Gillespie, T.R., Chapman, C.A., 2008. Forest fragmentation, the decline of an endangered primate, and changes in host-parasite interactions relative to an unfragmented forest. *Am. J. Primatol.* 70: 222-230.
- Gleason, H.A., 1926. The Individualistic Concept of the Plant Association. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*. 53: 7.
- Gomes, A.P.N., Olifiers, N., Souza, J.G.R., Barbosa, H.S., D'Andrea, P.S.,

- Maldonado, A., 2015. A New Acanthocephalan Species (Archiacanthocephala: Oligacanthorhynchidae) from the Crab-Eating Fox (*Cerdocyon thous*) in the Brazilian Pantanal Wetlands. *J. Parasitol.* 101: 74-79.
- Gomes, D.C., Vicente, J.J., 1984. Helminthos parasitos de *Nectomys squamipes* (Brants) do município de Sumidouro, RJ. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.* 79: 67-73.
- González, M.T., Barrientos, C., Moreno, C.A., 2006. Biogeographical patterns in endoparasite communities of a marine fish (*Sebastes capensis gmelin*) with extended range in the Southern Hemisphere. *J. Biogeog.* 33: 1086-1095.
- Graham, A.L., 2008. Ecological rules governing helminth microparasite coinfection. *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 105: 566-570.
- Grimm, N., Faeth, S., Golubiewski, N., 2008. Global change and the ecology of cities. *Science.* 319: 756-760.
- Grossmann, N.V., 2015. Relações Parasito-Hospedeiro de Endo e Ectoparasitas em Pequenos Mamíferos em um borda de Cerradodo Brasil Central. Dissertação. Universidade de Brasília. 167 p.
- Guerreiro Martins, N.B., Robles, M. del R., Navone, G.T., 2014. Distribución geográfica de cestodes Hymenolepididae de *Oxymycterus rufus* (Rodentia - Cricetidae) en Argentina. *Rev. Argent. Parasitol.* 2: 14-22.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D., 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol. Electron.* 4: 1-9.
- Han, B.A., Park, A.W., Jolles, A.E., Altizer, S., 2015. Infectious disease transmission and behavioural allometry in wild mammals. *J. Anim. Ecol.* 84: 637-646.
- Hasegawa, H., 1990. *Protospirura okinavensis* sp. n. (Nematoda: Spiruridae) from *Mus caroli* on Okinawa Island, Japan. *J. Helminthol.* 57: 153-156.
- Hatcher, M.J., Dick, J.T.A., Dunn, A.M., 2012. Diverse effects of parasites in ecosystems: linking interdependent processes. *Frontiers in Ecology and the Environment.* 10:186-194.
- Haukisalmi, V., Hardman, L.M., Foronda, P., Feliu, C., Laakkonen, J., Niemimaa, J., Lehtonen, J.T., Henttonen, H., 2010. Systematic relationships of hymenolepidid cestodes of rodents and shrews inferred from sequences of 28S ribosomal RNA. *Zool. Scr.* 39: 631-641.
- Healey, M.C., Grundmann, A.W., 1974. The Influence of Intermediate Hosts on the Infection Pattern of *Protospirura numidica criceticola* Quentin, Karimi, and

