

**MINISTÉRIO DA SAÚDE
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ
INSTITUTO OSWALDO CRUZ**

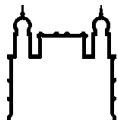
Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde

**COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA HELMINTOFAUNA GASTRINTESTINAL
DE UMA COMUNIDADE DE ROEDORES EM ÁREA DE MATRIZ ABERTA
DE MATA ATLÂNTICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.**

CAMILA DOS SANTOS LUCIO

Rio de Janeiro

Julho de 2019



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde

Camila dos Santos Lucio

COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA HELMINTOFAUNA GASTRINTESTINAL DE UMA COMUNIDADE DE ROEDORES DE ÁREA EM MATRIZ ABERTA DE MATA ATLÂNTICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

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

Orientador(es): Prof. Dr. Paulo Sérgio D'Andrea

Prof. Dr. Arnaldo Maldonado Junior

RIO DE JANEIRO
Julho de 2019

dos Santos Lucio, Camila.

COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA HELMINTOFAUNA
GASTRINTESTINAL DE UMA COMUNIDADE DE ROEDORES EM ÁREA DE
MATRIZ ABERTA DE MATA ATLÂNTICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. /
Camila dos Santos Lucio. - Rio de janeiro, 2019.
125 f.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Oswaldo Cruz, Pós-Graduação em
Biodiversidade e Saúde, 2019.

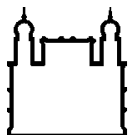
Orientador: Paulo Sérgio D'Andrea.

Co-orientador: Arnaldo Maldonado Júnior.

Bibliografia: f. 94-114

1. Áreas de matriz aberta. 2. Mata Atlântica. 3. *Necromys lasiurus*. 4.
Comunidade parasitária. 5. GLM. I. Título.

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



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde

CAMILA DOS SANTOS LUCIO

COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA HELMINTOFAUNA GASTRINTESTINAL DE UMA COMUNIDADE DE ROEDORES DE ÁREA EM MATRIZ ABERTA DE MATA ATLÂNTICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

ORIENTADOR (ES): Prof. Dr. Paulo Sérgio D'Andrea

Prof. Dr. Arnaldo Maldonado Júnior

Aprovada em: 23 de Julho de 2019

EXAMINADORES:

Prof. Dra. Simone Chinicz Cohen (IOC/FIOCRUZ-RJ) - Presidente da Banca

Prof. Dr. João Alves de Oliveira (Museu Nacional- UFRJ-RJ) - Membro externo

Prof. Dra. Raquel de Oliveira Simões – (UFRRJ – RJ) - Membro externo

Prof. Dra. Rosana Gentile –(IOC/FIOCRUZ-RJ) - Revisora/Suplente

Prof. Dr. Luís Claudio Muniz Pereira – (IOC/FIOCRUZ-RJ) - Suplente

Dedico aos meus pais, minha avó Cléa, minha irmã Jessica e aos meus amigos pelo apoio e paciência, que foram primordiais para o desenvolvimento dessa dissertação.

AGRADECIMENTOS

Gratidão é a palavra que define esta dissertação, pois muitas pessoas foram primordiais para o desenvolvimento deste trabalho, me aparrando mentalmente e profissionalmente, a todos os envolvidos agradeço de coração, sou eternamente grata a vocês.

A minha mãe Cátia Costa que me ensinou a ser forte para aguentar todas as adversidades que apareceram pelo caminho, pela paciência e pelas broncas dadas toda vez que eu pensava em desistir.

A minha avó Cléa Costa que me incetivou fazer o processo seletivo do mestrado, pelas risadas, pelos almoços mensais para eu me distrair e pelo apoio financeiro.

A minha irmã Jessica Lucio, que apesar de nossas diferenças sempre esteve ao meu lado me dando apoio para terminar essa dissertação.

Ao Meu Pai Gabriel Lucio, pelos conselhos e momentos de diversão.

Em especial, ao meu Orientador e amigo Dr. Paulo Sérgio D'Andrea, que em 2013 me amparou e me escolheu para ser sua aluna, me confiando à coordenação de seus trabalhos de campo. Muito obrigada por nunca ter desistido de mim. Obrigada pela confiança, pelo privilégio de compartilhar seu conhecimento, pela sua amizade e principalmente pelo incentivo e auxílio para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao amigo Dr. Arnaldo Maldonado Júnior co-orientador deste trabalho, pelo desafio, pela disponibilidade, disposição, pelo compartilhamento do seu vasto conhecimento em taxonomia. Quem diria que iríamos trabalhar juntos, foi um grande prazer.

Ao amigo Dr. Thiago Cardoso, eu nem sei como lhe agradecer. Mesmo ocupado com os seus afazeres, sempre arrumou um tempo pra mim, até nos finais de semanas. Muito obrigada pela sua ajuda nas análises estatísticas, pelos seus conselhos super valiosos e principalmente pela sua amizade. Hoje eu posso dizer o pouco que eu sei de ecologia é graças a vocês. Gratidão!

Ao amigo Msc. Fernando Oliveira por toda a ajuda na condução dos trabalhos de campo e pelos dados cedidos de micro-habitat.

A amiga Msc. Beatriz Elise por todo apoio nos trabalhos de campo, na ajuda da triagem dos helmintos e principalmente pela sua amizade.

Ao Melhor Clã (Jonathan Gonçalves, Mateus Rodrigues, Rute Albuquerque, Karina Diniz e Vanessa Brandão) pelo apoio essencial, risadas por serem meus psicólogos e pela grande amizade. Amo vocês!

Ao amigo Dr. Bernardo Rodrigues Teixeira pelo apoio, incentivo e momento bobeira que fora primordiais para minha estabilidade mental.

Ao amigo Dr. Sócrates Fraga da Costa Neto, por ter me capacitado para executar a triagem dos parasitos possibilitando o desenvolvimento deste trabalho.

A amiga Msc. Michele Maria Santos pelos conselhos e pelos momentos maravilhosos nos quais sempre me fez rir.

A amiga Msc. Raquel Boullosa, por ter aceitado a embarcar na representação discente junto comigo, pela preciosa ajuda na identificação de alguns helmintos, pelos conselhos, ombro amigo e pelos momentos de diversão.

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.

A todos os meus amigos do Labpmr, em especial as queridas Ana Paula Gomes, Brunna Braga, Bruna Cirino, Tainá Monte, Natália Costa, Karina Varella, Tatiana Freitas, Juci Souza e Renata Souza e aos queridos Dr. Márcio Neves Boia, Jeiel Gabrir, Dr. Roberto Vilella e Márcio Sales pelo auxílio na dissertação, apoio em diversos momentos e conselhos valiosos no laboratório ou em campo que foram fundamentais para a minha paz interior.

A meus amigos motoristas, Gustavo da Silva, João Batista, Jorge Totta e Jairo Domingos que foram de grande valia para a execução dos trabalhos de campo.

Ao G.R.E.S. Portela, pelos momentos de distração que me ajudaram a seguir em frente nos momentos conturbados.

À FIOCRUZ, FAPERJ e CNPq pelo suporte financeiro sem o qual nada disso seria possível.

Aos membros da banca pelas contribuições à versão final desta dissertação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001” para estar de acordo com a Portaria nº 206, de 04 de setembro de 2018 (publicada no DOU de 05/09/2018), que “dispõe sobre a obrigatoriedade de citação da CAPES”.

“Que nada nos limite. Que nada nos defina. Que nada nos sujeite. Que a liberdade seja a nossa própria substância.”

Simone de Beauvoir



INSTITUTO OSWALDO CRUZ

COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA HELMINTOFAUNA GASTRINTESTINAL DE UMA
COMUNIDADE DE ROEDORES DE ÁREA DE MATRIZ ABERTA DE MATA ATLÂNTICA DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO

RESUMO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM BIODIVERSIDADE E SAÚDE

Camila dos Santos Lucio

Investigações sobre o parasitismo de roedores silvestres vem se tornando mais frequentes, contudo ainda há carência de estudos sobre os aspectos ecológicos da interação parasito-hospedeiro, em condições naturais. O objetivo deste trabalho foi estudar a composição e a estrutura das comunidades de helmintos dos roedores *Akodon cursor*, *Necromys lasiurus* e *Mus musculus*, em áreas de matriz aberta da Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro. Roedores foram amostrados em duas unidades de conservação: REBIO Poço das Antas (REBIO), matriz com baixa atividade antrópica, e APA da Bacia do Rio São João (APA-BRSJ), apresentando intensa atividade antrópica, principalmente de agricultura. Empregando-se os modelos lineares generalizados (GLM), foi investigada a influência de fatores bióticos (espécie, idade e sexo dos hospedeiros) e abiótico (área de coleta) na abundância e prevalência das espécies de helmintos. Foram analisados 353 espécimes de roedores, sendo recuperadas 9 espécies de helmintos: Filo Nematoda: *Protospirura numidica criceticola*, *Stilestrongylus freitasi*, *Stilestrongylus aculeata*, *Stilestrongylus eta*, *Pterygodermatites (Paucipectines) zygodontomis*, *Syphacia (syphacia) alata*, *Trichuris navonae*; Filo Platyhelminthes: *Rodentolepis akodontis* e Filo Acantocephala: *Moniliformis* sp. Foi observada maior riqueza para a helmintofauna de *A. cursor* (n=8), em relação a *N. lasiurus* (n=6) e *M. musculus* (n=3). *N. lasiurus*, *A.cursor* e *M. musculus* compartilharam parasitos entre si, contudo houve maior similaridade para a helmintofauna entre as duas primeiras espécies. *S. (S.) alata* apresentou maior abundância em hospedeiros fêmeas. *S. freitasi* e *P. (P.) zygodontomis* apresentaram maior abundância em fêmeas de *N. lasiurus*, sendo para a primeira também registrados maiores valores em hospedeiros jovens e para a segunda, maiores valores em hospedeiros adultos. *P. n. criceticola* apresentou maior abundância em indivíduos adultos de *N. lasiurus*. Todas as espécies estudadas apresentaram maiores valores de abundância na APA-BRSJ em relação à REBIO. O micro-habitat e as condições ambientais atuam como importantes preditores da helmintofauna. Matrizes alteradas podem levar ao estabelecimento de espécies de hospedeiros generalistas e/ou introduzidas. Também podem influenciar na diversidade das comunidades parasitárias nestes ambientes. É possível que maiores taxas de encontro dos hospedeiros com estes parasitos no ambiente mais alterado (APA) tenham favorecido a infecção por espécies de parasito de ciclo de vida direto, como *S. (Syphacia) alata*. Similarmente, matrizes de uso agrícola podem favorecer a ocorrência de

insetos, que pode atuar como hospedeiros intermediários para parasitos de ciclo indireto, como *P. n. criceticola* e *P. (P.) zygodontomis*. Este é o primeiro estudo sobre a helmintofauna dos roedores em nível específico para esta região, apresentando ainda novos registros de ocorrência em de *P. numidica criceticola* em *A. cursor* e *M. musculus*, *P. (P.) zygodontomis* em *A. cursor* e *M. musculus* e *T. navonae* em *A. cursor*. *N. lasiurus*, espécie típica do Cerrado, atua como hospedeiro chave para a composição de espécies de nematoides nas áreas estudadas, devido ao compartilhamento de seus parasitos com os demais roedores. Estes resultados reforçam a importância do estudo de matrizes de habitat para o conhecimento da fauna de hospedeiros e parasitos, auxiliando a compreensão de mecanismos que estruturam as comunidades parasitárias.



INSTITUTO OSWALDO CRUZ

COMPOSITION AND STRUCTURE OF GASTROINTESTINAL HELMINTH FAUNA OF A
RODENT COMMUNITY IN AN OPEN MATRIX AREA OF ATLANTIC FOREST IN THE STATE
OF RIO DE JANEIRO

MASTER DISSERTATION IN BIODIVERSITY AND HEALTH

Camila dos Santos Lucio

Investigations on the parasitism of wild rodents are becoming more frequent; however, there is still a lack of studies on the ecological aspects of host-parasite interactions under natural conditions. The objective of this work was to study the composition and structure of the helminth communities of *Akodon cursor*, *Necromys lasiurus* and *Mus musculus* in open matrix areas of the Atlantic Forest in the state of Rio de Janeiro. Rodents were sampled in two conservation units: REBIO Poço das Antas (REBIO), a matrix with low anthropogenic activity, and APA Bacia do Rio São João (APA-BRSJ), showing intense anthropic activity, mainly of agriculture. Using Generalized linear model (GLM), the influence of biotic factors (species, age and sex of hosts) and abiotic (sampling area) on the abundance and prevalence of helminth species were investigated. A total of 353 specimens of rodents were analysed, and nine species of helminths were recovered: Phylum Nematoda: *Protospirura numidica criceticola*, *Stilestrongylus freitasi*, *Stilestrongylus aculeata*, *Stilestrongylus eta*, *Pterygodermatites (Paucipectines) zygodontomis*, *Syphacia (syphacia) alata*, *Trichuris navonae*; Phylum Platyhelminthes: *Rodentolepis akodontis* and Phylum Acantocephala: *Moniliformis* sp. A larger species richness was observed for the helminth fauna of *A. cursor* ($n = 8$), in relation to *N. lasiurus* ($n = 6$) and *M. musculus* ($n = 3$). *N. lasiurus*, *A. cursor* and *M. musculus* shared parasites among them, but there was a larger similarity in the helminth fauna between the first two species. *S. (S.) alata* showed higher abundance in female hosts. *S. freitasi* and *P. (P.) zygodontomis* showed higher abundance in females of *N. lasiurus*, with higher abundance values in young hosts for the former and in adult hosts for the later. *P. n. criceticola* showed higher abundance in adult individuals of *N. lasiurus*. All species studied presented higher values of abundance in the APS-BRSJ in relation to REBIO. The microhabitat and the environmental conditions act as important predictors of the helminth fauna. Altered matrices may lead to the settlement of generalist and/or introduced host species. They may also influence the diversity of the parasite communities in these environments. It is possible that higher encounter rates between hosts and parasites in the most altered environment (APA) favoured the infection by parasite species with direct life cycles, such as *S. (S.) alata*. Similarly, matrices of agricultural use may have favoured the occurrence of insects, which may act as intermediate hosts of parasites with indirect life cycles, such as *P. n. criceticola* and *P. (P.) zygodontomis*. This is the first study on the helminth fauna of rodents at species level for this region, and it presents new records of occurrence for *P. numidica criceticola* in *A. cursor* and *M. musculus*, *P. (P.) zygodontomis* in *A. cursor* and *M. musculus* and *T. navonae* in *A. cursor*. *N. lasiurus*, a typical species from Cerrado, acts as a keystone host for the species composition of nematodes in the studied areas, due to the

sharing of their parasites with the other rodents. These results reinforce the importance of the study of habitat matrices for the knowledge of host and parasite faunas, helping to understand the mechanisms that structure the parasite communities.

ÍNDICE

RESUMO

ABSTRACT

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 20 |
| 1.2 Matriz | 22 |
| 1.3 A espécie <i>Akodon cursor</i> (Winge, 1887)..... | 24 |
| 1.4 A espécie <i>Necromys lasiurus</i> (Lund, 1840)..... | 25 |
| 1.5 A espécie <i>Mus musculus</i> (Linnaeus, 1758)..... | 27 |
| 1.6 Helminhos parasitos dos roedores <i>A. cursor</i> , <i>N. lasiurus</i> e <i>M. musculus</i> | 28 |
| 1.7 Justificativa | 30 |
| 2. HIPÓTESES..... | 31 |
| 3. OBJETIVOS | 32 |
| 3.1. Objetivo Geral | 32 |
| 3.2. Objetivos específicos | 32 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS..... | 33 |
| 4.1 Áreas de estudo | 33 |
| 4.2. Coleta dos Roedores e obtenção das amostras | 38 |
| 4.3. Método de coleta dos helmintos..... | 40 |
| 4.4. Método de identificação dos helmintos | 41 |
| 4. 5. Preparo do material para biologia molecular para a Classe Cestoda ... | 41 |
| 4.6. Análise dos dados parasitológicos e da estrutura da comunidade parasitária | 42 |
| 4.7 Biossegurança e autorização de coleta | 45 |
| 5. RESULTADOS | 46 |
| 5.1. Descrição taxonômica da helmintofauna dos hospedeiros roedores <i>Akodon cursor</i> , <i>Necromys lasiurus</i> e <i>Mus musculus</i> capturados nas áreas de matriz aberta da REBIO/Poço das Antas e APA/BRSJ..... | 49 |
| 5.2 Parâmetros Parasitológicos e estrutura da comunidade de helmintos.... | 68 |
| 6. DISCUSSÃO | 82 |
| 6.1. Comunidade de helmintos gastrintestinais dos hospedeiros <i>A. cursor</i> , <i>N.</i> <i>lasiurus</i> e <i>M. musculus</i> | 82 |
| 6.2. Helmintofauna e Parâmetros parasitológicos..... | 86 |
| 6.3. Considerações Finais..... | 90 |
| 7. CONCLUSÕES | 93 |

| | |
|--|-----|
| 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 94 |
| 9. ANEXOS | 114 |
| ANEXO A- Licença da Comissão de Ética no Uso de Animais (LW-39/14). | 115 |
| ANEXO B- Licença Permanente para Coleta de Material Zoológico (13373-1 | 116 |
| ANEXO C – Levantamento bibliográfico das espécies de helmintos por espécie de hospedeiro roedor <i>Akodon cursor</i> , <i>Necromys lasiurus</i> e <i>Mus musculus</i> | 118 |

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1:** (A) Mapa de distribuição geográfica de *Akodon cursor* no Brasil. Fonte: IUCN Red List adaptado. (B) *Akodon cursor* em seu ambiente natural. (Fonte: Museum of Vertebrate Zoology, University of California, Berkeley, James L. Patton, 1993) 25
- Figura 2:** (A) Mapa de distribuição geográfica de *Necomys lasiurus* no Brasil. Fonte: IUCN Red List adaptado (B) *Necomys lasiurus* em seu ambiente natural (Fonte: Bonvicino *et al.*, 2008)..... 26
- Figura 3:** *Mus musculus* (Fonte: Bonvicino *et al.*, 2008)..... 27
- Figura 4:** Localização da Reserva Biológica de Poço das Antas no estado do Rio de Janeiro. Fonte: Adaptação RMTrilhas 2013 (<http://rmmtrilhas.blogspot.com/2013/10/poco-das-antas.html>)..... 34
- Figura 5:** REBIO Poço das Antas: Aspectos gerais da matriz aberta que circunda a localidade da Ilha de Barbados, onde foram estabelecidos os transectos de captura de roedores hospedeiros. A – Capinzal denso; B – Capinzal em regeneração em área pós-queimada (Arquivo pessoal)..... 35
- Figura 6:** Localização da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João no município de Casimiro de Abreu RJ, mostrando limites com a Reserva Biológica Poço das Antas, município de Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. Fonte: Adaptação RMTrilhas 2013..... 37
- Figura 7:** Aspectos gerais da matriz aberta na Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João (APA-BRSJ), município de Casimiro de Abreu, RJ, Brasil, onde foram estabelecidos os transectos de captura de roedores hospedeiros. A – Pasto formado por *Brachiaria decumbens* (Capim braquiária); B – Pasto formado por *Brachiaria decumbens* com detalhe de fragmento florestal ao fundo. (Arquivo pessoal) 38
- Figura 8:** Delimitação amostral das áreas de coleta indicado por linhas em vermelho, a disposição dos 10 transectos de captura de pequenos mamíferos, em cada área. A: Reserva Biológica de Poço das Antas no município de Silva Jardim/RJ; B: Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João no município de Casimiro de Abreu/RJ. (Adaptado do Google Earth) 39
- Figura 9:** Armadilhas tipo “live trap” utilizadas para captura dos hospedeiros roedores. (A) Sherman® (B) Tomahawk®. Fonte: Acervo próprio 39
- Figura 10:** Fotomicrografia por microscopia de luz de *Protospirura numidica criceticola* (Quentin, Karimi & Rodriguez de Almeida, 1968.) (A) e (B)

Extremidade anterior da fêmea mostrando dois pseudolábios tri-lobados e dentes (seta). 51

Figura 11: Fotomicrografia por microscopia de luz de *Pterygodermatites* (*Paucipectines*) *zygodontomis* (Quentin, 1967): A) extremidade anterior mostrando a cápsula bucal, os três dentes esofagianos; B) visão lateral da fêmea mostrando as projeções cuticulares na região mediana..... 54