- Rodriguez De Almeida, 1968 (Nematoda: Spiruridae) in the Bonneville Basin, Utah. *Proc. Helm. Soc. Wash.* 41: 59-63.
- Heino, J., Soininen, J., Alahuhta, J., Lappalainen, J., Virtanen, R., 2015. A comparative analysis of metacommunity types in the freshwater realm. *Ecol. Evol.* 5: 1525-1537.
- Herrera, E.J.R., Miño, M.H., Notarnicola, J., Robles, M.D.R., 2011. A New Species of *Syphacia* (Nematoda: Oxyuridae) From *Calomys laucha* (Rodentia: Cricetidae) in an Agroecosystem of Central Argentina. *J. Parasitol.* 97: 676-681.
- Hugot, J.P., 1988. Les Syphaciinae (Oxyurida, Nematoda) parasites de Rongeurs et de Lagomorphes: taxonomie, zoogéographie, évolution, Serie A. ed. Mémoires du *Mus. Nat. d'Hist. Nat., Zoologie.*
- Hugot, J.P., Quentin, J.C., 1985. Etude morphologique de six especes nouvelles ou peu connues appartenant au genre *Syphacia* (Oxyuridae, Nematoda) parasites de Rongeurs Cricetides et Murides. *Bull. Mus. Natl. Hist. Nat., Paris*, 4e Ser. 7, sect. A, 2: 383-400.
- Hulbert, I.A.R., Boag, B., 2001. The potential role of habitat on intestinal helminths of mountain hares, *Lepus timidus*. *J. Helminthol.* 75: 345-349.
- Humberg, R.M.P., Tavares, L.E.R., Paiva, F., Oshiro, E.T., Bonamigo, R.A., T. Júnior, N., Oliveira, A.G., 2011. *Turgida turgida* (Nematoda: Physalopteridae) parasitic in white-bellied opossum, *Didelphis albiventris* (Marsupialia: Didelphidae), state of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Pesqui. Veter. Bras.* 31: 78-80.
- IBGE, 2015. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=317020>. Acessado em 13 de agosto de 2015.
- INMET, 2015. Instituto Nacional de Meteorologia. <http://www.inmet.gov.br>. Acessado em 20 de outubro de 2015.
- Jiménez-Ruiz, F.A., García-Prieto, L., Pérez-Ponce de León, G., 2002. Helminth infracommunity structure of the sympatric garter snakes *Thamnophis eques* and *Thamnophis melanogaster* from the Mesa Central of Mexico. *J. Parasitol.* 88: 454-460.
- Kareiva, P., Watts, S., McDonald, R., Boucher, T., 2007. Domesticated nature: shaping landscapes and ecosystems for human welfare. *Science.* 316: 1866-1869.
- Karim, A., 2010. Scanning Electron Microscopy and Histological Morphology of

- Cysticercus fasciolaris* , which induced Fibrosarcomas in Laboratory Rats. *Annals of Microsc.* 10: 44-48.
- Kataranovski, M., Zolotarevski, L., Belij, S., Mirkov, I., Stosic, J., Popov, A., 2010. First record of *Calodium hepaticum* and *Taenia taeniaeformis* liver infection in wild Norway rats (*Rattus norvegicus*) in Serbia. *Arch. Biol. Sci.* 62: 431-440.
- Kinsella, M., 1972. Study of 3 species of *Syphacia* oxyurid parasites of North American Cricetidae rodents . Hypothesis on the filiations of American species. *Ann. Parasitol.* 47: 717-733
- Krasnov, B.R., Stanko, M., Miklisova, D., Morand, S., 2006. Habitat variation in species composition of flea assemblages on small mammals in central Europe. *Ecol. Res.* 21: 460-469.
- 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.
- Leite, R.N., Kolokotronis, S.O., Almeida, F.C., Werneck, F.P., Rogers, D.S., Weksler, M., 2014. In the wake of invasion: Tracing the historical biogeography of the South American cricetid radiation (Rodentia, Sigmodontinae). *PLoS One.* 9.
- Lello, J., Boag, B., Fenton, A., Stevenson, I.R., Hudson, P.J., 2004. Competition and mutualism among the gut helminths of a mammalian host. *Nature.* 428, 840-844.
- Lemos, E.R.S., D'Andrea, P., 2014. Trabalho com animais silvestres: procedimentos, riscos e biossegurança. Rio de Janeiro. 180pp.
- Lent, H., Freitas, J.F.T., 1938. Três novos Trichostrongylideos parasitos de roedores brasileiros. Livro Jubil. Prof. Lauro Travassos, Rio de Janeiro, 269-273.
- Lichtenfels, J.R., 1970. Two New Species of *Pterygodermatites* (*Paucipectines*) Quentin , 1969 (Nematoda : Rictulariidae) with a Key to the Species from North American Rodents. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 37: 94-101.
- Limongi, J.E., Moreira, F.G., Peres, J.B., Suzuki, A., Ferreira, I.B., Souza, R.P., Pinto, R.M.C., Pereira, L.E., 2013. Serological survey of hantavirus in rodents in

- Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. *Rev. Inst. Med. Trop.* 55: 155-158.
- Ludwig, J.A., Reynolds, J.F., 1988. Statistical ecology: a primer in methods and computing. New York, Wiley Intersci. Publ.
- Lynggaard, C., García-Prieto, L., Guzmán-Cornejo, C., Osorio-Sarabia, D., 2014. *Pterygodermatites (Paucipectines) baiomydis* n. sp. (Nematoda: Rictulariidae), a parasite of *Baiomys taylori* (Cricetidae). *Parasite*. 21: 58-64.
- Mafra, A.C., Lanfredi, R.M., 1998. Reevaluation of *Physaloptera bispiculata* (Nematoda: Spiruroidea) by light and scanning electron microscopy. *J. Parasitol.* 84: 582-588.
- Malange, J., Izar, P., Japyassú, H., 2016. Personality and behavioural syndrome in *Necomys lasiurus* (Rodentia: Cricetidae): notes on dispersal and invasion processes. *Acta Ethol.* 19: 189-195.
- Maldonado-Júnior, A., Gentile, R., Fernandes-Moraes, C.C., D'Andrea, P.S., Lanfredi, R.M., Rey, L., 2006. Helminth communities of *Necomys squamipes* naturally infected by the exotic trematode *Schistosoma mansoni* in southeastern Brazil. *J. Helminthol.* 80: 369-375.
- 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.
- Mas-Coma, S., Valero, M. a, Bargues, M.D., 2008. Effects of climate change on animal and zoonotic helminthiasis. *Rev. Sci. Tech.* 27: 443-457.
- Matey, V.E., Kuperman, B.I., Kinsella, J.M., 2001. Scanning electron microscopy of *Turgida turgida* (Nematoda: Spiruroidea), parasite of the Virginia opossum, *Didelphis virginiana*, from southern California. *J. Parasitol.* 87: 1199-1202.
- McKinney, M.L., Drake, J.A., 1998. Biodiversity dynamics: Turnover of Populations, Taxa, and Communities. ed. Biodiversity Dynamics. Columbia University Press.
- Meerburg, B.G., Singleton, G.R., Kijlstra, A., 2009. Rodent-borne diseases and their risks for public health. *Crit. Rev. in Microbiol.* 35: 221-270
- Minõ, M.H., Herrera, E.J.R., Notarnicola, J., 2013. The wild rodent *Akodon azarae*

- (Cricetidae: Sigmodontinae) as intermediate host of *Taenia taeniaeformis* (Cestoda: Cyclophyllidea) on poultry farms of central Argentina. *Mast. Neotrop.* 20: 407-412.
- Miño, M.H., Rojas Herrera, E.J., Notarnicola, J., Robles, M.D.R., Navone, G.T., 2012. Diversity of the helminth community of the Pampean grassland mouse (*Akodon azarae*) on poultry farms in central Argentina. *J. Helminthol.* 86: 46-53.
- Mittelbach, G.G., 2012. Community ecology. Sinauer, Sunderland.
- Moreira, W.C., Santos, B.F., Cardoso, A., Couto, S.E.R., 2013. Erradicação de *Syphacia spp.* de uma grande colônia de Criação de roedores combinando ivermectina oral, sistema de barreira sanitária e higienização ambiental. *RESBCAL.* 2: 111-123.
- Morgan, B.B., 1943. The *Physaloptera* (Nematoda) of rodents. *Wasmann Collect.* 5: 99-107.
- Morgan, B.B., 1947. Host-parasite relationships and geographical distribution of the Physalopterinae (Nematoda). *Trans. Wisconsin Acad. Sci. Arts Lett. Illinois.* 38: 273-292.
- Musser, G.G., Carleton, M.D., 2005. Superfamily Muroidea, in: *Mammal Species of the World, Third Edition.* pp. 894-1531.
- Notarnicola, J., Digiani, M.C., López, P.M., 2010. Redescriptions of the Nematodes *Litomosoides patersoni* (Mazza, 1928) (Onchocercidae) and *Stilestrongylus stilesi* Freitas, Lent, and Almeida, 1937 (Heligmonellidae) Parasites of *Holochilus chacarius* (Rodentia, Cricetidae) From Salta, Argentina. *J. Parasitol.* 96: 993-1001.
- Nunn, C.L., Altizer, S., 2006. Infectious diseases in primates: behavior, ecology and evolution, Oxford Series in Ecology and Evolution.
- Oksanen, J., Blanchet, F.G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P.R., O'Hara, R., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H., Szoecs, E., Wagner, H., 2016. Community Ecol. Packag. URL <http://cran.r-project.org/package=vegan> (Acessado em 3.10.16).
- Oliveira, R.C., Guterres, A., Fernandes, J., D'Andrea, P.S., Bonvicino, C.R., de Lemos, E.R.S., 2014. Hantavirus reservoirs: Current status with an emphasis on data from Brazil. *Viruses.* 6: 1929-1973.
- Ollerenshaw, C.B., Smith, L.P., 1969. Meteorological factors and forecasts of helminthic disease. *Adv. in parasitol.* 7: 283-323.

- Orozco, M.M., Piccinali, R. V, Mora, M.S., Enriquez, G.F., Cardinal, M.V., Gürtler, R.E., 2014. The role of sigmodontine rodents as sylvatic hosts of *Trypanosoma cruzi* in the Argentinean Chaco. *Infect. Genet. Evol.* 22: 12-22.
- Palmer, W.M., 1990. The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology.* 71, 1195-1198.
- Pamplona-Basilio, M.C., Barbosa, H.S., Cohen, S.C., 2011. Scanning electron microscopy on *Gotocotyla acanthura* (Monogenea, Gotocotylidae) from *Pomatomus saltatrix* (Osteichthyes, Pomatomidae) in Brazil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* 20: 342–346.
- Pence, D. B. Esch, G. W.; Bush, A. O.; Aho, J.M., 1990. Helminth community of mammalian hosts: Concepts at the infracommunity, component community and compound community levels, In Parasit. ed. Chapman and Hall, New York, New York.
- Pereira, F.B., Alves, P. V, Rocha, B.M., Lima, S.D.S., Luque, J.L., Squamata, M., From, T., Brazil, S., 2012. A New *Physaloptera* (Nematoda : Physalopteridae) parasite of *Tupinambis merianae* (Squamata : Teiidae) from Southeastern Brazil. *J. Parasitol.* 98: 1227-1235.
- Pérez-Ponce de León, G., Gardner, S.L., Falcón-Ordáz, J., 2000. Phylogenetic relationships among species of *Stilestrongylus* Freitas, Lent and Almeida, 1937 (Trichostrongyloidea: Heligmonellidae: Nippostrongylinae), parasites of myomorph rodents (Rodentia: Muridae) in the Neotropics. *J. Parasitol.* 86: 1326-1335.
- Poulin, R., 2001. Interactions between species and the structure of helminth communities. *Parasitol.* 122: S3-S11.
- Poulin, R., 2003. The decay of similarity with geographical distance in parasite communities of vertebrate hosts. *J. Biogeog.* 30: 1609-1615.
- Poulin R., 2007. Evolutionary ecology of parasites. Princeton: Princeton University Press. 332 p.
- Poulin, R., Dick, T.A., 2007. Spatial variation in population density across the geographical range in helminth parasites of yellow perch *Perca flavescens*. *Ecography (Cop.)*. 30: 629-636.
- 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., 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 the coastal Atlantic Forest, Brazil. *Ecol. Res.* 23: 207-215.
- Quentin, J.C., 1967. *Rictularia zygodontomis* n. sp., nématode nouveau parasite de rongeurs Du Brésil. *Bull. du Muséum Natl. D'Histoire Nat.* 39: 740-744.
- Quentin, J.C., 1968. Description de *Syphacia (Syphacia) alata* n. sp. Oxyure parasite du rongeur Cricetidae, *Zygodontomys lasiurus* (Lund, 1840). *Bull. du Muséum Natl. D'Histoire Nat.* 2: 807-813.
- Quentin, J.C., 1969a. Étude de nématodes *Syphacia* parasites de rongeurs Cricetidae Sud-Américains et de leurs corrélations biogéographiques avec certaines espèces néarctiques. *Nulleti du Muséum Natl. D'Histoire Nat.* 4: 909-925.
- Quentin, J.C., 1969b. Essai de classification des nématodes Rictulaires. *Mémoires du Muséum Natl. D'histoire Nat.* LIV, 1-115.
- Quentin, J.C., 1971a. Sur les modalités d'évolution chez quelques lignées d'Helminthes de Rongeurs Muroidea. *Cah. O.R.S.T.O.M. Ent. mèd. Parasitol.* 103-176.
- Quentin, J.C., 1971b. Morphologie comparée des structures céphaliques et génitales des Oxyures du genre *Syphacia*. *Ann. Parasitol.* 46: 15-60.
- Quentin, J.C., Karini, Y., Almeida, C.R., 1968. *Protospirura numidica criceticola* n. subsp. parasite de Rongeurs cricetidae du Brésil. Cycle évolutif. *Ann. Parasitol.* 53: 583-596.
- 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.
- Ramos, V.D.N., 2007. Ecologia alimentar de pequenos mamíferos de áreas de Cerrado no sudeste do Brasil. Dissertação em Ecol. e Conserv. Recursos Naturais. Univ. Fed. Uberlândia, Uberlândia. 68 pp.
- Rêgo, A.A., 1967. Sobre alguns Cestódeos parasitos de roedores do Brasil (Cestoda, Cyclophyllidea). *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.* 65: 1-18.
- Reis, N. R., Peracchi, A. L., Pedro, W.A., Lima, I.P., 2011. Mamíferos do Brasil.