Figura 12: Fotomicrografia por microscopia de luz de *Stilestrongylus freitasi*: (A) Extremidade posterior da fêmea mostrando a abertura da vulva (vu); (B) Bolsa caudal do macho mostrando o lobo direito e espículos simétricos (es).. 57

Figura 13: Fotomicrografia por microscopia de luz de *Stilestrongylus aculeata* Região posterior do macho mostrando em detalhe o cone genital hipertrofiado 59

Figura 14: Fotomicrografia por microscopia de luz de *Stilestrongylus eta* Região posterior do macho mostrando em detalhe o cone genital (Cg) e os espículos (Ep) 61

Figura 15: Fotomicrografia por microscopia de luz de *Syphacia* (*Syphacia*) *alata* (Quentin, 1968) A) Visão ventral da região anterior mostrando as asas cervicais B) Visão total do corpo mostrando as estruturas dos mamelões 63

Figura 16: Fotomicrografia por microscopia de luz de *Trichuris navonae* (A) Visão lateral na região média do corpo da fêmea mostrando vulva (v), útero (Ut) e ovos (o); (B) Visão lateral da região posterior do macho mostrando espículo (Ep) e em detalhe a bainha espicular (Be) e espículo (Ep). 65

Figura 17: Curva de acúmulo de espécies de helmintos por número de infracomunidades analisadas (número de indivíduos hospedeiros analisados). (A) *Akodon cursor* (B) *Necromys lasiurus* (C) *Mus musculus* nas áreas de matriz aberta da REBIO/Poço das Antas no município de Silva Jardim e APA/BRSJ no município de Casimiro de Abreu, Rio de Janeiro , Brasil. 69

Figura 18: Análise de Cluster a partir de uma matriz de distância utilizando-se o Índice de Similaridade de Jaccard das comunidades de helmintos gastrintestinais encontrados nos hospedeiros *A. cursor*, *N. lasiurus* e *M. musculus* nas áreas de matriz aberta da REBIO/Poço das Antas no município de Silva Jardim e APA/BRSJ no município de Casimiro de Abreu, Rio de Janeiro, Brasil. Análise cofenética = 0,73..... 81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Esforço e sucesso de captura de hospedeiros das espécies *Akodon cursor*, *Necromys lasiurus* e *Mus musculus*, em áreas de matriz aberta da REBIO Poço das Antas no município de Silva Jardim e na APA-BRSJ no município de Casimiro de Abreu, Rio de Janeiro. Brasil. 46

Tabela 2: Número de hospedeiros *Akodon cursor*, *Necromys lasiurus* e *Mus musculus* (Rodentia: Cricetidae) capturados em áreas de matriz aberta da REBIO Poço das Antas no município de Silva Jardim e na APA-BRSJ no município de Casimiro de Abreu, Rio de Janeiro, Brasil. 47

Tabela 3: Espécies de helmintos e seus sítios de infecção coletadas por espécie de hospedeiro roedor *Akodon cursor*, *Necromys lasiurus* e *Mus musculus* coletados nas áreas de matriz aberta da REBIO/Poço das Antas no município de Silva Jardim e APA/BRSJ no município de Casimiro de Abreu, Rio de Janeiro, Brasil. “X” - indica presença do parasito naquela espécie. 48

Tabela 4: Riqueza total e riqueza média dos helmintos encontrados nos hospedeiros *Akodon cursor*, *Necromys lasiurus* e *Mus musculus* em relação a sexo e idade do hospedeiro, e área de estudo, em áreas de matriz aberta da REBIO Poço das Antas no município de Silva Jardim e na APA-BRSJ no município de Casimiro de Abreu, Rio de Janeiro. Brasil. 70

Tabela 5: Abundância e intensidade de infecção (\pm desvio padrão), prevalência (intervalo de confiança 95%) e grau de agregação de espécies de helmintos encontrados no hospedeiro *Akodon cursor* em relação a sexo e idade do hospedeiro, e área de estudo, em áreas de matriz aberta da REBIO Poço das Antas no município de Silva Jardim e na APA-BRSJ no município de Casimiro de Abreu, Rio de Janeiro. Brasil. Valores sem desvio padrão indicam um único individuo hospedeiro infectado, “-“, representa um parâmetro não calculado. 72

Tabela 6: Abundância e intensidade de infecção (\pm DP), prevalência (intervalo de confiança 95%) e grau de agregação de espécies de helmintos encontrados no hospedeiro *Necromys lasiurus* em relação a sexo e idade do hospedeiro, e área de estudo, em áreas de matriz aberta da REBIO Poço das Antas no município de Silva Jardim e na APA-BRSJ no município de Casimiro de Abreu, Rio de Janeiro. Brasil. Valores sem desvio padrão indicam um único individuo hospedeiro infectado, “-“, representa um parâmetro não calculado. 73

Tabela 7: Abundância e intensidade de infecção (\pm DP), prevalência (intervalo de confiança 95%) e grau de agregação de espécies de helmintos encontrados no hospedeiro *Mus musculus* em relação a sexo, idade do hospedeiro e área de estudo, em áreas de matriz aberta da REBIO Poço das Antas no município

de Silva Jardim e na APA-BRSJ no município de Casimiro de Abreu, Rio de Janeiro. Brasil. Valores sem desvio padrão indicam um único indivíduo hospedeiro infectado, “-“, representa um parâmetro não calculado. 75

Tabela 8: Modelos Lineares Generalizados (GLM) para abundância das espécies de helmintos mais prevalentes, recuperadas de *Akodon cursor* e/ou *Necromys lasiurus* e/ou *Mus musculus* em relação à área de estudo, espécie, sexo e idade do hospedeiro. AICc = versão corrigida do critério de informação de Akaike; Peso = pesos de Akaike, K = número de parâmetros do modelo. ... 78

Tabela 9: Modelos Lineares Generalizados (GLM) para prevalência das espécies de helmintos mais prevalentes, recuperadas de *Akodon cursor* e/ou *Necromys lasiurus* e/ou *Mus musculus* em relação à área de estudo, espécie, sexo e idade do hospedeiro. AICc = versão corrigida do critério de informação de Akaike; Peso = pesos de Akaike, K = número de parâmetros do modelo. ... 79

Tabela 10: Índice de importância dos helmintos encontrados nos hospedeiros *Akodon cursor*, *Necromys lasiurus* e *Mus musculus* capturados nas áreas de matriz aberta da REBIO/Poço das Antas e APA/BRSJ, estado do Rio de Janeiro. 80

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é a segunda maior floresta pluvial tropical do continente americano, sendo considerada um dos cinco “hotspots” mundiais da biodiversidade mais importantes, em virtude de sua riqueza biológica e nível de ameaça de extinção de espécies (Myers *et al.*, 2000). Esse bioma abriga um grande número de espécies endêmicas e vem sofrendo grandes mudanças nas suas características, como perda das árvores de médio e grande porte que formam uma floresta densa, e perda da diversidade de espécies de fauna e da flora. Esta descaracterização é devido à intensa atividade antrópica como: extrativismo descontrolado, pecuária, agricultura, industrialização e urbanização (Ayres *et al.*, 2005). Atualmente, a Mata Atlântica é representada principalmente por pequenos remanescentes florestais e dispõe apenas de 12,4% da sua extensão original (Ribeiro *et al.*, 2009; Fundação SOS Mata Atlântica, 2018).

Cerca de 87,6% da extensão original da cobertura vegetal nativa da Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro foi extinta e apenas 0,2% de sua área original estão protegidas em unidades de conservação de proteção integral, como por exemplo, o Parque Nacional da Serra dos Órgãos, o Parque Estadual do Desengano e a Reserva Ecológica Estadual da Jutinga, e de uso sustentável, como por exemplo as APAs da Bacia do Rio Macacu e de Macaé de Cima (Costa *et al.*, 2009). Ainda assim, o estado do Rio de Janeiro possui a maior porcentagem de cobertura vegetal nativa em comparação aos outros estados brasileiros, porém, os remanescentes florestais estão fragmentados e dispersos (Fidalgo *et al.*, 2009; Fundação SOS Mata Atlântica 2018 e INPE 2018).

Em estudos ecológicos, os parasitos foram negligenciados por muito tempo. Entretanto, atualmente compreende-se que os parasitos são importantes estruturadores das comunidades naturais e na diversidade das espécies de vida livre (Poulin, 2007a). Nos últimos trinta anos, os parasitos passaram a integrar os estudos ecológicos e, assim, sua importância na evolução dos organismos hospedeiros e na estruturação dos ecossistemas começou a ser melhor compreendida (Thomas *et al.*, 2009; Boullosa, 2018). O parasitismo tem revelado que pode modificar os padrões populacionais das espécies de hospedeiros, a estrutura das comunidades, as relações biológicas (competição,

predação), o padrão de evolução dos organismos (especiação e extinção), sendo considerados "engenheiros" dos ecossistemas (Thomas *et al.*, 2005; Mittelbach, 2005; Cardoso, 2018). A estabilidade do ecossistema pode ser controlada pelos parasitos através do "efeito cascata" e a diversidade de espécies das comunidades de vida livre também pode ser determinada por eles. (Thomas; Bonsall; Dobson, 2005). Com relação aos efeitos das perturbações antrópicas nos ecossistemas, o parasitismo é capaz de amplificar os processos de perturbações de habitats (Dogiel, 1964; Costa, 2017).

Os helmintos são excelentes modelos de estudo para se investigar as interações parasito-hospedeiro em ecossistemas naturais e antropizados, em razão de seu potencial de disseminação entre espécies e ambientes, sua história evolutiva e tempo relativamente curto dos ciclos de vidas (Maldonado *et al.*, 2006; Simões *et al.*, 2010; Simões *et al.*, 2011; Boullosa, 2018). A relação parasito-hospedeiro pode sofrer modificações devido às mudanças ambientais que alteram os parâmetros biológicos dos parasitos, dentre elas temperatura, umidade (Bush *et al.*, 2001, Brouat *et al.*, 2007) e características da vegetação onde ocorrem os parasitos (Cardoso *et al.*, 2016).

Os estudos de composição e riqueza de comunidades de parasitos em populações de hospedeiros indicam que estes mudam no espaço (Dogiel, 1964; Jiménez-Ruiz *et al.*, 2002; González *et al.*, 2006). Esta variação tem sido estudada em três níveis de estruturas das comunidades: Infracomunidade (conjunto de parasitos dentro de cada espécime de hospedeiro) (Poulin, 1997), Comunidade componente (todas as espécies de helminto parasito de uma espécie de hospedeiro num determinado espaço geográfico) (Poulin & Dick, 2007) e Metacomunidade (conjunto de comunidades locais ligadas pela dispersão de múltiplas espécies que potencialmente podem interagir) (Hanski; Gilpin, 1991; Leibold *et al.*, 2004). Nos mamíferos, a comunidade componente de helmintos é variável, estando correlacionada negativamente com a similaridade taxonômica e o isolamento geográfico (Pence, 1990; Poulin, 2003; Krasnov *et al.*, 2005).

Neste contexto, são necessários estudos que forneçam informações sobre as comunidades parasitárias dos pequenos mamíferos silvestres brasileiros de modo a elucidar a relação parasito-hospedeiro bem como a influência do habitat nestas interações (Simões, 2010; Cardoso *et al.*, 2016).

1.2 Matriz

Em ecologia, uma matriz pode ser definida como a unidade da paisagem que recobre a maior extensão de uma região alterada (Metzger, 2001), ou seja, quando um habitat sofre fragmentação, os fragmentos passam a serem circundados por novos ambientes que são denominados matriz. Pinheiro & Pinho (2013) observaram que os fragmentos florestais ficam isolados e imersos em novos ambientes, que podem ser formados por pastagens, campos de cultivo, entre outros. A estrutura vegetacional de uma matriz pode favorecer o aparecimento de espécies exóticas e generalistas, alterando a composição da fauna nativa remanescente (Umetsu *et al.*, 2008; Passamani & Ribeiro, 2009; Estavillo *et al.*, 2013). Além disso, estas espécies exóticas podem estar associadas à transmissão de zoonoses (Olifiers *et al.*, 2005; Pongsiri *et al.*, 2009; Lambin *et al.*, 2010).

Esta unidade de paisagem (matriz) é bastante comum no estado do Rio de Janeiro, onde observa-se fragmentos de mata Atlântica remanescentes, circundados por vastas áreas de matriz, que caracterizam-se por áreas degradadas por atividades antrópicas, áreas de borda de fragmentos florestais, matrizes de agricultura extensiva, pastagens ou campos artificiais. Entretanto, a maioria das espécies de pequenos mamíferos da Mata Atlântica não é capaz de ocupar estas áreas de matrizes abertas (Umetsu *et al.*, 2008). No estado do Rio de Janeiro, estas áreas têm sido ocupadas por algumas espécies generalistas de Mata Atlântica, como *Akodon cursor* Winge, 1887; *Oligoryzomys nigripes* Olfers, 1818 (*Rodentia: Sigmodontinae*) e *Didelphis aurita* Wied-Neuwied, 1826 (*Didelphimorphia: Didelphidae*) (Gentile & Fernandez, 1999; Gonçalves *et al.*, 2016), espécies típicas do Cerrado, como *Necromys lasiurus* Lund, 1840 (*Rodentia: Sigmodontinae*) (D'Andrea *et al.*, 1999) e espécies comensais sinantrópicas invasoras como *Mus musculus* Linnaeus, 1758 (Feliciano; Fernandez; Figueiredo, 2002) e *Rattus rattus* Linnaeus, 1758 (*Rodentia: Cricetidae*) (D'Andrea *et al.*, 1999).

Além de interferir na composição das espécies de uma região, a matriz pode também influenciar na dinâmica populacional das espécies, se tornando um filtro de seleção na movimentação destas entre os fragmentos, onde o tipo de vegetação presente na matriz irá determinar o modelo de filtro (Gascon *et*

al., 1999). Este tipo de paisagem alterada já foi considerado como um ambiente homogêneo e pouco importante (Ricketts, 2001; Vandermeer & Carvajal, 2001). Contudo, quando observada em diferentes escalas, a matriz começa a ser entendida não mais como uma unidade homogênea, mas sim como um conjunto heterogêneo de unidades de não habitat para uma determinada espécie (Crouzeilles *et al.*, 2010; Metzger, 2001), onde o termo “não habitat” pode ser compreendido como um ambiente com condições desfavoráveis à ocorrência de determinados táxons.

No Brasil, cerca de um terço das formações florestais originais foram convertidas para a agricultura (Estavillo *et al.*, 2013), ou seja, grande parte dos biomas nacionais já se apresentam em forma de mosaico. Neste cenário, e considerando que paisagens alteradas pela ação antrópica e/ou de interface silvestre/rural são de alto interesse para a saúde pública, pois geralmente potencializam a transmissão de várias zoonoses (Pardini *et al.*, 2010), ressalta-se a necessidade de se compreender melhor os processos envolvidos na estruturação e composição das comunidades de pequenos mamíferos e seus parasitos, bem como na dinâmica populacional destas espécies presentes nessas regiões fragmentadas.

1.3 A espécie *Akodon cursor* (Winge, 1887)

O rato-do-chão é o nome popular para a designação científica *Akodon cursor*. No Brasil foram registradas nove espécies de *Akodon* Meyen, 1833: *A. cursor* Winge, 1887, *A. azarae* Fischer, 1829, *A. lindberghi* Hershkovitz, 1990, *A. montensis* Thomas, 1913, *A. mystax* Hershkovitz, 1998, *A. paranaensis* Christoff, Fagundes, Sbalqueiro, Mattevi & Yonenaga-Yassuda, 2000, *A. reigi* González, Langguth & Oliveira, 1998, *A. sanctipaulensis* Hershkovitz, 1990, e *A. toba* Thomas, 1921. No estado do Rio de Janeiro observamos a presença das espécies *A. cursor*, *A. montensis* e *A. paranaensis*. *A. cursor* não se distingue morfológicamente da espécie irmã *A. montensis*, com a qual compartilha áreas de simpatria nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. (Fagundes & Nogueira 2007). A distinção das espécies é feita através da análise cariotípica, onde o cariótipo de *A. cursor* pode apresentar variação no número diplóide ($2n$) de 14 a 16 e também uma variação no número fundamental (NF) de 18 a 26 braços autossômicos (Geise *et al.*, 1998), enquanto que *A. montensis* possui um cariótipo básico com $2n=24$ e variação no número diplóide de 25 a 26 (Yonenaga, 1975). A área de distribuição de *A. cursor* é bastante distinta em relevo e vegetação. Ocorre em áreas de Mata Atlântica até 1.170 metros de altitude, desde o estado da Paraíba até o extremo norte do estado do Paraná (Maia e Langguth, 1981; Sbalqueiro e Nascimento, 1996; Gentile *et al.*, 1997; Fagundes *et al.*, 1998; Paresque *et al.*, 2004; Nogueira e Fagundes, 2008; Barros *et al.*, 2009; Colombi *et al.*, 2010; Geise, 2012). Registros apontam a ocupação dessa espécie também em áreas de Restinga no estado do Rio de Janeiro (Cerqueira *et al.*, 1993 e Gentile *et al.*, 1997), Cerrado na Chapada Diamantina (Pereira e Geise, 2007) e Caatinga no estado de Pernambuco (Ribeiro *et al.*, 2009) (Figura 1).

De acordo com Bonvincino *et al.* (2008), a espécie apresenta tamanho de pequeno a médio e comprimento da cauda pouco menor do que o do corpo. A coloração do dorso varia do castanho-claro ao castanho-escuro, sem limite definido com a coloração do ventre, que é amarelo-acinzentado ou branco-acinzentado, com as bases dos pêlos acinzentadas, orelhas grandes e cauda pouco pilosa e com escamas epidérmicas aparentes. Sua massa corporal média é de 33 g. (Figura 1). Estudos cariotípicos têm sido usados para

identificação das espécies, pois as características morfológicas deste táxon não permitem uma identificação segura (Geise *et al.*, 1998).

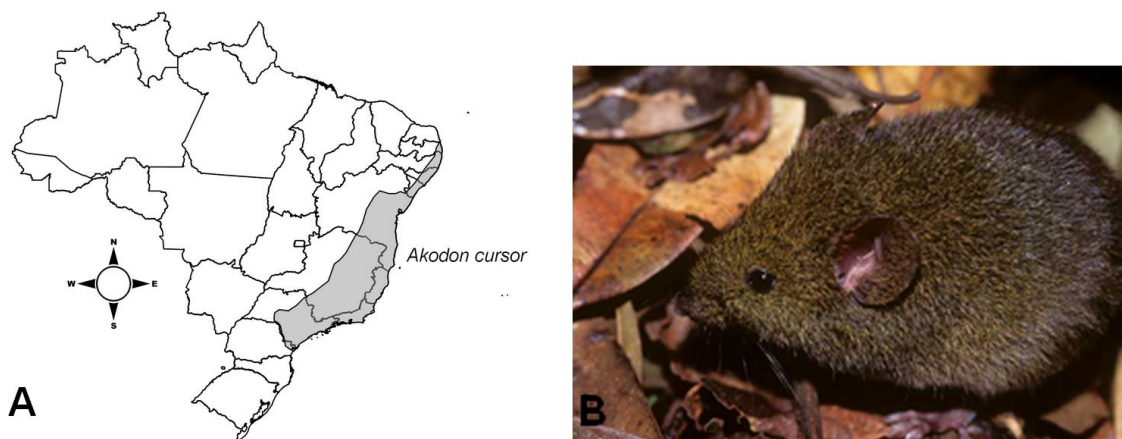


Figura 1: (A) Mapa de distribuição geográfica de *Akodon cursor* no Brasil. Fonte: **IUCN** Red List adaptado. (B) *Akodon cursor* em seu ambiente natural. (Fonte: Museum of Vertebrate Zoology, University of California, Berkeley, James L. Patton, 1993)

1.4 A espécie *Necromys lasiurus* (Lund, 1840).

O ratinho do cerrado é o nome popular para *Necromys lasiurus*. Recentemente, Gurgel-Filho e *et al.* (2015) realizaram um estudo sobre os pequenos mamíferos no estado do Ceará com discussão taxonômica de algumas espécies. Dentre elas foi discutida a espécie *N. lasiurus*, e pela sua morfometria craniana, os autores confirmam que a sinonímia entre *Necromys* e *Bolomys* é inconsistente. Após consulta a outros taxonomistas, constatamos divergências na aceitação desta última revisão, e desta forma, nesta dissertação, iremos considerar *Bolomys* como um sinônimo subjetivo júnior de *Necromys*.

No Brasil foram registradas três espécies do gênero *Necromys*: *N. lasiurus* (Lund, 1840), *N. urichi* Allen & Chapman, 1897 e *N. lenguarum* Thomas, 1898. O roedor *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* distribuiu-se no Norte do Amazonas e Roraima (Bonvicino *et*

al., 2008) e o *N. langurum* no Brasil é encontrado apenas no estado de Rondônia na fronteira com a Bolívia (Dunnum *et al.*, 2016). 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. (Figura 2) (Reis *et al.*, 2011; De Oliveira-Santos *et al.*, 2018), apresentando hábitos terrestres e ocorrendo em formações abertas e florestais (Vieira *et al.* 2005; Bonvicino *et al.*, 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 periocular 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. (Bonvicino *et al.*, 2008), (Figura 2).

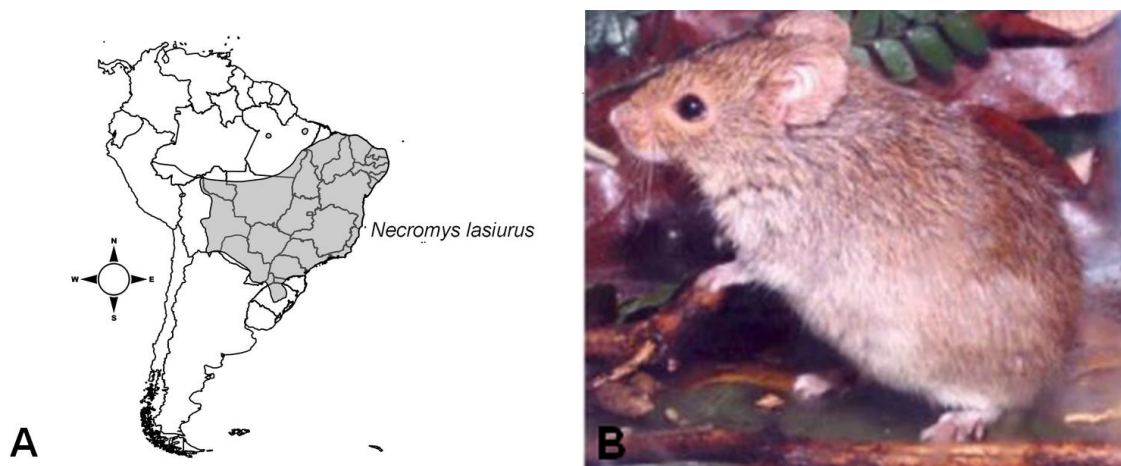


Figura 2: (A) Mapa de distribuição geográfica de *Necromys lasiurus* no Brasil. Fonte: IUCN Red List adaptado (B) *Necromys lasiurus* em seu ambiente natural (Fonte: Bonvicino *et al.*, 2008).

1.5 A espécie *Mus musculus* (Linnaeus, 1758).

O camundongo ou rato-doméstico são os nomes populares para *Mus musculus*. É o roedor que apresenta a distribuição geográfica mais ampla no mundo. A expansão deste pequeno roedor, em parte facilitada pelo homem, fez com que se encontre presente em todos os continentes. (Berry & Scriven, 2005; Wanless *et al.*, 2007; Whitmer *et al.*, 2007).

São animais de hábitos noturnos ou crepusculares (Boursot *et al.*, 1993, Witmer & Jojola, 2006). Podem ocorrer sob duas formas, comensal, em que dependem do ser humano para obter alimento e abrigo, e selvagem, vivendo de um modo semelhante aos roedores silvestres, longe das habitações humanas (Gray & Hurst, 1998; Berry & Scriven, 2005).

Mus musculus são pequenos roedores que possuem uma longa cauda com 60-105 mm de comprimento, aproximadamente o mesmo que a soma dos comprimentos da cabeça e do corpo (65-95 mm). Apresentam um par de grandes olhos proeminentes, orelhas arredondadas e um focinho pontiagudo com longos bigodes. Os adultos pesam entre 12-30 g. A coloração da pelagem normalmente varia entre o castanho claro e o preto, e a coloração da pele da barriga entre o branco, o castanho e o cinzento. (Figura 3) (Bonvincino *et al.*, 2008).



Figura 3: *Mus musculus* (Fonte: Bonvincino *et al.*, 2008).

1.6 Helmintos parasitos dos roedores *A. cursor*, *N. lasiurus* e *M. musculus*

Para se ter conhecimento da biodiversidade parasitária é de grande importância que sejam realizados estudos taxonômicos de helmintos parasitos. Esses estudos podem ser feitos por meio da identificação das estruturas morfológicas, da morfometria e de análises moleculares. (Costa, 2017). Em conformidade com a literatura sobre a helmintofauna de *A. cursor*, já foram reportadas as seguintes espécies: o Trematoda *Canaania obesa* Travassos, 1944; o Cestoda *Rodentolepis akodontis* Rego 1967; e os nematoides *Stilestrongylus aculeata* Travassos, 1918; *Stilestrongylus eta* Durette-Dusset, 1971; *Stilestrongylus lanfrediae* Souza, Digiani, Simões, Luque, Rodrigues-Silva & Maldonado 2008; *Guerrerostrongylus zetta* Sutton & Durette-Desset, 1991; *Angiostrongylus lenzi* Souza, Simões, Thiengo, Lima, Mota, Rodrigues-Silva, Lanfredi & Maldonado, 2009; *Syphacia carlitosi* Robles & Navone, 2007; *Litomosoides silvai* Padilha & Faria, 1977; (Simões et. al. 2011); *Litomosoides chagasfiloi* Moraes-Neto 1997.

A helmintofauna de *N. lasiurus* já descrita na literatura inclui: os nematoides, *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 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). Recentemente também foi descrito o parasitismo pelos cestódeos *Rodentolepis akodontis* Rêgo, 1967 e *Cysticercus fasciolaris* Batsch, 1786 (estádio larvar de *Taenia taeniae formis*, um parasito de felinos), além do Acanthocephala *Moniliformis* sp.; um Spirurida do estômago *Physaloptera* sp. e tricurídeo *Trichuris navonae* Robles, 2011 (Costa et al., 2019).

De acordo com Pulido-Flores et al. (2005) e Kataranovski et al. (2008) a helmintofauna de *M. musculus* tem sido estudada em diversas partes do mundo. Contudo, apesar de ter uma distribuição cosmopolita e ser uma espécie comensal, ele tem sido relativamente menosprezado, principalmente em comparação com os numerosos estudos realizados com as espécies *R.*

novergicus (Berkenhout, 1769) e *R. rattus* (Linnaeus, 1758). De um modo geral, a escassa informação em ambientes silvestres sobre as espécies de helmintos parasitos de *M. musculus* poderá ser explicada pelo fato deste roedor não ser tão comum em habitats naturais onde os roedores selvagens são normalmente capturados (Kataranovski *et al.*, 2008).

Uma revisão da helmintofauna de *M. musculus* em âmbito mundial (Singleton & Krebs, 2007) assinala o parasitismo pelos trematódeos: *Brachylaima* sp. Dujardin, 1843; *Brachylaima cribbi* Butcher, 2003; *Echinostoma lindoense* Lie & Heyneman, 1979; *Fasciola hepatica* Linnaeus, 1758; *Zonorchis* sp. Travassos 1944; os cestódeos: *Catenotaenia pusilla* Goeze, 1782; *Echinococcus multilocularis* Leuckart, 1863; *Hymenolepis diminuta* Rudolphi, 1819; *Mesocestoides* sp. Goeze, 1782; *Paranoplocephala* sp. Lühe, 1910; *Raillientina* sp. Fuhrman, 1920; *Rodentolepis microstoma* (= *Rodentolepis straminea*) Dujardin, 1854; *Rodentolepis nana* (= *Rodentolepis fraterna*) Siebold, 1852; *Taenia taeniaeformis* (larva) Batsch, 1786 e os nematóides *Aonchotheca annulosa* Dujardin, 1845; *Aspiculuris tetraptera* Nitzsch, 1821; *Calodium hepaticum* Bancroft, 1893; *Eucoleus bacillatus* Elberth, 1863; *Gallegostrongylus australis* Spratt, 2001; *Gallegostrongylus ibicensis* S Mas-Coma, 1977; *Gongylonema aegypti*, *Gongylonema musculi* Ashour & Lewis, 1986; *Gongylonema neoplasticum* (Fibiger & Ditlevsen, 1914) Ditlevsen, 1918; *Heligmosomoides polygyrus* Dujardin, 1845; *Heterakis spumosa* Soulsby, 1982; *Mastophorus muris* Gmelin, 1790; *Muspicea borreli* Bain & Chabaud 1979; *Nippostrongylus brasiliensis* Travassos, 1914; *Physaloptera getula* Seurat 1917; *Syphacia obvelata* Rudolphi, 1802; *Syphacia stroma* Linstow, 1884; *Trichinella spiralis* Owen, 1835; *Trichosomoides crassicauda* Bellingham, 1840; *Trichuris muris* Schrank, 1788.

1.7 Justificativa

A intensa atividade antrópica na floresta de Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro tem transformado a paisagem num mosaico de fragmentos florestais (D'Andrea *et al.*, 2007) e em áreas de matrizes abertas degradadas. Provavelmente, decorrente ao processo de substituição de florestas por áreas abertas, espécies de mamíferos típicas de Cerrado vêm sendo encontradas nessas áreas de matriz (Pires *et al.*, 2010; Paula *et al.*, 2013) em simpatria com espécies nativas de Mata Atlântica. *Necromys lasiurus* (Rodentia, Sigmodontinae) é um exemplo, cuja distribuição antes restrita a áreas do Cerrado e Caatinga, e em áreas de transição com Pantanal, Amazônia e Mata Atlântica (Bonvicino *et al.*, 2008; Asfora *et al.*, 2009; Reis *et al.*, 2011), vem sendo registrado com frequência em áreas abertas antropizadas no interior do estado do Rio de Janeiro. Além disso, essas áreas degradadas vêm sendo também ocupadas pelo roedor exótico sinantrópico *M. musculus* (Muridae: Murinae) (De Oliveira-Santos *et al.*, 2018). Além destas duas espécies exóticas, *Akodon cursor* (Rodentia, Sigmodontinae) espécie autoctene da Mata Atlântica do Rio de Janeiro, tem sido registrado com frequência em áreas abertas, completando assim a principal comunidade de roedores observada nestas áreas degradadas de Mata Atlântica. Desta forma, se faz importante estudar as relações entre essas espécies exóticas à Mata Atlântica com as espécies endêmicas com vistas a se avaliar o impacto potencial dessas novas relações na estruturação das comunidades de pequenos mamíferos e no ciclo de transmissão de parasitos helmintos, por exemplo, importantes para a saúde dos ecossistemas e saúde humana, como *Angiostrongylus cantonensis* (Nematoda) agente etiológico da Meningite eosinofílica. Os helmintos parasitos desses roedores apresentam relativo grau de especificidade, e sua ocorrência e variação populacional podem ser reguladas por características do hospedeiro e condições abióticas (ambientais). O interesse em compreendermos as relações parasito-hospedeiros nesse novo contexto de substituição da floresta de Mata Atlântica por matriz aberta, em que esses roedores e seus helmintos parasitos coexistem, constituiu a motivação desse estudo.

2. HIPÓTESES

1- Há similaridade entre a helmintofauna de *N. lasiurus* da área de matriz aberta da Mata atlântica do estado do Rio de Janeiro e a helmintofauna de *N. lasiurus* do Cerrado.

2- Há similaridade entre a helmintofauna de *A. cursor* da área de matriz aberta da Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro e a sua helmintofauna já descrita para o bioma Mata Atlântica.

3- A helmintofauna de *Mus musculus* é composta por espécies de helmintos provenientes das outras espécies de hospedeiros simpátricos

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Estudar a composição e a estrutura das comunidades de helmintos gastrintestinais dos roedores *A. cursor* (Winge, 1887), *N. lasiurus* (Lund, 1841) e *M. musculus* (Linnaeus, 1758) em áreas de matriz aberta de Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro.

3.2. Objetivos específicos

- Identificar as espécies de helmintos parasitos de *A. cursor*, *N. lasiurus* e *M. musculus*;
- Caracterizar as estruturas das infracomunidades e comunidades componentes de helmintos, mensurando a riqueza de espécies, a prevalência parasitária, a intensidade e abundância de infecção em cada espécie de hospedeiro estudado;
- Comparar os parâmetros parasitológicos em relação à área de estudo, espécie, idade e sexo dos hospedeiros;
- Analisar a dominância de cada espécie de helminto em cada espécie de hospedeiro estudado;
- Comparar a helmintofauna das espécies *A. cursor*, *N. lasiurus* e *M. musculus* observada nas áreas estudadas com as respectivas helmintofaunas descritas na literatura para estes hospedeiros em suas áreas originais de distribuição.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Áreas de estudo

Foram coletados helmintos de roedores das espécies *A. cursor*, *N. lasiurus* e *M. musculus* em duas áreas de matriz aberta da Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro: na Reserva Biológica de Poço das Antas (REBIO Poço das Antas), e na Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João (APA-BRSJ).

4.1.1. Reserva Biológica de Poço das Antas

A REBIO Poço das Antas está localizada na parte central costeira do Estado do Rio de Janeiro, no município de Silva Jardim e sua Zona de Amortecimento abrange também o município de Casimiro de Abreu (22°30'12" S, 42°16'03" W) (Figura 4). Desde a sua fundação em 1974, a REBIO Poço das Antas é uma importante área de preservação da biodiversidade da Mata Atlântica, onde pratica-se a preservação integral da biota e dos demais atributos naturais existentes nos seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais, apenas executando ações de manejo necessárias para preservar e recuperar a diversidade biológica e os processos ecológicos naturais (ICMBIO, 2005). Possui aproximadamente 5.000 hectares e preserva fragmentos de Mata Atlântica Costeira e seus ecossistemas associados, incluindo algumas espécies de fauna e flora com prioridade para conservação (Figura 4).

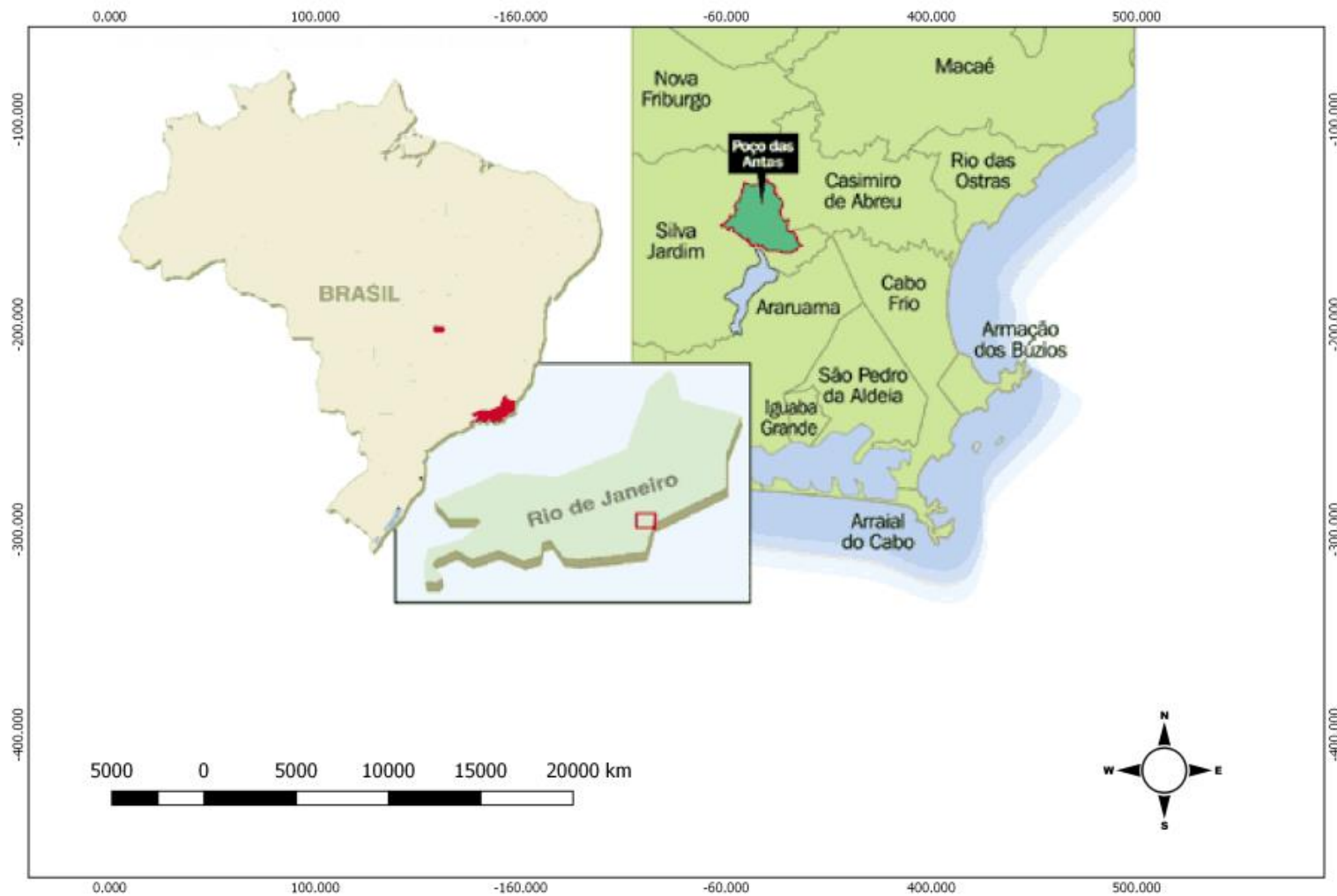


Figura 4: Localização da Reserva Biológica de Poço das Antas no estado do Rio de Janeiro. Fonte: Adaptação RMTrilhas 2013 (<http://rmmtrilhas.blogspot.com/2013/10/poco-das-antas.html>).

Antes de sua criação, a região era utilizada para a criação de gado e algumas culturas de subsistência. Atualmente, a região possui um ecossistema com áreas de campos antrópicos circundados por remanescentes florestais secundários, em diferentes estádios sucessionais: floresta de baixada (floresta de Terras baixas/floresta aluvial), floresta de encosta (floresta de morrote/floresta submontana), formação pioneira com influência fluvial, capoeira de baixada (capoeira de terras baixas/capoeira aluvial), capoeira de encosta (capoeira de morrote/capoeira submontana) e campo antrópico (Vieira & Pessoa, 2001). No interior do parque, a localidade conhecida como Ilha de Barbados foi o local escolhido para coleta das amostras. Neste local a cobertura vegetal se caracteriza por ser uma vegetação pouco heterogênea, sendo composta principalmente por gramíneas, como capinzal, samambaias, arbustos e algumas árvores pioneiras esparças (Figura 5). Esta localidade foi selecionada considerando-se trabalhos anteriores (Pires *et al.*, 2010; Bovendorp *et al.*, 2017) que apontaram alta abundância de *N. lasiurus*, uma das espécies alvo deste estudo. Queimadas na região são frequentes devido a ação antrópica, particularmente na estação seca que ocorre geralmente entre abril e setembro (ICMBIO, 2005), modificando substancialmente a paisagem (Figura 5). As médias das temperaturas máximas variam entre 30°C e 32°C e valores mínimos que não ultrapassam 18°C (Vieira & Pessoa, 2001).