- Londrina, Paraná: Editora UEL, 2 ed.
- Reisen, W.K., 2010. Landscape epidemiology of vector-borne diseases. *Ann. Rev. of Entomol.* 55: 461-483.
- Ribas, A., Veciana, M., Chaisiri, K., Morand, S., 2012. *Protospirura siamensis* n. sp. (Nematoda: Spiruridae) from rodents in Thailand. *Syst. Parasitol.* 82: 21-27.
- 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 (Cop.)*. 36: 854-863.
- Rigaud, T., Perrot-Minnot, M.J. & Brown, M.J.F., 2010. Parasite and host assemblages: embracing the reality will improve our knowledge of parasite transmission and virulence. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 277: 3693–3702
- 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., 2010. La importancia de los nematodos Syphaciini (Syphaciinae-Oxyuridae) como marcadores específicos de sus hospedadores. *Mast. Neotrop.* 17: 305-315.
- 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., Navone, G.T., 2007. A new species of *Syphacia* (Nematoda: Oxyuridae) from *Akodon azarae* (Rodentia: Cricetidae) in Argentina. *J. Parasitol.* 93: 383-391.
- Robles, M.R., Navone, G.T., 2014. New host records and geographic distribution of species of *Trichuris* (Nematoda: Trichuriidae) in rodents from Argentina with an updated summary of records from America. *Mast. Neotrop.* 21: 67-78.
- Robles, M.R., Navone, G.T., Notarnicola, J., 2006. A new species of *Trichuris* (Nematoda: Trichuriidae) from Phyllotini rodents in Argentina. *J Parasitol.* 92: 100-104.
- Robles, M.R., Navone, G.T., Teresa, G., 2010. Redescription of *Syphacia venteli* Travassos, 1937 (Nematoda: Oxyuridae) from *Nectomys squamipes* in Argentina and Brazil and description of a new species of *Syphacia* from *Melanomys*