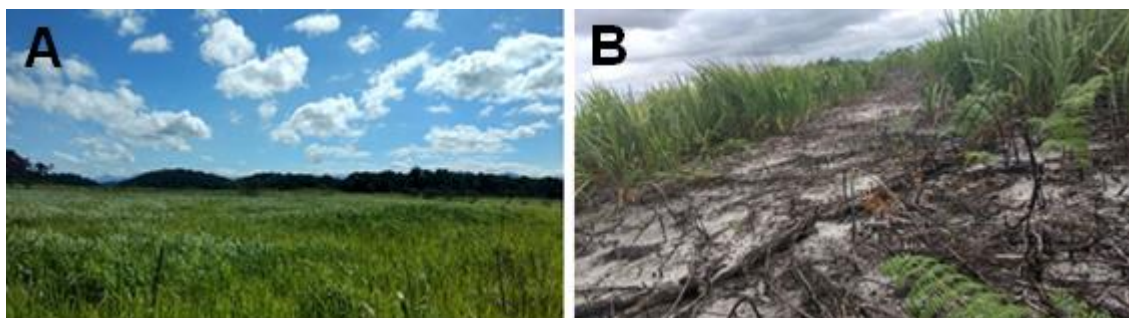


Figura 5: REBIO Poço das Antas: Aspectos gerais da matriz aberta que circunda a localidade da Ilha de Barbados, onde foram estabelecidos os transectos de captura de roedores hospedeiros. A – Capinzal denso; B – Capinzal em regeneração em área pós-queimada (Arquivo pessoal)

4.1.2. Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João (APA-BRSJ)

A APA-BRSJ é uma unidade de conservação de uso sustentável localizada no município de Casimiro de Abreu (22°33' 26" S, 42°12'06" W). Criada a partir do decreto s/nº de 27 de junho 2002 e abrange toda a bacia do Rio São João, com exceção da REBIO Poço das Antas e a Reserva Biológica União (Mello *et al.*, 2008) (Figura 6). Ela foi criada com o intuito de proteger e conservar os mananciais, regularizar o uso dos recursos hídricos e do parcelamento do solo, além de proteger os remanescentes florestais (Mello *et al.*, 2008). A APA-BRSJ possui cerca de 150 mil hectares, e abrange ecossistemas da Mata Atlântica como matas de baixada, matas de morrote, matas de encosta, mangues, restingas e ambientes lacustres (Mello *et al.* 2008). A APA-BRSJ historicamente sofre com o uso e ocupação inadequados do solo. O desmatamento na região iniciou-se no século XVII, onde os colonizadores ocuparam a região com lavouras e exploração de madeira. No século XVIII, extensas áreas sofreram com o desmatamento, onde houve a substituição de áreas florestais por áreas de monocultura de cana de açúcar. Quando a produção desta monocultura tornou-se decadente, os canaviais foram abandonados e a região passou a ser ocupada com criação de gado e com contínua extração de madeiras (ICMBIO, 2008). No século XIX os cafezais tomaram conta da paisagem (Cunha, 1995). Atualmente, cerca de 30% da APA-BRSJ é composta por pastagens e 4% composta por agricultura (ICMBIO, 2008).

Nas áreas de coleta (22°33'51.00" S, 42°12'43.00" W) (Figura 7), a predominância é de matrizes abertas antrópicas, decorrentes do uso do solo naquela região, voltada principalmente para o plantio de subsistência. A temperatura máxima da região varia entre 19,51°C e 26,46°C (Mello *et al.* 2008).

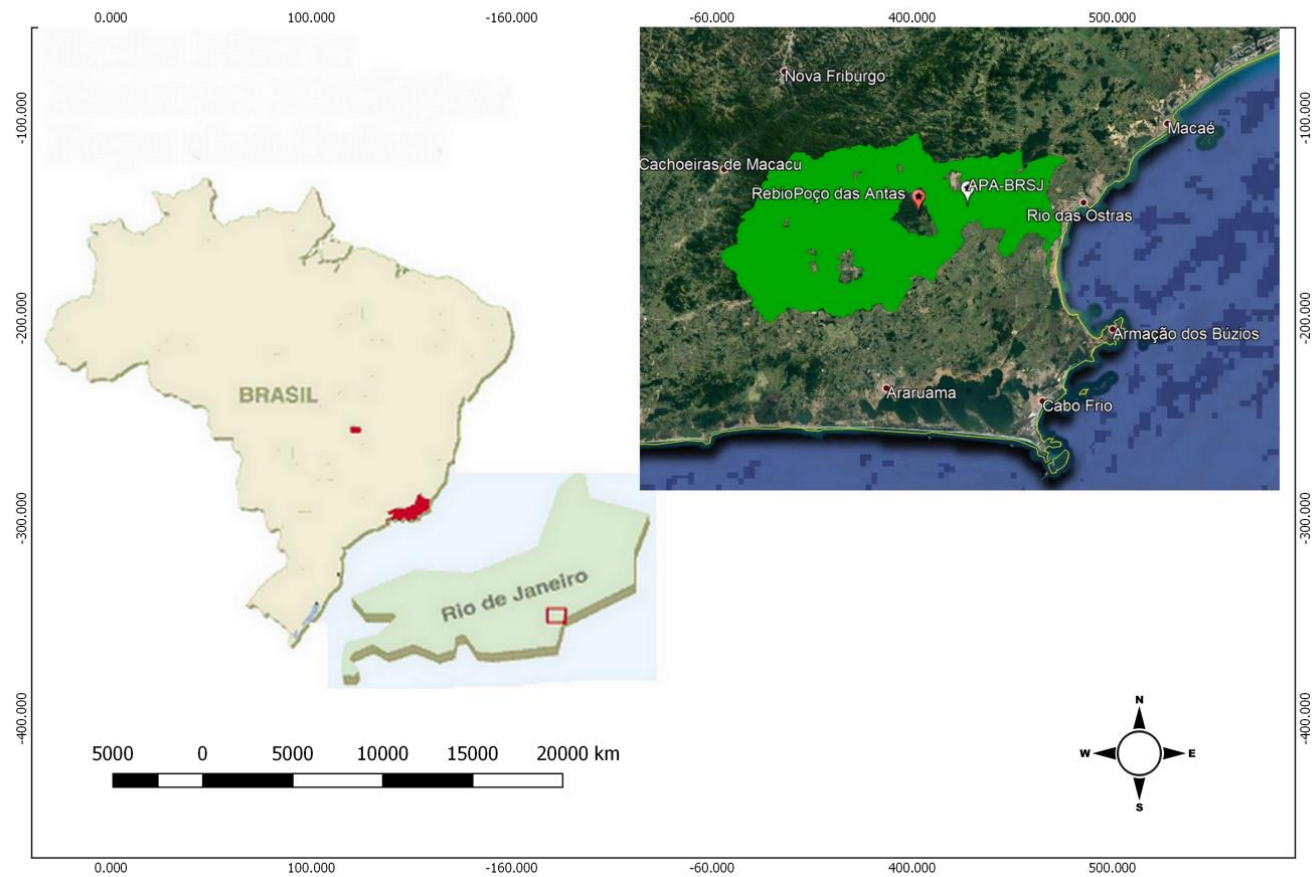


Figura 6: Localização da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João no município de Casimiro de Abreu RJ, mostrando limites com a Reserva Biológica Poço das Antas, município de Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. Fonte: Adaptação RMTrilhas 2013

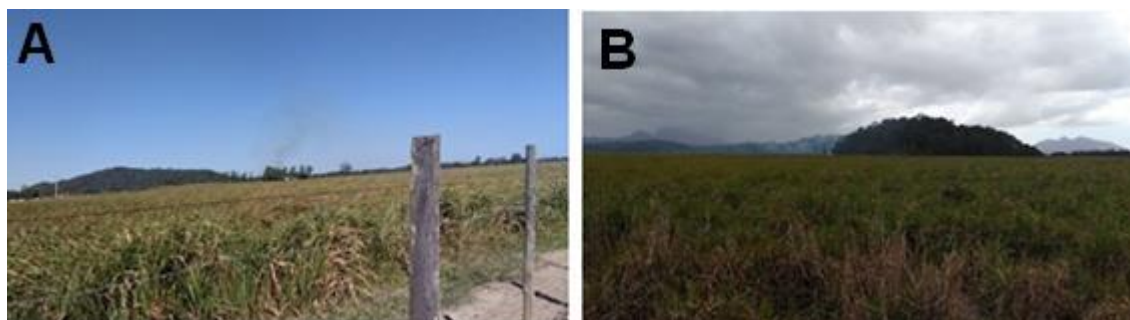


Figura 7: Aspectos gerais da matriz aberta na Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João (APA-BRSJ), município de Casimiro de Abreu, RJ, Brasil, onde foram estabelecidos os transectos de captura de roedores hospedeiros. A – Pasto formado por *Brachiaria decumbens* (Capim braquiária); B – Pasto formado por *Brachiaria decumbens* com detalhe de fragmento florestal ao fundo. (Arquivo pessoal)

4.2. Coleta dos Roedores e obtenção das amostras

Foram estabelecidos 10 transectos lineares para captura de roedores, espaçados em pelo menos 300 metros entre si, para garantir independência das amostras (Püttker *et al.*, 2008), em ambas as localidades do estudo (Figura 8). Estes foram dispostos em áreas de matriz alterada com 20 estações de captura cada. Em cinco destes 10 transectos, foram dispostas uma armadilha modelo *Tomahawk*® (dimensões de 40,64cm x 12,70cm x 12,70cm) e uma modelo *Sherman*® (dimensões de 7,62cm x 9,53cm x 30,48cm) por estação de captura, apropriadas para a captura de pequenos mamíferos vivos com até 3Kg. Em outros cinco transectos, foram dispostas duas armadilhas do modelo *Sherman*® por estação de captura. (Figura 9).

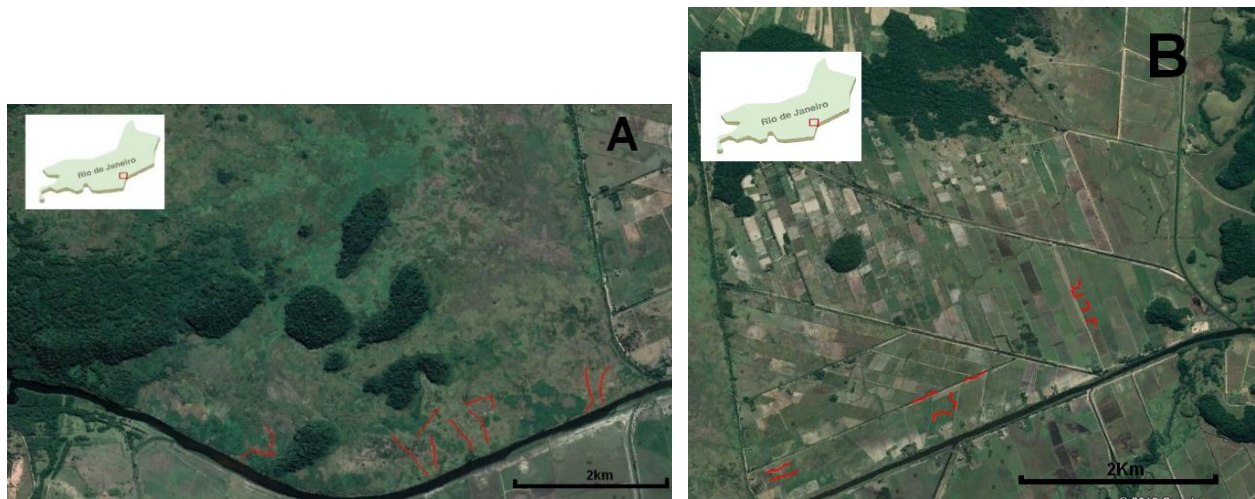


Figura 8: Delineamento amostral das áreas de coleta indicado por linhas em vermelho, a disposição dos 10 transectos de captura de pequenos mamíferos, em cada área. A: Reserva Biológica de Poço das Antas no município de Silva Jardim/RJ; B: Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João no município de Casimiro de Abre/RJ. (Adaptado do Google Earth)



Figura 9: Armadilhas tipo “live trap” utilizadas para captura dos hospedeiros roedores. (A) Sherman® (B) Tomahawk®. Fonte: Acervo próprio

As coletas tiveram cinco noites de captura consecutivas nos meses de abril/2017 e setembro/2018 na REBIO/Poço das Antas, e setembro/2017 em APA-BSRJ. As armadilhas foram iscadas com uma mistura composta por banana, farinha de milho em flocos, manteiga de amendoim e sardinha, adequada à captura de pequenos mamíferos com diversos hábitos alimentares (granívoros, frugívoros, carnívoro-insetívoros, onívoros). Os roedores capturados foram eutanasiados para a coleta de helmintos e outras amostras biológicas para diagnóstico de infecções de agentes zoonóticos, relacionados a outros projetos associados. Em cada captura foram anotados os seguintes dados de cada espécime de mamífero capturado: espécie, ponto de captura, tipo de armadilha, posição da armadilha, peso, sexo, condição reprodutiva, tamanho corpóreo e da cauda, além de observações individuais. Os espécimes de roedores foram taxidermizados e depositados no acervo da coleção de mamíferos silvestres do LABPMR/IOC. A identificação dos espécimes de roedores foi feita através de morfologia externa, morfometria craniana, e tiveram sua identificação confirmada por cariótipagem (determinação do número cromossômico específico) e análise filogenética, de acordo com os protocolos do LABPMR/IOC/FIOCRUZ.

O sistema digestório de cada espécime foi armazenado separadamente (estômago, intestino delgado e intestino grosso) em tubos Falcon de 15ml e conservados em etanol 70% para posterior análise da presença de helmintos no laboratório.

4.3. Método de coleta dos helmintos

A coleta dos helmintos foi realizada no LABPMR/IOC através de pesquisa no sistema digestório dos roedores. Os órgãos separadamente foram retirados dos tubos, estes foram colocados em placas de Petri, utilizando-se material cirúrgico como, tesoura, pinças bico-de-pato e pinças dente-de-rato, e ainda estiletas 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 triagem dos helmintos em cada órgão 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.

4.4. Método de identificação dos helmintos

Todos os helmintos foram contados e identificados no Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios do Instituto Oswaldo Cruz situado na Fundação Oswaldo Cruz-RJ. Os nematoides foram diafanizados em lactofenol. Os cestoides foram corados em Carmim de Langeron e diferenciados em álcool clorídrico a 0,5 %, desidratados em série alcoólica crescente, e diafanizados em salicilato de metila e fixados em Bálsamo do Canadá como preparação permanente, de acordo com Amato *et al.* (1991). Posteriormente, foram acondicionados em frascos identificados de acordo com o número do hospedeiro e o órgão em que foram encontrados. Os espécimes foram montados entre lâmina e lamínula, analisados com auxílio de microscópio de luz (Zeiss Standard 20). Os aspectos morfológicos específicos observados foram usados na identificação dos espécimes de acordo com Travassos *et al.*, (1937), Yamaguti (1961), Vicente *et al.*, (1997), Khalil *et al.*, (1994), além dos artigos de descrição das espécies relacionadas. Os registros fotográficos foram feitos com o auxílio de microscópio de luz Zeiss Observer Z1 acoplado a uma câmara digital Zeiss Axio Cam HRC e analisados pelo software Axio Vision Rel. 4,7. Os helmintos obtidos que não puderem ser identificados pela microscopia de luz foram identificados com auxílio de análise molecular, conforme metodologia abaixo.

4. 5. Preparo do material para biologia molecular para a Classe Cestoda

Devido à ausência de proglotes maduras e escólex nas amostras obtidas, provavelmente danificados durante o processo de coleta, foi necessária a confirmação taxonômica através de análises moleculares apenas para a classe Cestoda. Foi isolado o DNA genômico de cinco helmintos individualmente utilizando o kit NucleoSpin® Tissue (Macherey-Nagel, Düren, Alemanha), de acordo com o protocolo do fabricante, com modificações. Os helmintos foram digeridos e depois submetidos a uma digestão overnight por

Proteinase K (Invitrogen, Carlsbad, Califórnia) a 56 ° C, de acordo com métodos em Iñiguez *et al.* (2012).

A amplificação de fragmento de 400-pb do gene 18S rRNA foi realizada pela Reação em Cadeia de Polimerase (PCR) utilizando-se os iniciadores (*primers*) small subunit (SSU)-A (forward, 5'-AAAGATTAAGCCATGCATG-3') and SSU-22 R (reverse, 5'-GCCTGCTGCCTTCCTTGGA-3'). A amplificação foi realizada de acordo com o seguinte protocolo: um volume final das reações de 50µL contendo: 1pmol/µL de cada oligonucleotídeo iniciador, 5µL de tampão de reação a 10X (Invitrogen), 2,5mM de MgCl₂, 2mM de dNTPs, 1,5U de Taq DNA polimerase e 20-30ng de DNA. As amostras foram colocadas em termociclador (Mastercycler – Eppendorf Termociclador) e submetidas às seguintes condições de amplificação: pré-aquecimento a 95°C por 2 minutos, seguido por 40 ciclos de 95°C por 30 segundos, 57°C por 30 segundos, 72°C por 1 minuto e por último, extensão final a 72°C por 8 minutos. A purificação foi realizada com o Kit NucleoSpin® Gel and PCR Clean up, usando-se o protocolo do fabricante. As reações de sequenciamento foram realizadas utilizando-se BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems, USA) pela Plataforma de Sequenciamento (PDTIS/FIOCRUZ). As seqüências foram obtidas em formato de eletrofenograma, alinhadas e editadas utilizando-se a ferramenta Clustal W no programa MEGA5 (www.megasoftware.net). Para a análise de similaridade, foram feitos BLAST e alinhamentos das seqüências obtidas pelo GenBank, e a comparação foi realizada informando a porcentagem de máxima identidade entre as seqüências pelo programa MEGA5.

4.6. Análise dos dados parasitológicos e da estrutura da comunidade parasitária

Os parâmetros parasitológicos foram calculados para cada espécie de helminto de acordo com Bush *et al.* (1997). A abundância média foi calculada a partir da divisão do número total de indivíduos parasitos de uma dada espécie pelo número de indivíduos hospedeiros capturados. A intensidade média foi calculada a partir da divisão do número total de indivíduos de parasitos de uma dada espécie pelo número de animais infectados com esta espécie. A prevalência de cada espécie de parasito foi

calculada como a proporção de animais infectados para uma determinada espécie de helminto em relação ao número ao número total de animais analisados. Intervalos de confiança para a prevalência foram calculados baseados no desvio padrão considerando $\alpha = 95\%$. O padrão de distribuição (agregação) de cada espécie de helminto foi determinado usando-se o índice de dispersão (ID), calculado pela razão entre a variância e média de parasitos por hospedeiro (Ludwig & Reynolds, 1988). Neste método, quando a razão é próxima de um (ID=1), a distribuição é considerada aleatória; quando é menor do que um (ID<1), a distribuição é regular; e quando é maior do que um (ID>1), 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. Este parâmetro foi calculado para o total de hospedeiros examinados e considerando o sexo, idade do hospedeiro e área de estudo. A riqueza média foi considerada como o somatório das riquezas de cada indivíduo hospedeiro dividido pelo número de hospedeiros analisados.

A influência do sexo e da idade do hospedeiro, assim como das áreas de estudo (REBIO Poço das Antas e APA-BRSJ) na abundância e prevalência das espécies de parasitos mais abundantes foram testadas separadamente utilizando-se modelos lineares generalizados (GLM). Adicionalmente, para espécies de helmintos compartilhadas entre os roedores, a espécie de hospedeiro também foi considerada como uma variável explicativa nesta análise. Os melhores modelos foram escolhidos utilizando-se o critério de informação de Akaike corrigido (AICc), onde os modelos plausíveis apresentaram $\Delta AICc \leq 2$.

Foi calculado o índice de importância de cada espécie de helminto na análise de comunidade de acordo com Thul *et al.* (1985) considerando todos os helmintos adultos encontrados:

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

onde, A = número de indivíduos 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 parasito; M = fator de maturação (igual a 1 se pelo menos um indivíduo maduro da espécie considerada é encontrado, e igual a zero se não for encontrado).

Dessa forma, espécies dominantes ($I \geq 1,0$), são as que mais contribuem para a estruturação da comunidade componente; co-dominantes ($0,01 \leq I < 1,0$), que são as que contribuem significativamente para a comunidade, embora em menor grau em relação as espécies dominantes; espécies subordinadas ($0 < I < 0,01$), ocorrem com pouca frequência e, embora possam se desenvolver e se reproduzir, não contribuem significativamente para a comunidade; e espécies pioneiras sem sucesso ($I = 0$), elas obtêm acesso ao hospedeiro, mas não amadurecem ou não se reproduzem e contribuem pouco para a comunidade.

Foram geradas curvas de acúmulo de espécies por rarefação em relação ao número de infracomunidades, para avaliar se o tamanho da amostra foi representativo da comunidade. Esta análise foi realizada para cada espécie de hospedeiro separadamente. .

A similaridade na composição de espécies (presença ou ausência) de helmintos entre as espécies hospedeiras (*A. cursor*, *N. lasiurus* e *M. musculus*) foi comparada utilizando-se análise de agrupamento (cluster), a partir de uma matriz de dissimilaridade de Jaccard para investigar quais hospedeiros apresentaram maior compartilhamento de helmintos entre si. Adicionalmente à análise de agrupamento (*cluster*), foi realizada uma análise cofenética para verificar a representatividade do dendograma gerado.