- caliginosus* in Colombia. *Parasitol. Res.* 106: 1117-1126.
- Robles, M.R., Panisse, G., Navone, G.T., 2014. A new species of *Syphacia* (*Seuratoxyuris*) (Nematoda: Oxyuridae) from *Sooretamys angouya* Fischer, 1814 (Rodentia: Cricetidae) in Argentina. *Acta Trop.* 139: 23-31.
- Rodríguez, J.E., 1993. Roedores plaga: un problema permanente en América Latina y el Caribe. FAO, Of. Reg. para América Lat. y el Caribe Santiago, Chile. Santiago, Chile.
- Rodríguez-Vivas, R.I., Panti-May, J.A., Parada-López, J., Hernández-Betancourt, S.F., Ruiz-Piña, H. A., 2011. The occurrence of the larval cestode *Cysticercus fasciolaris* in rodent populations from the Cuxtal ecological reserve, Yucatan, Mexico. *J. Helminthol.* 85: 458-461.
- Sabino-Santos, G., Maia, F.G.M., Jonsson, C.B., Goodin, D.G., Salazar-Bravo, J., Figueiredo, L.T.M., 2016. Serologic Evidence of Mammarenaviruses among Wild Rodents in Brazil. *J. Wildl. Dis.* 52: 766-769.
- Salehabadi, A., Mowlavi, G., Sadjjadi, S.M., 2008. Human infection with *Moniliformis moniliformis* (Bremser 1811) (Travassos 1915) in Iran: Another Case Report After Three Decades. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 8: 101-103.
- Samuel, W.M., Pybus, M.J., Kocan, A.A., 2001. Parasitic Diseases of Wild Mammals. Parasit. Dis. Wild Mamm. 2nd ed.
- Santos, F. de O., 2015. Estudo da ocorrência de *Necromys lasiurus* (Lund, 1841) em áreas de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro, com vistas a avaliação de seu papel como potencial reservatórios de hantavírus. Monografia. Rio de Janeiro.
- São Luiz, J., Simões, Raquel Oliveira, Torres, E.L., Barbosa, H.S., Santos, J.N., Giese, E.G., Rocha, F.L., Maldonado, A.J., 2015. A new species of Physaloptera (nematoda: physalopteridae) from *Cerradomys subflavus* (rodentia: sigmodontinae) in the Cerrado biome, brazil. *Neotrop. Helminthol.* 9: 11-17.
- São Luiz, J., 2015. Taxonomia morfológica e filogenia molecular de Physaloptera (Nematoda: Spirurida). Tese de doutorado. Rio de Janeiro.
- Schmidt, G.D., 1986. CRC Handbook of Tapeworm Identification. Boca Raton: CRC Press.
- Seurat, 1916. Sur les Oxyures des Mammifères. *Société de Biologie.* 120: 64-68.
- Simões, R., Gentile, R., Rademaker, V., D'Andrea, P., Herrera, H., Freitas, T., Lanfredi, R., Maldonado, A., 2010. Variation in the helminth community structure

- of *Trichomys pachyurus* (Rodentia: Echimyidae) in two sub-regions of the Brazilian Pantanal: the effects of land use and seasonality. *J. Helminthol.* 84: 266-75.
- Simões, R.D.O., Garcia, J.S., Costa-Neto, S.F. da, Santos, M.M. dos, Faro, M.J., Maldonado Júnior, A., 2017. Survey of helminths in small mammals along the aqueduct of the São Francisco river in the Caatinga Biome. *Oecologia Aust.* 21, 88-92.
- Simões, R.O., Souza, J.G.R., Maldonado, A., 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. of Helminthol.* 85: 171-178.
- Smales, L.R., Harris, P.D., Behnke, J.M., 2009. A redescription of *Protospirura muricola* Gedoelst, 1916 (Nematoda: Spiruridae), a parasite of murid rodents. *Syst. Parasitol.* 72, 15-26.
- Soulsby, E.J.L., 1982. Helminths, arthropods and protozoa of domesticated animals, 7th ed. ed. London, UK.
- Souza, J.G.R., Digiani, M.C., Simões, R.O., Luque, J., Rodrigues-Silva, R., Maldonado, A., 2009a. A New Heligmonellid Species (Nematoda) from *Oligoryzomys nigripes* (Rodentia: Sigmodontinae) in the Atlantic Forest, Brazil. *J. Parasitol.* 95: 734-738.
- Souza, J.G.R., Simões, R.O., Thiengo, S. a R.C., Lima, W.S., Mota, E.M., Rodrigues-Silva, R., Lanfredi, R.M., Maldonado, A., 2009b. A new metastrongilid species (Nematoda: Metastrongylidae): a lungworm from *Akodon montensis* (Rodentia: Sigmodontinae) in Brazil. *J. Parasitol.* 95: 1507-11.
- Souza, M.V. de, Sianto, L., Chame, M., Ferreira, L.F., Araujo, A., 2012. *Syphacia* sp. (Nematoda: Oxyuridae) in coprolites of *Kerodon rupestris* Wied, 1820 (Rodentia: Caviidae) from 5,300 years BP in Northeastern Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio Janeiro.* 107: 539-542.
- Stuart, M., Pendergast, V., Rumfelt, S., Pierberg, S., Greenspan, L., Glander, K., Clarke, M., 1998. Parasites of Wild Howlers (*Alouatta* spp.). *Int. J. Primatol.* 19: 493-512.
- Stuart, M.D., Greenspan, L.L., Glander, K.E., Clarke, M.R., 1990. A coprological survey of parasites of wild mantled howling monkeys, *Alouatta palliata palliata*. *J. Wildl. Dis.* 26: 547-549.

- Suriano, D.M., Navone, G.T., 1992. Systematics and ecology of *Stilestrongylus freitasi* Durette-Dessete, 1968 and *Hassalstrongylus multiovatus* n. sp. (Nematoda: nippostrongylineae) from *Akodon simulator* (Cricetidae) in Tucumán (Argentina). *Reserch Rev. Parasitol.* 52: 51-55.
- 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., 1979. Contribución al conocimiento de la fauna parasitológica Argentina. IV. *Rictularia massoi* sp. n. y *Enterobius yagoi* sp. n. (Nematoda). *Acta Zool. Lilloana.* 35: 29-37.
- Sutton, C.A., 1989. Contribution to the knowledge of Argentina's parasitological fauna XVII. Spirurida (Nematoda) from Neotropical Cricetidae: *Physaloptera calnuensis* n. sp. and *Protospirura numidica criceticola* Quentin, Karimi and Rodriguez de Almeida. *Bull. du Muséum Natl. D'Histoire Nat. Paris.* 11: 61-67.
- Sutton, C.A., 1994. Studies on the Nematodes parasites of Argentine cricetid rodents. *Gayana Zool.* 58: 71-77.
- 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. Infec. Dis.* 10: 2127-2134.
- 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., Torrelío, C. Z., Vittecoq, M., Bailly, X., Aguirre, A. A., Daszak, P., Prieur-Richard, A.H., Mills, J. N. & Guegan, J. F., 2015. Metacommunity and phylogenetic structure determine wildlife and zoonotic infectious disease patterns in time and space. *Ecol Evol.* 5(4):865-73.
- Tavela, A.D.O., Fuzessy, L.F., e Silva, V.H.D., da Silva, F.D.F.R., Junior, M.C., Silva, I.D.O., Souza, V.B., 2013. Helminths of wild hybrid marmosets (*Callithrix sp.*) living in an environment with high human activity. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* 22: 391-397.
- Thomas, F., Bonsall, M., Dobson, A., 2005. Parasitism, biodiversity, and conservation, Parasitism and ecosystems. ed. Oxford Press, New York. U.S.A.
- Thomas, F.; Guégan, J, F.; Renaud, F., 2009. Ecology and Evolution of Parasitism. ed. Oxford Press, New York. U.S.A.
- Thomas, O., 1916. The grouping of the South-American Muridae commonly referred to *Akodon*. *Ann. Mag. Nat. Hist.* 8: 336-340.