Análises de aninhamento (*nestedness*) foram usadas para examinar se os padrões de distribuição das espécies de helmintos em suas comunidades de cada hospedeiro seguiam um padrão aninhado (Patterson; Atmar, 1986), considerando-se uma matriz de presença ou ausência de espécies em cada infracomunidade. Esta análise foi realizada para as infracomunidades das três espécies hospedeiras e áreas conjuntamente (*A. cursor*, *N. lasiurus* e *M. musculus* coletados em ambas Rebio Poço das Antas e APA-BRSJ), bem como para cada espécie de hospedeiro e para cada área separadamente. Foi utilizado o índice NODF (*Nestedness Metric Based on Overlap and Decreasing Fills Metric*), de acordo com Almeida-Neto *et al.* (2008). Os padrões observados foram comparados a modelos nulos, a partir da geração de 1000 matrizes aleatórias.

Todas as análises foram realizadas com o software RStudio versão 1.0.136, considerando-se um nível de significância de 5%. Para os testes ANOVA, foi utilizado o pacote stats (R Core Team, 2017); para a curva de

rarefação, GLM, Correlação de Spearman, VIF e Cluster foi utilizado o pacote vegan (Oksanen *et al.*, 2018); e para a análise de afinamento, o pacote bipartite (Dormann; Gruber; Fründ, 2008).

4.7 Biossegurança e autorização de coleta

Todos os procedimentos de manuseio, coleta de roedores e obtenção das amostras biológicas foram realizados com uso de EPIs de nível de biossegurança 3. As expedições de coleta foram realizadas sob a licença CEUA LW-39/14 (Anexo A), Licença Permanente para coleta de material zoológico nº 13373-1 IBAMA/ICMBIO/SISBIO (Anexo B), e licenças específicas do INEA-RJ para unidades de conservação.

5. RESULTADOS

Foram coletados 353 roedores das espécies *A. cursor*, *N. lasiurus* e *M. musculus*, com o esforço total de 6000 armadilhas-noite e um sucesso total de captura de 6,87% (Tabela 1).

Destes animais, foram obtidos helmintos de três filós: Nematoda, Acanthocephala e Platyhelminthes (Cestoda), sendo que 30,6% (n=22/72) dos espécimes de *A. cursor*, 71% (n=159/224) dos espécimes de *N. lasiurus* e 7,02% (n=4/57) dos espécimes de *M. musculus* encontravam-se infectados com pelo menos uma espécie de helminto (Tabela 2). Em relação aos nematoides, foram recuperados 2609 espécimes adultos, um espécime adulto de Acanthocephala e 27 helmintos do filo Platyhelminthes (Cestoda). Foram identificadas oito espécies de helmintos em *A. cursor*, seis em *N. lasiurus* e três em *M. musculus* (Tabela 3).

Tabela 1: Esforço e sucesso de captura de hospedeiros das espécies *Akodon cursor*, *Necromys lasiurus* e *Mus musculus*, em áreas de matriz aberta da REBIO Poço das Antas no município de Silva Jardim e na APA-BRSJ no município de Casimiro de Abreu, Rio de Janeiro. Brasil.

| Área de estudo | Mês da coleta | Esforço de captura* | Sucesso de captura (%) |
|---------------------------|---------------|---------------------|------------------------|
| Rebio Poço das Antas | Abr/17 | 2.000 | 11,3 |
| APA Bacia do Rio São João | Set/17 | 2.000 | 4,3 |
| Rebio Poço das Antas | Set/18 | 2.000 | 5 |
| Total | | 6.000 | 6,87 |

*Armadilhas-noite;

Tabela 2: Número de hospedeiros *Akodon cursor*, *Necromys lasiurus* e *Mus musculus* (Rodentia: Cricetidae) capturados em áreas de matriz aberta da REBIO Poço das Antas no município de Silva Jardim e na APA-BRSJ no município de Casimiro de Abreu, Rio de Janeiro, Brasil.

| Espécies | Área de estudo | | | | | | | | |
|----------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|----------|
| | Rebio Poço das Antas | | | | | | APA/BRSJ | | |
| | Abril/2017 | | | Setembro/2018 | | | Setembro/2017 | | |
| Capturados (n) | Analizados (n) | Positivos (n/%) | Capturados (n) | Analizados (n) | Positivos (n/%) | Capturados (n) | Analizados (n) | Positivos (n/%) | |
| Sigmodontinae | | | | | | | | | |
| <i>A. cursor</i> | 30 | 30 | 6 / 20% | 41 | 41 | 16 / 39% | 1 | 1 | 0 |
| <i>N. lasiurus</i> | 149 | 149 | 102 / 68,5% | 59 | 20* | 8 / 40% | 75 | 75 | 57 / 76% |
| Murinae | | | | | | | | | |
| <i>M. musculus</i> | 47 | 47 | 1 / 2,1% | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 | 4 / 40% |

*Os helmintos destes hospedeiros não entraram nas análises estatísticas.

Tabela 3: Espécies de helmintos e seus sítios de infecção coletadas por espécie de hospedeiro roedor *Akodon cursor*, *Necromys lasiurus* e *Mus musculus* coletados nas áreas de matriz aberta da REBIO/Poço das Antas no município de Silva Jardim e APA/BRSJ no município de Casimiro de Abreu, Rio de Janeiro, Brasil. “X” - indica presença do parasito naquela espécie.

| Espécies | Filo | Sítio de infecção | <i>Akodon cursor</i> | | <i>Necromys lasiurus</i> | | <i>Mus musculus</i> | |
|---|-----------------|-------------------|----------------------|----------|--------------------------|----------|----------------------|----------|
| | | | REBIO Poço das Antas | APA-BRSJ | REBIO Poço das Antas | APA-BRSJ | REBIO Poço das Antas | APA-BRSJ |
| <i>Protospirura numidica criceticola</i> | Nematoda | Estômago | X | | X | X | | X |
| <i>Stilestrongylus freitasi</i> | Nematoda | Intestino Delgado | X | | X | X | X | |
| <i>Stilestrongylus aculeata</i> | Nematoda | Intestino Delgado | X | | | | | |
| <i>Stilestrongylus eta</i> | Nematoda | Intestino Delgado | X | | | | | |
| <i>Pterigodermatites (Paucipectines) zygodontomis</i> | Nematoda | Intestino Delgado | X | | X | X | | X |
| <i>Syphacia (syphacia) alata</i> | Nematoda | Intestino Grosso | X | | X | X | | |
| <i>Trichuris navonae</i> | Nematoda | Intestino Grosso | X | | X | X | | |
| <i>Moniliformis sp.</i> | Acanthocephala | Intestino Delgado | X | | | | | |
| <i>Rodentolepis akodontis</i> | Platyhelminthes | Intestino Delgado | | | X | | | |

5.1. Descrição taxonômica da helmintofauna dos hospedeiros roedores *Akodon cursor*, *Necromys lasiurus* e *Mus musculus* capturados nas áreas de matriz aberta da REBIO/Poço das Antas e APA/BRSJ

Seguem abaixo as principais características das espécies de helmintos encontradas nas três espécies de roedores estudadas.

Filo Nematoda Rudolphi, 1808

Família Spiruridae Oerley, 1885

Subfamília Spirurinae Railliet, 1915

Gênero *Protospirura* Seurat, 1914

Espécie *Protospirura numidica criceticola* Quentin, Karimi & Rodriguez de Almeida, 1968 (Figura 10)

Descrição geral: Corpo relativamente grande, com cutícula fortemente estriada. A abertura oral é orientada dorso-ventralmente com dois pseudolábios trilobados desenvolvidos e divididos em: dois lobos laterais menores com um dente em cada 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. Foram observados quatro pares de papilas pré-cloacais e uma papila não pareada na borda anterior da abertura cloacal. Posterior à cloaca, existem dois pares de papilas grandes e quatro pares de papilas pequenas pareadas localizadas na ponta da cauda. A superfície ventral da cloaca é ornamentada com numerosas cristas cuticulares longitudinais que se estendem até a abertura da cloaca. Apresenta cauda curta e cônica. Os ovos apresentam formato elíptico embrionado com casca espessa.

Sítio de infecção: Estômago

Hospedeiro: *Akodon cursor*

Abundância total: 24 espécimes (7 machos e 17 fêmeas)

Prevalência: 13,89% (10 roedores infectados em 72 analisados)

Localidade geográfica: Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, estado do Rio de Janeiro (22°30'12" S, 42°16'03" W)

Sítio de infecção: Estômago

Hospedeiro: *Necromys lasiurus*

Abundância total: 1022 espécimes (344 machos e 678 fêmeas)

Prevalência: 50% (112 roedores infectados em 224 analisados)

Localidade geográfica: Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, estado do Rio de Janeiro (22°30'12" S, 42°16'03" W) e Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João, município de Casimiro de Abreu, estado do Rio de Janeiro (22°33'26" S, 42°12'06" W).

Sítio de infecção: Estômago

Hospedeiro: *Mus musculus*

Abundância total: 39 espécimes (13 machos e 26 fêmeas)

Prevalência: 5,26% (3 roedores infectados em 57 analisados).

Localidade geográfica: Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João, município de Casimiro de Abreu, estado do Rio de Janeiro (22°33'26" S, 42°12'06" W).

Comentários: A espécie *P. numidica* (Seurat, 1914) foi descrita a partir de helmintos recuperados do estômago de *Felis ocreata* (Johann Friedrich Gmelin 1791) (Crook & Grundmann 1964). Quentin *et al.* 1968, a partir de espécimes coletados de roedores *N. lasiurus* e *Callomys callosus* provenientes do município de Exú, estado de Pernambuco, propuseram a subespécie *P. numidica criceticola*. Essa nova classificação surgiu após Quentin *et al.* (1968) compararem seus espécimes com os descritos por Seurat, notando assim uma divergência no tamanho e formato dos espículos devido às variações geográficas e ecológicas. *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) foram também relatados parasitados por *P. numidica criceticola*. Em estudos recentes foram relatados *P. numidica criceticola* parasitando *Oxymycterus dasytrichus* e *O. delator* do Rio de Janeiro e Minas Gerais, respectivamente (São Luiz, 2015).

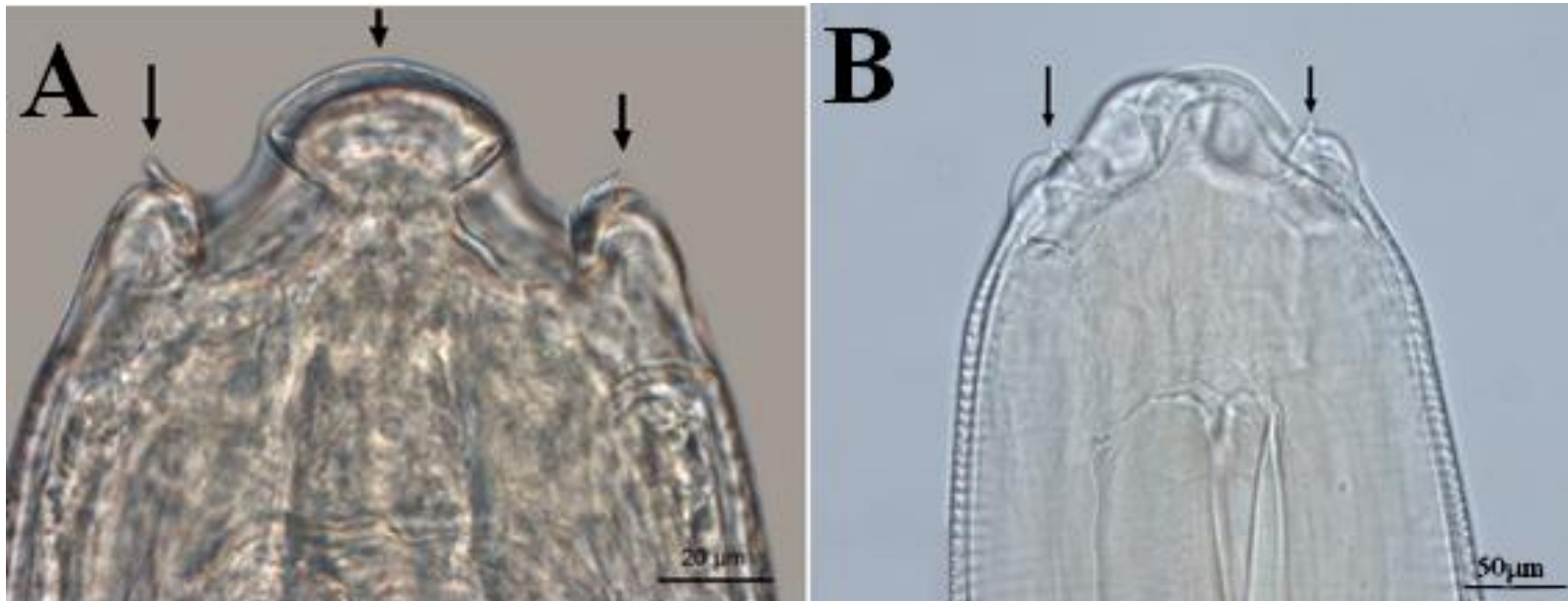


Figura 10: Fotomicrografia por microscopia de luz de *Protospirura numidica criceticola* Quentin, Karimi & Rodriguez de Almeida, 1968. (A) e (B) Extremidade anterior da fêmea mostrando dois pseudolábios tri-lobados e dentes (seta).

Filo Nematoda Rudolphi, 1808

Família Rictulariidae Railliet, 1916

Gênero *Pterygodermatites* Wedl, 1861

Espécie *Pterygodermatites (Paucipectines) zygodontomis* (Quentin, 1967)

Descrição geral: Os helmintos apresentaram dimorfismo sexual, sendo as fêmeas maiores e mais robustas do que os machos, apresentam extremidade cefálica arredondada com boca terminal de abertura no formato de um trapezoide ventro-dorsal. Nas fêmeas, a boca possui 21 dentes, enquanto que os machos possuem apenas 17 dentes. Ambos os sexos possuem três dentes esofageanos e apresentam projeções cuticulares enfileiradas, bem visíveis, semelhantes a espinhos na porção ventral, sendo que machos possuem 2 fileiras com 41 projeções cuticulares e fêmeas 2 fileiras com 81 projeções cuticulares, sendo 41 pré-vulvares e 40 pós-vulvares. As projeções cuticulares ventrais iniciam-se após a placa cefálica. (Figura 11)

Sítio de infecção: Intestino delgado

Hospedeiro: *Akodon cursor*

Abundância total: 1 espécime (1 fêmea)

Prevalência: 1,39% (1 roedor infectado de 72 analisados)

Localidade geográfica: Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, estado do Rio de Janeiro (22°30'12" S, 42°16'03" W).

Sítio de infecção: Intestino delgado

Hospedeiro: *Necromys lasiurus*

Abundância total: 203 espécimes (5 machos e 198 fêmeas)

Prevalência: 17,86% (40 roedores infectados de 224 analisados)

Localidade geográfica: Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, Estado do Rio de Janeiro (22°30'12" S, 42°16'03" W) e Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João, município de Casimiro de Abreu, estado do Rio de Janeiro (22°33'26" S, 42°12'06" W).

Sítio de infecção: Intestino delgado

Hospedeiro: *Mus musculus*

Abundância total: 14 espécimes (14 fêmeas)

Prevalência: 3,51% (2 roedores infectados de 57 analisados)

Localidade geográfica: Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João, município de Casimiro de Abreu, estado do Rio de Janeiro (22°33'26" S, 42°12'06" W).

Comentários: O gênero *Pterygodermatites* (Wedls, 1861) possui helmintos com abertura oral desviada dorsalmente ou apical, três dentes no esôfago e espinhos pré-vulvares (Anderson, *et al.*, 2009). Quentin, 1969b identificou o subgênero *Paucipetines* através do número de espinhos pré-vulvares com 34–38 pares, a disposição das papilas anais dos machos e do tipo de abertura oral. Desde a descrição da espécie *P. (Paucipetines) zygodontomis* (Quentin, 1967), só houve relatos sobre a espécie parasitando o hospedeiro *N. lasiurus* no município de Planaltina, Distrito Federal (Grossmann, 2015) e no município de Uberlândia, estado de Minas Gerais (Costa *et al.*, 2019).

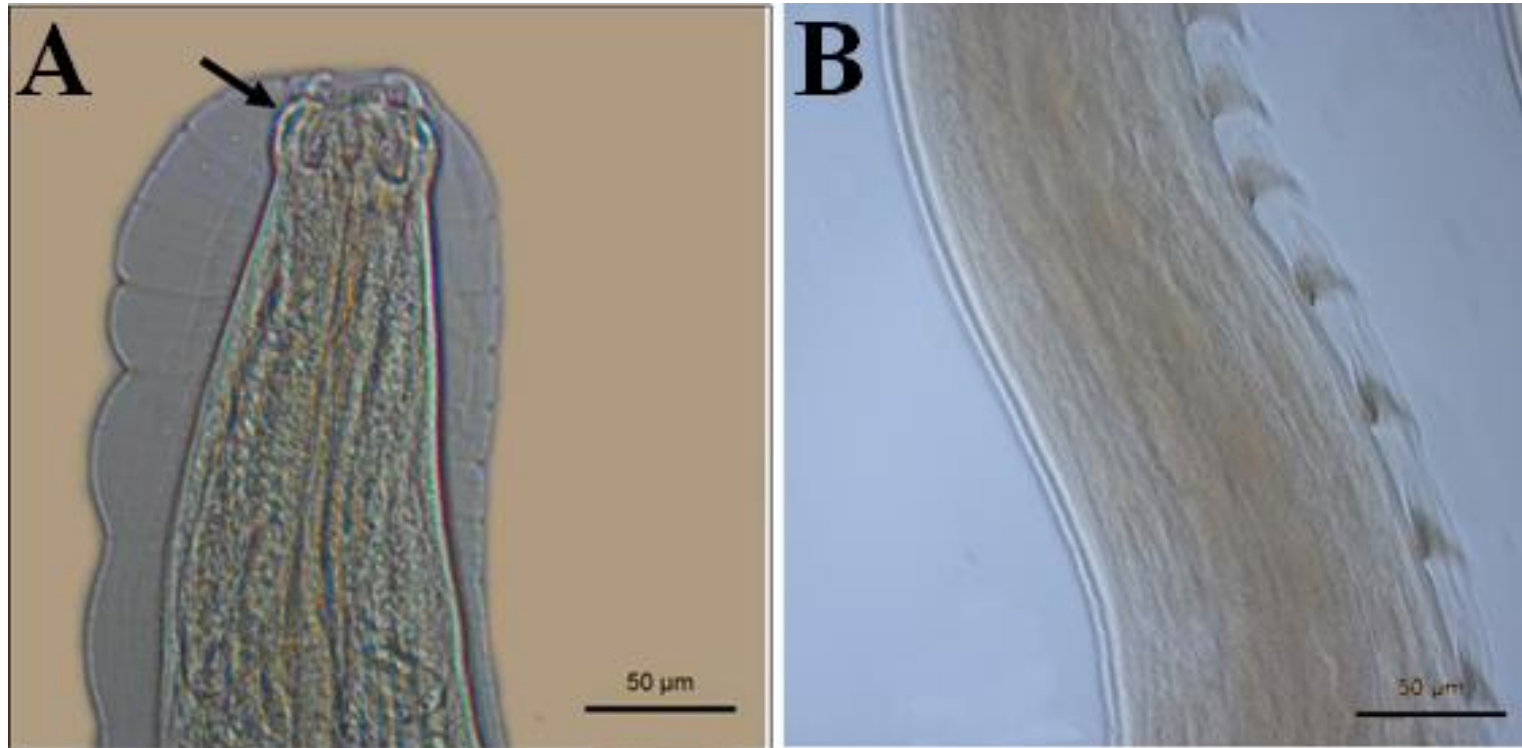


Figura 11: Fotomicrografia por microscopia de luz de *Pterygodermatites (Paucipectines) zygodontomis* Quentin, 1967: A) extremidade anterior mostrando a cápsula bucal (seta) e os três dentes esofagianos; B) visão lateral da fêmea mostrando as projeções cuticulares na região mediana.

Ordem Rhabditida Chitwood, 1933

Família Heligmonellidae Durette-Desset, 1977

Subfamília Nippostrongylinae Durette-Desset, 1971

Gênero *Stilestrongylus* Freitas Lent & Almeida, 1937

Espécie *Stilestrongylus freitasi* Durette-Desset, 1968 (Figura 12)

Descrição geral: Helmintos espiralados e pequenos. Possuem uma dilatação cuticular anelada na extremidade anterior e cristas cuticulares ao longo do corpo até a região vulvar ou pré-bursal nos machos. Na região medial do corpo há uma sínlofe de 27 cristas cuticulares. Os machos apresentam bolsa copuladora desenvolvida, assimétrica, com cone genital hipertrofiado. Os espículos são longos, envoltos por uma bainha e simétricos. As fêmeas são monodelfas com vulva próxima à extremidade posterior e cauda em forma cônica com dilatação cuticular pronunciada.

Sítio de infecção: Intestino delgado

Hospedeiro: *Akodon cursor*

Abundância total: 31 espécimes (11 machos e 20 fêmeas)

Prevalência: 2,78% (2 roedores infectados de 72 analisados)

Localidade geográfica: Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, estado do Rio de Janeiro (22°30'12" S, 42°16'03" W).

Sítio de infecção: Intestino delgado

Hospedeiro: *Necromys lasiurus*

Abundância total: 451 espécimes (258 machos e 193 fêmeas)

Prevalência: 7,6% (17 roedores infectados/de 224 analisados)

Localidade geográfica: Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, estado do Rio de Janeiro (22°30'12" S, 42°16'03" W) e Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João, município de Casimiro de Abreu, estado do Rio de Janeiro (22°33'26" S, 42°12'06" W).

Sítio de infecção: Intestino delgado

Hospedeiro: *Mus musculus*

Abundância total: 9 espécimes (4 machos e 5 fêmeas)

Prevalência: 1,8% (1 roedor infectado de 57 analisados)

Localidade geográfica: Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, estado do Rio de Janeiro (22°30'12" S, 42°16'03" W).

Comentários: Freitas, Lent & Almeida (1937), descreveram o gênero *Stilestrongylus* a partir de amostras oriundas do intestino delgado do hospedeiro *Holochilus banearum*, capturado na Argentina, dispondo como espécie tipo *Stilestrongylus stilesi* (Freitas *et al.*, 1937). Em 1971 redescreveram o gênero, dando maior destaque nas estruturas da sinlófe, assim a partir dessa re-descrição, foi acrescentado como identificação do gênero o número de cristas. (Notarnicola *et al.*, 2010). Como principais características deste gênero destacam-se: Machos possuindo cone genital hipertrofiado, com bolsa copuladora trilobada, Fêmeas monodelfas ou prodelfas e com características comuns: 24 cristas cuticulares, cauda bursal assimétrica, extremidade cefálica com dilatação cuticular anelada.

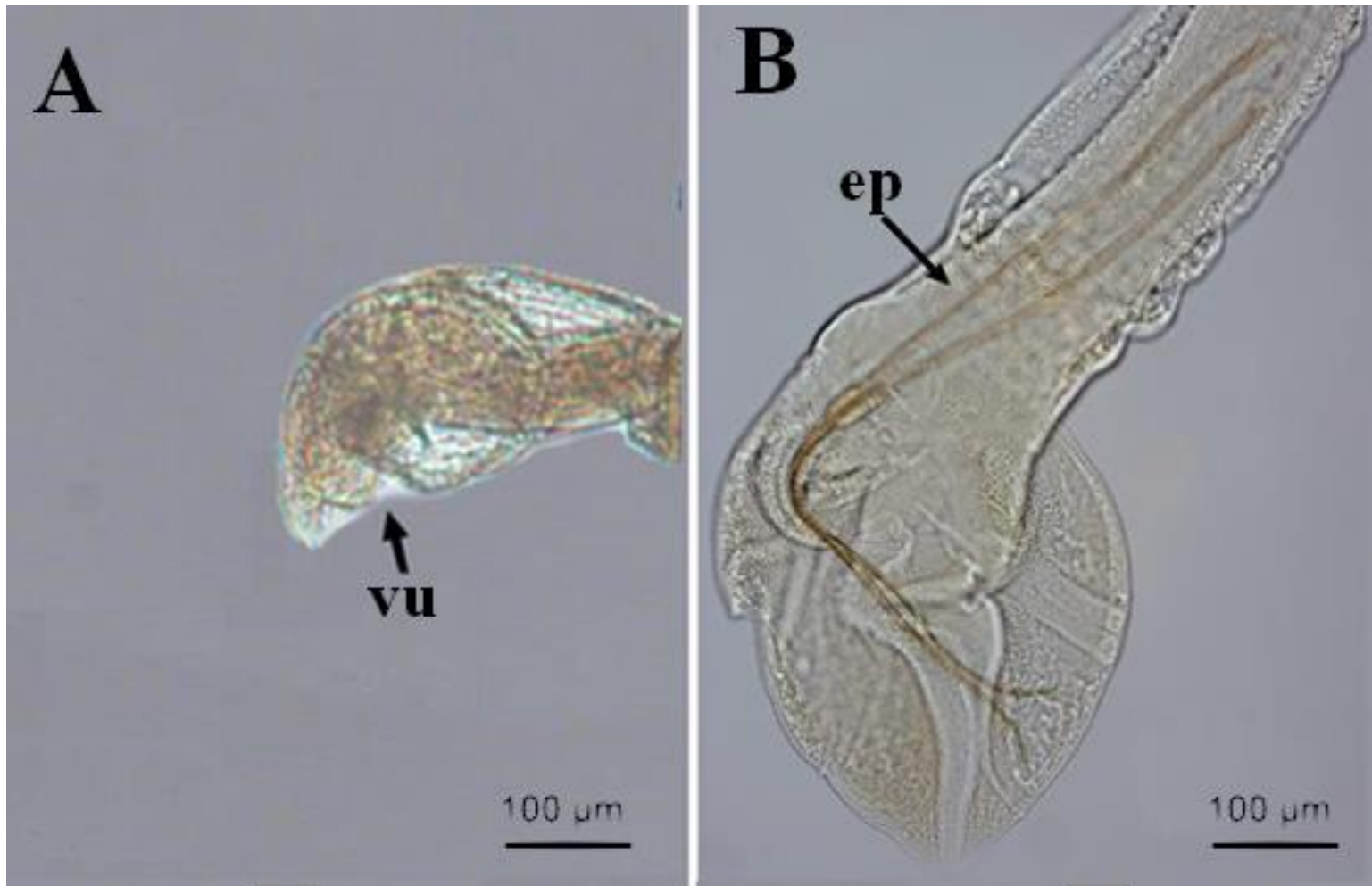


Figura 12: Fotomicrografia por microscopia de luz de *Stilestrongylus freitasi*: (A) Extremidade posterior da fêmea mostrando a abertura da vulva (vu); (B) Bolsa caudal do macho mostrando o lobo direito e espículos simétricos (ep).

Ordem Rhabditida Chitwood, 1933

Família Heligmonellidae Durette-Desset, 1977

Subfamília Nippostrongylinae Durette-Desset, 1971

Gênero *Stilestrongylus* Freitas Lent & Almeida, 1937

Espécie *Stilestrongylus aculeata* (Travassos, 1918) (Figura 13)

Descrição geral: Pequeno nematóide levemente espiralado. Abertura bucal trilobulada com anfídeos, papilas interno-labial, externo-labial e submedianas. Cone genital desenvolvido (hipertrofiado). Estrias cuticulares longitudinais compostas por 16 cristas na junção esôfago-intestino em machos e 20 cristas em fêmeas. Machos com bolsa caudal assimétrica, tipo 2-2-1 com hipertrofia do lobo direito, raio 2 mais robusto que os demais e ausência de papila no cone genital. Fêmeas monodélficas.

Sítio de infecção: Intestino delgado

Hospedeiro: *Akodon cursor*

Abundância total: 11 espécimes (3 Machos e 8 Fêmeas).

Prevalência: 1,39 % (1 roedor infectado de 72 analisados).

Localidade geográfica: Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, estado do Rio de Janeiro (22°30'12" S, 42°16'03" W).

Comentários: Travassos (1918) descreveu *Stilestrongylus aculeata* como *Helligmosomum aculeatum* e posteriormente Durette-Desset (1971) transferiu para o gênero *Stilestrongylus*. De acordo com Simões (2009), as espécies *S. azarai* (Durette – Desset & Sutton, 1985), *S. aureus* (Durette – Desset & Sutton, 1985), *S. Catamarca* (Digiani & Durette –Desset, 2007), *S. hidalguensis* e *S. talavarensis* possuem a bolsa copuladora similar a *S. aculeata*. Contudo, *S. azarai*, *S. aureus*, *S. catamarca*, *S. gracileae* se diferenciam de *S. aculeata* por possuírem assimetria dos raios 8 em relação ao tronco dorsal e ao número de cristas cuticulares ao nível do meio do corpo do macho e da fêmea superiores aquelas observadas em *S. aculeata*. Por outro lado, *S. hidalguensis* e *S. talavarensis* diferem de *S. aculeata* por apresentarem raios 6 e 8 simétricos e espículos maiores.

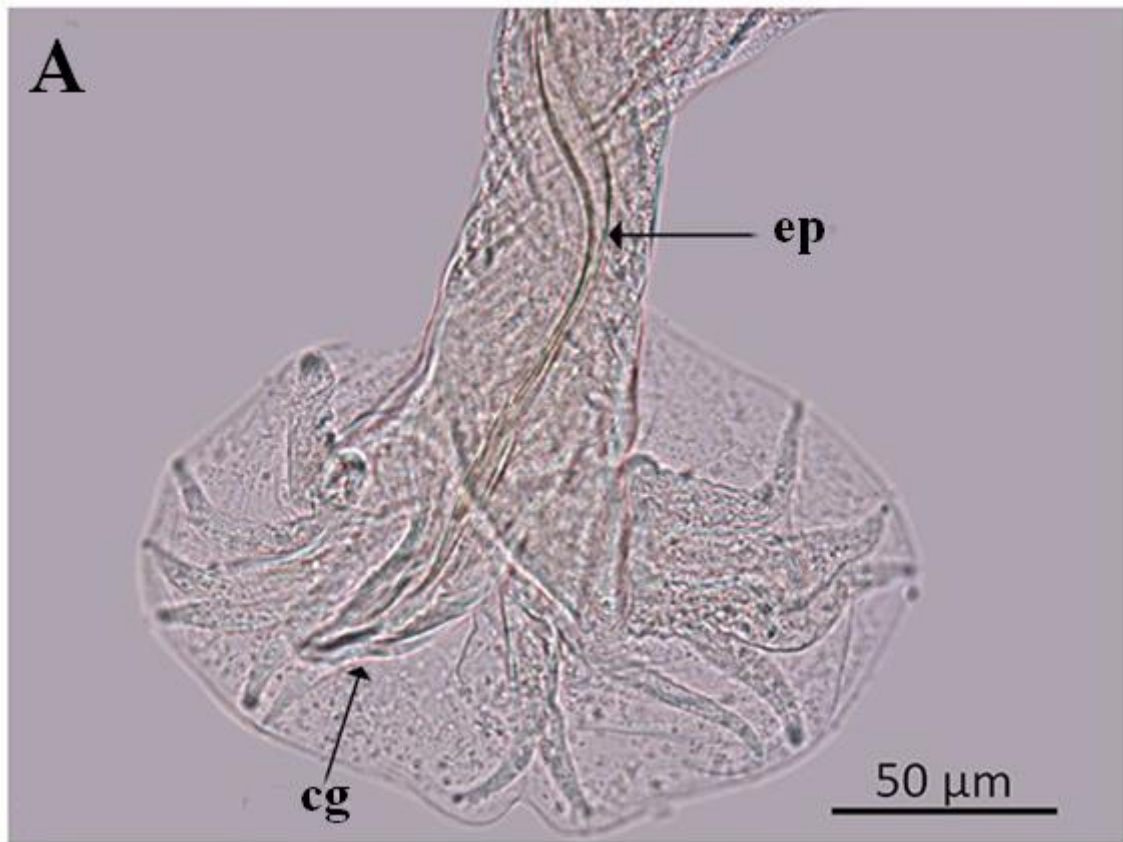


Figura 13: Fotomicrografia por microscopia de luz de *Stilestrongylus aculeata* Região posterior do macho mostrando em detalhe o cone genital hipertrofiado (cg) e espículos (ep).

Ordem Rhabditida Chitwood, 1933

Família Heligmonellidae Durette-Desset, 1977

Subfamília Nippostrongylinae Durette-Desset, 1971

Gênero *Stilestrongylus* Freitas Lent & Almeida, 1937

Espécie *Stilestrongylus eta* (Travassos, 1937) (Figura 14)

Descrição geral: Abertura bucal trilobulada com anfídeos, papilas interno-labial, externo-labial e submedianas. Sínlofe varia ao longo do corpo, sendo 15 cristas na junção esôfago-intestino em machos e 16 cristas em fêmeas. Machos apresentam bolsa caudal assimétrica com lobo direito menor que o esquerdo. Bolsa copuladora tipo 2-2-1 e cone genital hipertrofiado, raio 2 do lobo direito menor que o raio 2 do lobo esquerdo, espículos longos. Fêmeas com vesícula cefálica presente e vulva situada próxima à extremidade posterior.

Sítio de infecção: Intestino delgado

Hospedeiro: *Akodon cursor*

Abundância total: 7 espécimes (2 Machos e 5 Fêmeas)

Prevalência: 1,39% (1 roedor infectado de 72 analisados)

Localidade geográfica: Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, estado do Rio de Janeiro (22°30'12" S, 42°16'03" W).

Comentários: A espécie *Stilestrongylus eta* foi descrita por Travassos (1937) como *Longistriata eta* e foi recolocada como *Stilestrongylus* por Durette-Desset (1971). As espécies *S. freitasi*, *S. nanni*, *S. inexpectatus*, *S. hidalguensis*, *S. peromysci*, *S. andalgala*, *S. oryzomysi* e *S. flavescens* se distinguem de *S. eta* por não possuírem bolsa copuladora tipo 1-4.

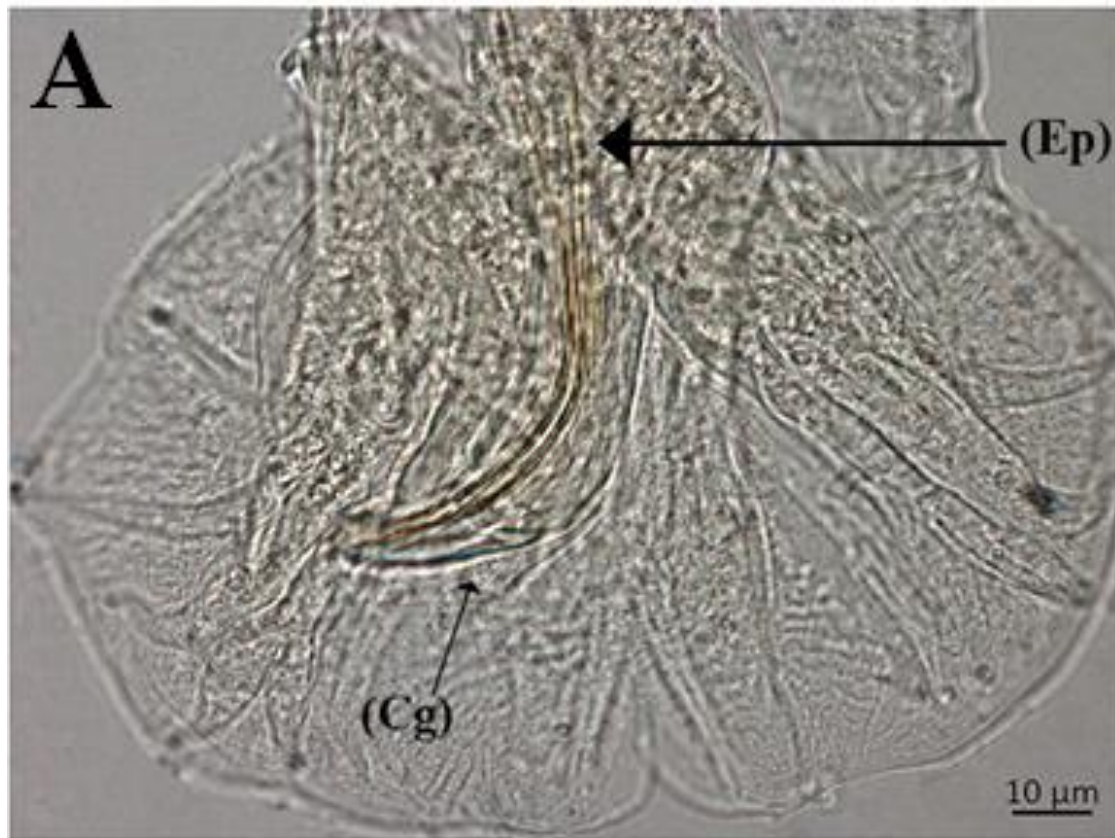


Figura 14: Fotomicrografia por microscopia de luz de *Stilestrongylus eta* Região posterior do macho mostrando em detalhe o cone genital (Cg) e os espículos (Ep).

Ordem Oxyurida Railliet, 1916

Família Oxyuridae Cobbold, 1864

Subfamília Syphaciinae Railliet, 1916

Tribo Syphaciini Railliet, 1916

Espécie *Syphacia* (*Syphacia*) *alata* Quentin, 1968

Descrição geral: Pequenos nematoides com dimorfismo sexual. Como característica dos oxiurídeos, apresentam o esôfago com bulbo na região posterior e a presença de estrias transversais na cutícula ao longo do corpo. Dispõem de uma placa cefálica com abertura bucal trilobada, presença de quatro papilas cefálicas e dois anfídeos dispostos lateralmente da placa cefálica. (Figura 15) Machos com placa cefálica arredondada, ausência das asas cervicais e presença de três mamelões ventrais. Fêmeas com longa placa cefálica alongada lateralmente e lábios vulvares levemente elevados com a abertura da vulva na região anterior do corpo.

Sítio de infecção: Intestino grosso/Ceco

Hospedeiro: *Akodon cursor*

Abundância total: 2 espécimes (2 fêmeas)

Prevalência: 1,39% (1 roedor infectado de 72 analisados)

Localidade geográfica: Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, estado do Rio de Janeiro (22°30'12" S, 42°16'03" W).

Sítio de infecção: Intestino grosso/Ceco

Hospedeiro: *Necromys lasiurus*

Abundância total: 678 espécimes (52 machos e 626 fêmeas)

Prevalência: 15,6% (35 roedores infectados de 224 analisados)

Localidade geográfica: Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, estado do Rio de Janeiro (22°30'12" S, 42°16'03" W) e Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João, município de Casimiro de Abreu, estado do Rio de Janeiro (22°33'26" S, 42°12'06" W).

Comentários: Rudolph (1802) descreveu o gênero *Syphacia* através da espécie tipo *Syphacia (Syphacia) obvelata*, porém este gênero já sofreu significativas variações existindo um grande número de espécies morfológicamente semelhantes (Seurat, 1916; Tiner, 1948; Quentin, 1971b; Hugot, 1988; Vicente *et al.*, 1997; Anderson *et al.*, 2009).

Este gênero é definido pela presença de projeções cuticulares cefálicas idênticas em ambos os sexos. No subgênero *Syphacia (Syphacia)*, o macho possui três projeções cuticulares ventrais (Anderson, *et al.*, 2009).

A espécie *Syphacia (syphacia) alata* foi descrita originalmente dos hospedeiros *Oligoryzomys nigripes* e *Necromys lasiurus* coletados no município de Exú no estado de Pernambuco. (Quentin, 1968). Na Colômbia foi registrada a espécie parasitando *Sigmodontomys alfari* (Allen, 1897), aonde o mesmo descreveu o gancho terminal do gubernáculo. (Quentin, 1969)



Figura 15: Fotomicrografia por microscopia de luz de *Syphacia (Syphacia) alata* (Quentin, 1968) A) Visão ventral da região anterior mostrando as asas cervicais (seta) B) Visão total do corpo mostrando as estruturas dos mamelões (setas)

Ordem Enoplida Schuurmans, Stekhoven & Deconing, 1933

Família Trichuridae (Ransom, 1911)

Subfamília Trichurinae Ransom, 1911

Gênero *Trichuris* Roederer, 1761

Espécie *Trichuris navonae* Robles, 2011

Descrição geral: nematóides com corpo dividido em duas partes distintas. A porção anterior é afilada, com uma boca simples e a porção posterior do corpo com formato de alça abriga os demais órgãos do sistema digestório e genital. Machos sem tubo espicular, com espículo munido de uma bainha cilíndrica ornamentado com espinhos (Figura 16). Fêmeas com abertura do ânus na extremidade final do corpo e vulva localizada na junção esôfago-intestino, vulva não proeminente.

Sítio de infecção: Intestino grosso

Hospedeiro: *Akodon cursor*

Abundância total: 21 espécimes (5 machos e 16 fêmeas)

Prevalência: 13,89% (10 roedores infectados de 72 analisados)

Localidade geográfica: Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, estado do Rio de Janeiro (22°30'12" S, 42°16'03" W).

Sítio de infecção: Intestino grosso

Hospedeiro: *Necromys lasiurus*

Abundância total: 82 espécimes (27 machos e 55 fêmeas)

Prevalência: 13,4% (30 roedores infectados de 224 analisados)

Localidade geográfica: Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, estado do Rio de Janeiro (22°30'12" S, 42°16'03" W) e Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João, município de Casimiro de Abreu, estado do Rio de Janeiro (22°33'26" S, 42°12'06" W).

Comentários: A morfologia da vulva nas fêmeas, a presença ou ausência de tubo espicular, a largura do espículo e tamanho do tubo espicular a forma e distribuição dos espinhos na bainha espicular e a morfometria, são

características importantes para a diferenciação das espécies no gênero *Trichuris* (Barbero & Maruá, 1990; Robles, 2008). Na América do Sul foram descritas seis espécies parasitando roedores cricetídeos: *Trichuris chilensis* Babero, Cattán & Cabello, 1976; *Trichuris travassosi* Gomes, Lanfredi, Pinto & Souza, 1992; *Trichuris laevitestis* (Suriano & Navone 1994; *Trichuris pardinasi* Robles, Navone & Notarnicola 2006; *Trichuris navonae* Robles, 2011; *Trichuris binae* Robles, Cutillas, Panei & Callejón, 2014. (Suriano & Navone 1994; Robles *et al.*, 2006; Robles, 2011).

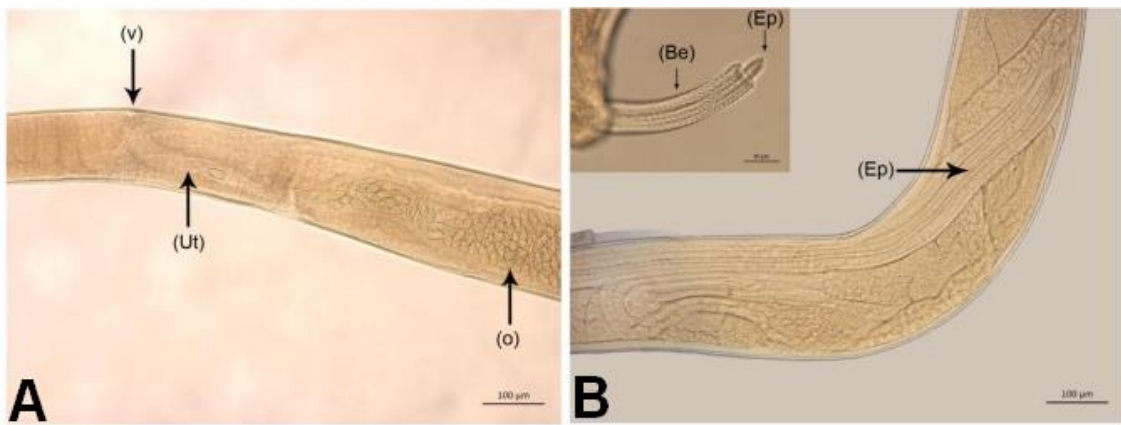


Figura 16: Fotomicrografia por microscopia de luz de *Trichuris navonae* (A) Visão lateral na região média do corpo da fêmea mostrando vulva (v), útero (Ut) e ovos (o); (B) Visão lateral da região posterior do macho mostrando espículo (Ep) e em detalhe a bainha espicular (Be) e espículo (Ep).

Filo Acanthocephala Kohlreuther, 1771

Classe Archiacanthocephala Meyer, 1931

Ordem Moniliformida Schmidt, 1972

Família Moniliformidae Van Cleave, 1924

Gênero *Moniliformis* Bremser, 1811

Espécie *Moniliformis* sp.

Descrição geral: O espécime coletado apresentou corpo com pseudosegmentação e de formato filiforme. Probóscide alongada, de formato claviforme sendo menor que o tamanho do corpo, apresenta fileiras longitudinais de ganchos alternados. Os ganchos são numerosos e curvos, em formato de foice e possuem raiz simples. Os leminiscos são relativamente longos, digitiforme, e arredondado posteriormente.

Sítio de infecção: Intestino delgado

Hospedeiro: *Akodon cursor*

Abundância total: 1 espécime

Prevalência: 1,39% (1 roedor infectado de 72 analisados)

Localidade geográfica: Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, estado do Rio de Janeiro (22°30'12" S, 42°16'03" W).

Comentários: Travassos (1915) descreveu o gênero *Moniliformis* baseado nas seguintes características: tamanho médio de corpo, probóscide de formato claviforme e de tamanho pequeno em comparação com o tamanho do tronco e presença de fileiras longitudinais de ganchos alternados. 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).

Filo Platyhelminthes Gegenbaur, 1859
Classe Cestoda van Beneden, 1849
Ordem Cyclophyllida van Beneden, 1850
Família Hymenolepididae Railliet e Henry, 1909
Gênero *Rodentolepis* Spasskii, 1954
Espécie *Rodentolepis akodontis* Rêgo, 1967

Descrição geral: Possui escólex com quatro ventosas ovais e sem espinho. Rostelo armado com uma coroa de 24 ganchos, porém invaginado no escólex. Canais excretores presentes. As proglotes jovens contendo o início da formação dos testículos. As proglotes maduras são mais largas do que longas e as proglotes grávidas ligeiramente mais longas do que largas. Três testículos ovoides, um localiza-se ao lado do poro genital e os outros dois do lado antiporal formando um triângulo. Bolsa do cirro presente próximo aos canais excretores. Ovário no meio da proglote e ovos com embriões.

Sítio de infecção: Intestino delgado

Hospedeiro: *Necromys lasiurus*

Abundância total: 27 espécimes

Prevalência: 12,05% (27 roedores infectados de 224 analisados)

Localidade geográfica: Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, estado do Rio de Janeiro (22°30'12" S, 42°16'03" W).

Comentários:

A família Hymenolepididae pertence à classe Cestoda que é a que apresenta maior número de espécies, com cerca de 850 representantes, sendo 620 em aves e 230 em mamíferos (Khalil *et al.*, 1994). O gênero *Rodentolepis* contém várias espécies parasitando primatas e roedores e, entre eles *A cursor*, *A. montensis* e *N. lasiurus*

No presente estudo não foi possível encontrar um exemplar em que fosse possível contar o número de probóscides maduras, deste modo, foi necessário o auxílio da biologia molecular para identificação da espécie. As sequências estão sendo depositadas no GenBank.

5.2 Parâmetros Parasitológicos e estrutura da comunidade de helmintos

Foi observada maior riqueza total para a helmintofauna de *A. cursor*, que variou de 3 a 8 por categoria analisada em relação a *N. lasiurus*, que variou entre 5 e 6, e a *M. musculus* que variou de 1 a 2 espécies (Tabela 4). A maior riqueza média foi observada em *N. lasiurus*, contudo, estas não variaram muito por categoria analisada nem nesta espécie, nem em *A. cursor*, porém, observou-se em *M. musculus* uma maior riqueza média na APA-BRSJ (Tabela 4).

As curvas de rarefação de espécies para as infracomunidades de *A. cursor*, *N. lasiurus* e *M. musculus* indicam uma estabilização somente para *N. lasiurus* e uma tendência à estabilização em *M. musculus* (Figura 17).

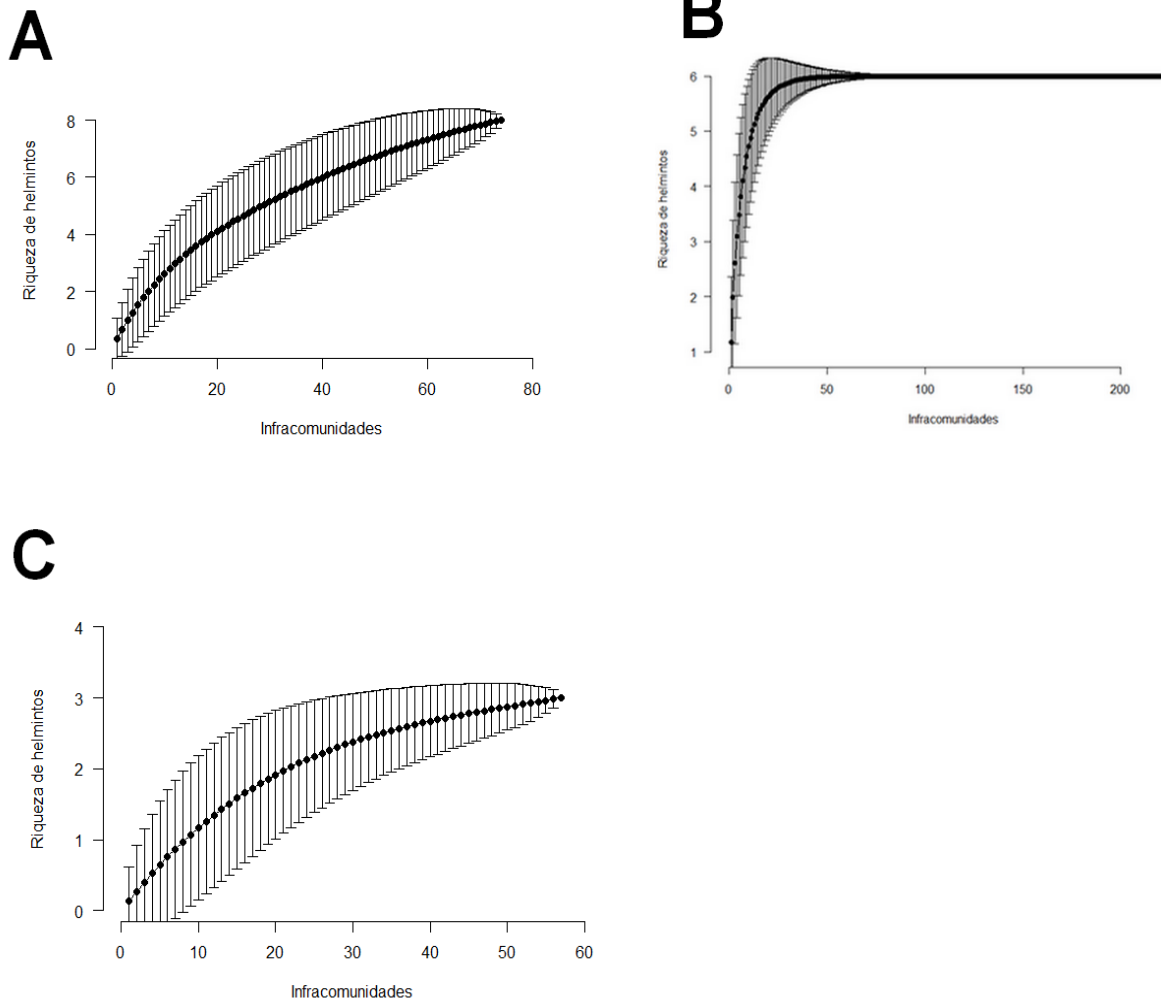


Figura 17: Curva de acúmulo de espécies de helmintos por número de infracomunidades analisadas (número de indivíduos hospedeiros analisados). (A) *Akodon cursor* (B) *Necromys lasiurus* (C) *Mus musculus* nas áreas de matriz aberta da REBIO/Poço das Antas no município de Silva Jardim e APA/BRSJ no município de Casimiro de Abreu, Rio de Janeiro, Brasil.

Tabela 4: Riqueza total e riqueza média dos helmintos encontrados nos hospedeiros *Akodon cursor*, *Necromys lasiurus* e *Mus musculus* em relação a sexo e idade do hospedeiro, e área de estudo, em áreas de matriz aberta da REBIO Poço das Antas no município de Silva Jardim e na APA-BRSJ no município de Casimiro de Abreu, Rio de Janeiro. Brasil.

| Categorias | Hospedeiros | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------|---------------|---------------|-----------------------|---------------|---------------|-----------------------|---------------|---------------|
| | <i>A. cursor</i> | | | <i>N. lasiurus</i> | | | <i>M. musculus</i> | | |
| | Número de hospedeiros | Riqueza total | Riqueza média | Número de hospedeiros | Riqueza total | Riqueza média | Número de hospedeiros | Riqueza total | Riqueza média |
| Sexo | | | | | | | | | |
| Macho | 43 | 3 | 0,51 | 110 | 5 | 1,24 | 38 | 2 | 0,13 |
| Fêmea | 29 | 3 | 0,24 | 114 | 5 | 1,18 | 19 | 2 | 0,21 |
| Idade | | | | | | | | | |
| Adulto | 43 | 2 | 0,51 | 109 | 5 | 1,23 | 40 | 2 | 0,03 |
| Jovem | 29 | 3 | 0,24 | 115 | 5 | 1,19 | 17 | 1 | 0,41 |
| Área de estudo | | | | | | | | | |
| Rebio | 71 | 8 | 0,40 | 149 | 6 | 1,01 | 47 | 2 | 0,04 |
| APA-BRSJ | 1 | 0 | 0 | 75 | 5 | 1,59 | 10 | 2 | 0,60 |
| Todos os hospedeiros | 72 | 8 | 0,40 | 224 | 6 | 1,21 | 57 | 3 | 0,14 |

O nematoide *P. numidica criceticola* foi encontrado parasitando o estômago das três espécies hospedeiras, entretanto, apresentou maior valor de prevalência em *N. lasiurus* (Tabela 6), maior valor de abundância em *N. lasiurus* (Tabela 6), e maior valor de intensidade em *M. musculus* (Tabela 7). *P. (Paucipectines) zygodontomis* também foi encontrado parasitando as três espécies hospedeiras e expressou maiores valores de abundância e prevalência em *N. lasiurus* (Tabela 6) e maior valor de intensidade em *M. musculus* (Tabela 7). *S. freitasi* também foi encontrado parasitando os três hospedeiros, sendo que os maiores valores de abundância, intensidade e prevalência foram em *N. lasiurus* (Tabela 6). *S. (Syphacia) alata* foi encontrada parasitando os hospedeiros *A. cursor* e *N. lasiurus*, porém, os maiores valores de abundância, prevalência e intensidade foram observados para *N. lasiurus* (Tabela 6). *A. cursor* e *N. lasiurus* estavam infectados por *T. navonae*, porém esse parasito mostrou maior prevalência em *N. lasiurus* (Tabela 6).

Com exceção das espécies *S. (Syphacia) alata* e *R. akodontis*, que foram encontradas no hospedeiro *N. lasiurus* e das espécies *P.(P.) zygodontomis* e *Moniliformis* sp., que foram encontradas no hospedeiro *A. cursor*, as demais espécies se mostraram agregadas (Tabelas 5, 6 e 7).

Tabela 5: Abundância e intensidade de infecção (\pm desvio padrão), prevalência (intervalo de confiança 95%) e grau de agregação de espécies de helmintos encontrados no hospedeiro *Akodon cursor* em relação a sexo e idade do hospedeiro, e área de estudo, em áreas de matriz aberta da REBIO Poço das Antas no município de Silva Jardim e na APA-BRSJ no município de Casimiro de Abreu, Rio de Janeiro, Brasil. Valores sem desvio padrão indicam um único indivíduo hospedeiro infectado, “-”, representa um parâmetro não calculado.

| Parâmetros/Espécies | <i>P. numidica criceticola</i> | <i>P. (Paucipectines) zygodontomis</i> | <i>Moniliformis sp.</i> | <i>S. aculeata</i> | <i>S.eta</i> | <i>S. freitasi</i> | <i>T. navonae</i> | <i>S. (Syphacia) alata</i> |
|----------------------------|--------------------------------|--|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------------------|----------------------------|
| Abundância média | 0,29 \pm 0,98 | 0,01 \pm 0,11 | 0,01 \pm 0,11 | 0,15 \pm 1,30 | 0,10 \pm 0,82 | 0,43 \pm 2,67 | 0,29 \pm 0,85 | 0,03 \pm 0,24 |
| Macho | 0,40 \pm 1,22 | 0,02 \pm 0,15 | 0,02 \pm 0,15 | 0 | 0 | 0,72 \pm 3,45 | 0,42 \pm 0,98 | 0,05 \pm 0,30 |
| Fêmea | 0,14 \pm 0,44 | 0 | 0 | 0,38 \pm 2,04 | 0,24 \pm 1,29 | 0 | 0,10 \pm 0,56 | 0 |
| Jovem | 0,17 \pm 0,66 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,07 \pm 4,17 | 0,21 \pm 0,62 | 0,07 \pm 0,37 |
| Adulto | 0,37 \pm 2,61 | 0,02 \pm 0,21 | 0,02 \pm 0,21 | 0,26 \pm 1,68 | 0,16 \pm 1,07 | 0 | 0,35 \pm 0,97 | 0 |
| APA-BRSJ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rebio Poço das Antas | 0,30 \pm 0,99 | 0,01 \pm 0,12 | 0,01 \pm 0,12 | 0,16 \pm 1,31 | 0,10 \pm 0,83 | 0,44 \pm 2,69 | 0,30 \pm 0,85 | 0,03 \pm 0,24 |
| Intensidade média | 2,10 \pm 1,89 | 1,00 | 1,00 | 11,00 | 7,00 | 15,50 \pm 6,36 | 2,10 \pm 1,20 | 2,00 |
| Macho | 2,43 \pm 2,15 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 15,50 \pm 6,36 | 2,00 \pm 1,23 | 2,00 |
| Fêmea | 1,33 \pm 0,58 | 0 | 0 | 11,00 | 7,00 | 0 | 3,00 \pm 0,00 | 0 |
| Jovem | 2,50 \pm 0,71 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15,50 \pm 6,36 | 1,50 \pm 1,00 | 2,00 |
| Adulto | 2,00 \pm 2,07 | 1,00 | 1,00 | 11,00 | 7,00 | 0 | 2,50 \pm 1,23 | 0 |
| APA-BRSJ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rebio Poço das Antas | 2,10 \pm 1,89 | 1,00 | 1,00 | 11,00 | 7,00 | 15,50 \pm 6,36 | 2,10 \pm 1,20 | 2,00 |
| Prevalência | 12,50 (11,78 - 13,23) | 1,39 (1,30 - 1,48) | 1,39 (1,30 - 1,48) | 1,39 (0,43 - 2,35) | 1,39 (0,78 - 1,99) | 2,78 (0,80 - 4,75) | 13,89 (13,26 - 14,51) | 1,39 (1,21 - 1,56) |
| Macho | 16,28 (15,12 - 17,44) | 2,33 (2,18 - 2,47) | 2,33 (2,18 - 2,47) | 0 | 0 | 4,65 (1,36 - 7,95) | 20,93 (19,92 - 21,87) | 2,33 (2,04 - 2,62) |
| Fêmea | 10,35 (9,83 - 10,86) | 0 | 0 | 3,45 (1,07 - 5,83) | 3,45 (1,94 - 4,96) | 0 | 3,45 (2,80 - 4,10) | 0 |
| Jovem | 6,90 (6,13 - 7,66) | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,90 (2,04 - 11,76) | 13,79 (13,07 - 14,52) | 3,44 (3,02 - 3,88) |
| Adulto | 18,61 (16,10 - 21,10) | 2,33 (2,12 - 2,52) | 2,33 (2,12 - 2,52) | 2,33 (0,72 - 3,93) | 2,33 (1,31 - 3,35) | 0 | 13,95 (13,02 - 14,88) | 0 |
| APA-BRSJ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rebio Poço das Antas | 14,09 (13,35 - 14,82) | 1,41 (1,32 - 1,50) | 1,41 (1,32 - 1,50) | 1,41 (0,44 - 2,38) | 1,41 (0,79 - 2,03) | 2,82 (0,81 - 4,82) | 14,09 (13,45 - 14,72) | 1,41 (1,23 - 1,59) |
| Índice de agregação | 3,33 | 1,00 | 1,00 | 11,00 | 7,00 | 16,61 | 2,47 | 2,00 |
| Macho | 3,75 | 1,00 | 1,00 | - | - | 16,47 | 2,30 | 2,00 |
| Fêmea | 1,41 | - | - | 11,00 | 7,00 | - | 3,00 | - |
| Jovem | 2,51 | - | - | - | - | 16,30 | 1,92 | 2,00 |
| Adulto | 3,59 | 1,00 | 1,00 | 11,00 | 7,00 | - | 2,71 | - |
| APA-BRSJ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Rebio Poço das Antas | 3,23 | 1,00 | 1,00 | 11,00 | 7,00 | 16,60 | 2,45 | 2,00 |

Tabela 6: Abundância e intensidade de infecção (\pm DP), prevalência (intervalo de confiança 95%) e grau de agregação de espécies de helmintos encontrados no hospedeiro *Necromys lasiurus* em relação a sexo e idade do hospedeiro, e área de estudo, em áreas de matriz aberta da REBIO Poço das Antas no município de Silva Jardim e na APA-BRSJ no município de Casimiro de Abreu, Rio de Janeiro. Brasil. Valores sem desvio padrão indicam um único indivíduo hospedeiro infectado, “-“ representa um parâmetro não calculado.

| Parâmetros/Espécies | <i>P. numidica criceticola</i> | <i>P. (Paucipectines) zygodontomis</i> | <i>S. freitasi</i> | <i>S. (Syphcia) alata</i> | <i>T. navonae</i> | <i>Rodentolepis sp.</i> |
|----------------------------|------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Abundância média | 4,61 \pm 12,48 | 0,90 \pm 5,89 | 2,32 \pm 3,09 | 3,48 \pm 0,63 | 0,36 \pm 1,05 | 0,12 \pm 0,33 |
| Macho | 4,58 \pm 13,10 | 0,91 \pm 2,54 | 1,12 \pm 7,11 | 3,35 \pm 11,77 | 0,40 \pm 1,15 | 0,12 \pm 0,33 |
| Fêmea | 4,54 \pm 11,69 | 0,93 \pm 2,78 | 2,75 \pm 10,58 | 3,61 \pm 17,12 | 0,33 \pm 0,92 | 0,12 \pm 0,32 |
| Jovem | 4,17 \pm 10,29 | 0,68 \pm 2,16 | 3,96 \pm 12,48 | 3,37 \pm 13,37 | 0,22 \pm 0,87 | 0,07 \pm 0,26 |
| Adulto | 5,14 \pm 14,47 | 1,15 \pm 3,08 | 0,59 \pm 3,08 | 3,61 \pm 16,06 | 0,52 \pm 1,19 | 0,16 \pm 0,37 |
| APA-BRSJ | 9,16 \pm 19,68 | 1,37 \pm 3,38 | 3,85 \pm 11,69 | 9,04 \pm 24,20 | 0,57 \pm 1,32 | - |
| Rebio Poço das Antas | 1,62 \pm 3,35 | 0,67 \pm 2,17 | 0,99 \pm 7,26 | 0,68 \pm 3,05 | 0,26 \pm 0,85 | 0,18 \pm 0,39 |
| Intensidade média | 9,22 \pm 15,01 | 5,08 \pm 3,58 | 30,52 \pm 12,71 | 22,29 \pm 19,93 | 2,73 \pm 1,42 | 1 \pm 0,00 |
| Macho | 9,16 \pm 17,43 | 4,55 \pm 4,02 | 5,59 \pm 15,38 | 17,52 \pm 22,23 | 2,75 \pm 1,65 | 1 \pm 0,00 |
| Fêmea | 9,07 \pm 15,29 | 5,30 \pm 4,64 | 15,70 \pm 21,27 | 29,43 \pm 41,58 | 2,38 \pm 1,09 | 1 \pm 0,00 |
| Jovem | 8,57 \pm 13,46 | 4,11 \pm 3,83 | 23,95 \pm 21,93 | 18,43 \pm 26,97 | 2,5 \pm 1,78 | 1 \pm 0,00 |
| Adulto | 9,82 \pm 18,89 | 5,44 \pm 4,71 | 10,67 \pm 8,73 | 28,07 \pm 37,44 | 2,71 \pm 1,19 | 1 \pm 0,00 |
| APA-BRSJ | 16,57 \pm 22,76 | 5,42 \pm 4,87 | 26,27 \pm 11,69 | 27,12 \pm 36,00 | 2,53 \pm 1,66 | 0 |
| Rebio Poço das Antas | 3,72 \pm 4,25 | 4,35 \pm 3,89 | 24,67 \pm 29,35 | 10,02 \pm 6,87 | 2,44 \pm 1,05 | 1 \pm 0,00 |
| Prevalência | 50 (44,77 - 52,29) | 17,86 (15,39 - 20,33) | 7,59 (6,30 - 8,88) | 15,63 (15,36 - 13,89) | 13,39 (12,95 - 13,83) | 0,12 (0,11 - 0,12) |
| Macho | 50 (42,16 - 57,84) | 20 (18,51 - 21,49) | 20 (15,82 - 24,18) | 19,10 (12,05 - 26,13) | 14,55 (13,87 - 15,22) | 0,13 (0,12 - 0,13) |
| Fêmea | 50 (43,13 - 56,57) | 17,54 (15,91 - 19,17) | 17,55 (11,32 - 23,76) | 12,28 (2,23 - 22,23) | 14,04 (13,50 - 13,57) | 0,11 (0,11 - 0,12) |
| Jovem | 48,7 (42,68 - 54,71) | 16,52 (15,25 - 17,29) | 16,52 (9,22 - 23,82) | 18,26 (10,44 - 26,08) | 8,7 (8,19 - 9,2) | 0,07 (0,06 - 0,07) |
| Adulto | 52,29 (43,60 - 60,98) | 21,11 (19,25 - 22,95) | 5,55 (3,65 - 7,36) | 12,84 (3,20 - 22,49) | 19,27 (18,55 - 19,98) | 0,16 (0,16 - 0,17) |
| APA-BRSJ | 62,67 (48,41 - 76,91) | 30,67 (28,22 - 33,11) | 14,67 (6,20 - 23,12) | 33,3 (15,80 - 50,86) | 22,67 (21,71 - 23,62) | 0 |
| Rebio Poço das Antas | 43,62 (41,90 - 45,34) | 15,43 (14,32 - 16,55) | 4,02 (0,29 - 7,75) | 6,71 (5,15 - 8,28) | 10,74 (10,30 - 11,17) | 0,18 (0,17 - 0,18) |
| Índice de agregação | 33,79 | 38,35 | 4,12 | 0,11 | 2,99 | 0,88 |
| Macho | 37,48 | 7,10 | 45,27 | 3,31 | 41,41 | 0,88 |
| Fêmea | 30,13 | 8,29 | 40,67 | 2,53 | 81,09 | 0,89 |
| Jovem | 25,38 | 6,92 | 39,36 | 53,11 | 3,45 | 0,94 |
| Adulto | 40,74 | 8,27 | 16,19 | 71,50 | 2,71 | 0,85 |

| | | | | | | |
|----------------------|-------|------|-------|-------|------|------|
| APA-BRSJ | 42,26 | 8,32 | 35,87 | 64,81 | 3,03 | - |
| Rebio Poço das Antas | 6,94 | 7,01 | 53,13 | 13,60 | 2,76 | 1,00 |

Tabela 7: Abundância e intensidade de infecção (\pm DP), prevalência (intervalo de confiança 95%) e grau de agregação de espécies de helmintos encontrados no hospedeiro *Mus musculus* em relação a sexo, idade do hospedeiro e área de estudo, em áreas de matriz aberta da REBIO Poço das Antas no município de Silva Jardim e na APA-BRSJ no município de Casimiro de Abreu, Rio de Janeiro. Brasil. Valores sem desvio padrão indicam um único indivíduo hospedeiro infectado, “-”, representa um parâmetro não calculado.

| Parâmetros/Espécies | <i>P. numidica criceticola</i> | <i>P. (Paucipectines) zygodontomis</i> | <i>S. freitasi</i> |
|----------------------------|------------------------------------|--|---------------------|
| Abundância média | 0,68 \pm 4,65 | 0,35 \pm 1,89 | 0,16 \pm 1,19 |
| Macho | 0,92 \pm 5,68 | 0,5 \pm 2,30 | 0,23 \pm 1,44 |
| Fêmea | 0,42 \pm 1,12 | 0,05 \pm 0,23 | 0 |
| Jovem | 2,29 \pm 8,46 | 1,18 \pm 3,38 | 0 |
| Adulto | 0 | 0 | 0,36 \pm 1,76 |
| APA-BRSJ | 3,9 \pm 10,97 | 2,40 \pm 4,27 | 0 |
| Rebio Poço das Antas | 0 | 0 | 0,90 \pm 2,85 |
| Intensidade média | 19,5 \pm 22,63 | 6,67 \pm 6,03 | 9,00 |
| Macho | 35 \pm 0 | 9,50 \pm 4,95 | 9,00 |
| Fêmea | 4 \pm 1,53 | 1 \pm 0,00 | 0 |
| Jovem | 13 \pm 15,58 | 6,67 \pm 6,03 | 0 |
| Adulto | 0 | 0 | 9,00 \pm 0,00 |
| APA-BRSJ | 13 \pm 19,08 | 6,00 \pm 5,10 | 0 |
| Rebio Poço das Antas | 0 | 0 | 9,00 \pm 0,00 |
| Prevalência | 3,51 (-0,349 - 7,37) | 5,26 (3,70 - 6,83) | 2,00 (2,00 - 3,00) |
| Macho | 2,63 (-3,14 - 8,41) | 5,26 (2,92 - 7,60) | 2,56 (-0,29 - 5,42) |
| Fêmea | 10,53 (8,91 - 12,14) | 5,26 (4,93 - 5,59) | 0 |
| Jovem | 17,65 (4,78 - 30,52) | 17,65 (12,51 - 22,78) | 0 |
| Adulto | 0 | 0 | 4,00 (2,53 - 5,46) |
| APA-BRSJ | 30 (8,25 - 51,75) | 40 (31,53 - 48,48) | 0 |
| Rebio Poço das Antas | 0 | 0 | 10 (4,36 - 15,64) |
| Índice de agregação | 31,54 | 10,13 | 9,00 |
| Macho | 35,00 | 10,58 | 9,00 |
| Fêmea | 2,99 | 1,00 | 0,00 |
| Jovem | 31,21 | 9,69 | 0,00 |
| Adulto | - | - | 9,00 |
| APA-BRSJ | 30,85 | 7,60 | - |
| Rebio Poço das Antas | - | - | 2,85 |

Os parâmetros analisados indicaram que a área de estudo, espécie, idade e sexo do hospedeiro influenciaram na abundância de *S. freitasi*, sendo maior em fêmeas jovens de *N. lasiurus* coletadas na APA-BRSJ. (Tabela 8). A presença da variável área de estudo em todos os modelos plausíveis indica maior evidência da influência desta variável. Para a prevalência de *S. freitasi*, foram observados modelos plausíveis em relação à área de estudo, sexo, idade e espécie do hospedeiro, de maneira que fêmeas jovens de *N. lasiurus* da APA-BRSJ apresentaram maiores valores de prevalência (Tabela 9). Hospedeiro e área de estudo apareceram em todos os modelos plausíveis, indicando maior influência destas variáveis.

Em relação ao oxiurídeo *S. (Syphacia) alata*, os modelos plausíveis incluíram área de estudo e sexo do hospedeiro (Tabela 8), com maior valor de abundância em indivíduos fêmeas coletadas na APA-BRSJ. Área de estudo, sexo, idade e sexo do hospedeiro influenciaram na prevalência de *S. (Syphacia) alata*, sendo que indivíduos de *N. lasiurus* machos jovens da APA-BRSJ mostraram maiores valores (Tabela 9). Estiveram presentes em todos os modelos plausíveis as variáveis, área de estudo (abundância e prevalência) e hospedeiro (prevalência), assim demonstrando uma maior influência destas variáveis.

Em *P. numidica criceticola*, foi observada influência na abundância parasitária pelas variáveis área de estudo, idade e espécie do hospedeiro sendo a maior abundância em indivíduos de *N. lasiurus* adultos na APA-BRSJ (Tabela 8). A prevalência de *P. numidica criceticola* também foi maior em indivíduos de *N. lasiurus* adultos na APA-BRSJ (Tabela 9). Hospedeiro e área de estudo foram as variáveis presentes em todos os modelos plausíveis, mostrando uma maior influência destas variáveis.

P. (Paucipectines) zygodontomis, também presente nos três hospedeiros, apresentou como modelos plausíveis para abundância as variáveis área de estudo, idade e espécie do hospedeiro, indicando maiores valores para *N. lasiurus* adultas coletadas na APA-BRSJ (Tabela 8). Os modelos que se apresentaram plausíveis para a prevalência de *P. (Paucipectines) zygodontomis* foram idade, espécie do hospedeiro e área de estudo ocorrendo com maior prevalência em indivíduos de *N. lasiurus* macho coletados na APA-BRSJ (Tabela 9). As variáveis área de estudo (abundância e

prevalência) e hospedeiro (prevalência) demonstraram maiores influência devido estarem presentes em todos os modelos plausíveis.

A. cursor e *N. lasiurus* apresentaram infecção para o tricurideo *T. navonae*, os modelos que se mostraram plausíveis foram área de estudo, idade e espécie do hospedeiro, sendo maior abundância entre *N. lasiurus* adultos coletados na APA-BRSJ. (Tabela 8). Os modelos que se apresentaram plausíveis para a prevalência de *T. navonae* foram área de estudo, idade e espécie do hospedeiro, onde indivíduos de *A. cursor* adultos coletados na APA-BRSJ expressaram maiores prevalência (Tabela 9).

Moniliformis sp. ocorreu apenas em um espécime macho adulto de *A. cursor* coletado na Rebio Poço das Antas (Tabela 5). *S. aculeata* e *S. eta* ocorreram unicamente em uma mesma fêmea adulta de *A. cursor* coletada na Rebio Poço das Antas (Tabela 5) e *R. akodontis* foi encontrada exclusivamente em *N. lasiurus* da Rebio Poço das Antas (Tabela 6).

Tabela 8: Modelos Lineares Generalizados (GLM) para abundância das espécies de helmintos mais prevalentes, recuperadas de *Akodon cursor* e/ou *Necromys lasiurus* e/ou *Mus musculus* em relação à área de estudo, espécie, sexo e idade do hospedeiro. AICc = versão corrigida do critério de informação de Akaike; Peso = pesos de Akaike, K = número de parâmetros do modelo.

| Espécie | Modelo | AICc | ΔAICc | weight | k |
|--|--|-------------|--------------------------------|---------------|----------|
| <i>S. freitasi</i> | Idade e Área de estudo | 2409.1 | 0.00 | 0.245 | 4 |
| | Idade, Área de estudo e Sexo | 2409.9 | 0.76 | 0.168 | 5 |
| | Hospedeiro, Área de estudo e Idade | 2410.8 | 1.71 | 0.104 | 6 |
| | Nulo | 2416.1 | 6.98 | 0.007 | 2 |
| <i>S. (Syphacia) alata</i> | Área de estudo | 2711.4 | 0.00 | 0.392 | 3 |
| | Área de estudo e Sexo | 2713.3 | 1.87 | 0.154 | 4 |
| | Nulo | 2735.6 | 24.15 | 0.000 | 2 |
| <i>P.n. criceticola</i> | Hospedeiro e Área de estudo | 2593.3 | 0.00 | 0.250 | 5 |
| | Área de estudo | 2593.4 | 0.09 | 0.239 | 3 |
| | Hospedeiro, Área de estudo e Sexo | 2594.5 | 1.25 | 0.134 | 6 |
| | Idade e Área de estudo | 2594.5 | 1.68 | 0.108 | 4 |
| | Nulo | 2639.1 | 45.88 | 0.000 | 2 |
| <i>P. (Paucipectines) zygodontomis</i> | Área de estudo | 1568.6 | 0.00 | 0.209 | 3 |
| | Hospedeiro e Área de estudo | 1568.6 | 0.03 | 0.206 | 5 |
| | Hospedeiro, Idade e Área de estudo | 1569.4 | 0.79 | 0.141 | 6 |
| | Idade e Área de estudo | 1569.6 | 1.03 | 0.125 | 4 |
| | Área de estudo e sexo | 1570.3 | 1.68 | 0.090 | 4 |
| | Hospedeiro, Área de estudo e Sexo | 1570.6 | 1.99 | 0.077 | 6 |
| | Nulo | 1579.7 | 11.07 | 0.001 | 2 |
| <i>T. naonae</i> | Hospedeiro, Idade e Área de estudo | 923.9 | 0.00 | 0.470 | 6 |
| | Hospedeiro, Idade, sexo e Área de estudo | 925.3 | 1.44 | 0.229 | 7 |
| | Nulo | 936.8 | 12.93 | 0.001 | 2 |

Tabela 9: Modelos Lineares Generalizados (GLM) para prevalência das espécies de helmintos mais prevalentes, recuperadas de *Akodon cursor* e/ou *Necromys lasiurus* e/ou *Mus musculus* em relação à área de estudo, espécie, sexo e idade do hospedeiro. AICc = versão corrigida do critério de informação de Akaike; Peso = pesos de Akaike, K = número de parâmetros do modelo.

| | Modelo | AICc | ΔAICc | weight | k |
|--|--|-------------|--------------|---------------|----------|
| <i>S. freitasi</i> | Hospedeiro e idade | 182.4 | 0.00 | 0.273 | 4 |
| | Hospedeiro, Área de estudo e Idade | 183.0 | 0.66 | 0.196 | 5 |
| | Hospedeiro, Área de estudo e Sexo | 183.7 | 1.31 | 0.142 | 5 |
| | Hospedeiro, Área de estudo, idade e Sexo | 184.3 | 1.92 | 0.105 | 6 |
| | Nulo | 192.4 | 9.99 | 0.002 | 1 |
| <i>S. (Syphacia) alata</i> | Hospedeiro, Área de estudo e Sexo | 195.9 | 0.00 | 0.294 | 5 |
| | Hospedeiro e Área de estudo | 195.9 | 0.01 | 0.293 | 4 |
| | Hospedeiro, Área de estudo, Idade e Sexo | 196.2 | 0.35 | 0.247 | 6 |
| | Hospedeiro, Área de estudo e Idade | 197.1 | 1.19 | 0.162 | 5 |
| | Nulo | 238.5 | 42.59 | 0.000 | 1 |
| <i>P.n. criceticola</i> | Hospedeiro e Área de estudo | 387.4 | 0.00 | 0.452 | 4 |
| | Hospedeiro, Área de estudo e Idade | 389.0 | 1.60 | 0.203 | 5 |
| | Nulo | 457.9 | 70.55 | 0.000 | 1 |
| <i>P. (Paucipectines) zygodontomis</i> | Hospedeiro e Área de estudo | 261.6 | 0.00 | 0.404 | 4 |
| | Hospedeiro, Idade e Área de estudo | 263.1 | 1.47 | 0.194 | 5 |
| | Hospedeiro, Área de estudo e Sexo | 263.2 | 1.63 | 0.179 | 5 |
| | Nulo | 278.4 | 16.80 | 0.000 | 1 |
| <i>T. naonae</i> | Hospedeiro, Idade e Área de estudo | 228.6 | 0.00 | 0.455 | 5 |
| | Hospedeiro, Idade, Sexo e Área de estudo | 229.9 | 1.34 | 0.233 | 6 |
| | Nulo | 246.9 | 18.31 | 0.000 | 1 |

Com relação ao índice de importância das espécies nas comunidades componentes, para o hospedeiro *A. cursor*, todas as espécies de helmintos foram dominantes (Tabela 10). Na comunidade componente do hospedeiro *N. lasiurus*, as espécies *P. numidica criceticola*, *P. (Paucipectines) zygondontomis*, *S. freitasi* e *S. (Syphacia) alata* foram dominantes, enquanto *R. akodontis* se apresentou co-dominante (Tabela 10). Em *M. musculus*, as três espécies de helmintos encontradas mostraram-se dominantes (Tabela 10).

Tabela 10: Índice de importância dos helmintos encontrados nos hospedeiros *Akodon cursor*, *Necromys lasiurus* e *Mus musculus* capturados nas áreas de matriz aberta da REBIO/Poço