- 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.
- Tiner, J.D., 1948. *Syphacia eutamii* n. sp. From the least chipmunk, *Eutamias minimus*, with a key to the genus (Nematoda : Oxyuridae). *J. Parasitol.* 34: 87-92.
- Torres, E.J.L., Maldonado Jr., A., Lanfredi, R.M., Maldonado, A., Lanfredi, R.M., 2007. *Pterygodermatites (Paucipectines) jägerskiöldi* (Nematoda: Rictulariidae) from *Gracilinanus agilis* and *G. microtarsus* (Marsupialia: Didelphidae) in Brazilian Pantanal and Atlantic Forest by Light and Scanning Electron Microscopy. *J. Parasitol.* 93: 274-279.
- Torres, E.J.L., Maldonado, A., Lanfredi, R.M., 2009. Spirurids from *Gracilinanus agilis* (Marsupialia: Didelphidae) in Brazilian Pantanal wetlands with a new species of *Physaloptera* (Nematoda: Spirurida). *Vet. Parasitol.* 163: 87-92.
- Torres, E.J.L., Nascimento, A.P.F., Menezes, A.O., Garcia, J., dos Santos, M.A.J., Maldonado, A., Miranda, K., Lanfredi, R.M., de Souza, W., 2011a. A new species of *Trichuris* from *Thrichomys apereoides* (Rodentia: Echimyidae) in Brazil: Morphological and histological studies. *Vet. Parasitol.* 176: 226-235.
- Torres, E.J.L., Eira, C., Miquel, J., Foronda, P., Feliu, C., 2011b. Cadmium and lead concentrations in *Moniliformis moniliformis* (Acanthocephala) and *Rodentolepis microstoma* (Cestoda), and in their definitive hosts, *Rattus rattus* and *Mus domesticus* in El Hierro (Canary Archipelago, Spain). *Acta Parasitol.* 56: 320-324.
- Traub, R.J., Robertson, I.D., Irwin, P., Mencke, N., Thompson, R.C., 2004. The prevalence, intensities and risk factors associated with geohelminth infection in tea-growing communities of Assam, India. *Trop. Med. Int. Heal.* 9: 688–701.
- Travassos, L. 1915. Revisão dos Acanthocephalos brasileiros. I. Fam. Gigantorthynchidae Hamann, 1982 (Nota prévia). *Brasil Médico.* 29: 105.
- Travassos, L., 1928. Sobre uma especie do gênero Rictularia Froelich (Nematoda). *Bol. Biol.* 62: 129-134.
- Travassos, L., 1937. Contribuição ao conhecimento da phylogenia dos *Oxyuroidea*. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.* 32: 607-613.
- Umetsu, F., Pardini, R., 2007. Small mammals in a mosaic of forest remnants and anthropogenic habitats evaluating matrix quality in an Atlantic forest landscape. *Lands. Ecol.* 22: 517-530.

- Vicente, J.J., Rodrigues, H.O., Gomes, D.C., Pinto, R.M., 1997. Nematoides do Brasil. Parte V: Nematóides de Mamíferos. *Rev. Bras. Zool.* 14: 1-452.
- Vieira, E.M., Iob, G., Briani, D.C., Palma, A.R.T., 2005. Microhabitat selection and daily movements of two rodents (*Necromys lasiurus* and *Oryzomys scotti*) in Brazilian Cerrado, as revealed by a spool-and-line device. *Mam. Biol.* 70: 359-365.
- Wolfe, N.D., Dunavan, C.P., Diamond, J., 2007. Origins of major human infectious diseases. *Nature.* 447: 279-283.

8 ANEXO

Artigo aceito para publicação:

Natália Alves Costa; Raquel de Oliveira Simões; Roberto do Val Vilela; Joyce G. R. Souza; Stéfanny Tadine Cardoso; Natália Oliveira Leiner; Rosana Gentile; Arnaldo Maldonado Junior. Morphological and genetic characterization of *Pterygodermatites (Paucipectines) zygodontomis* (Nematoda: Rictulariidae) from *Necromys lasiurus* (Rodentia: Sigmodontinae) from Uberlândia, Brazil. Journal of Helminthology.

Re: Manuscript number: H4295R1

Title: Morphological and genetic characterization of *Pterygodermatites (Paucipectines) zygodontomis* (Nematoda: Rictulariidae) from *Necromys lasiurus* (Rodentia: Sigmodontinae) from Uberlândia, Brazil

I am pleased to tell you that your submission has now been accepted for publication in the Journal of Helminthology. The Editor-in-Chief has read your revised manuscript and is satisfied that you have addressed his comments/the points raised by the reviewers. I am therefore pleased to accept your paper for publication.

It was accepted on 21 Jul 2017

Our Production Editor, Andrew Organ will contact you once the proofs of your article are ready for approval. For further information about your article in the Production stages please contact aorgan@cambridge.org

Please complete the standard copyright transfer form and send it to aorgan@cambridge.org: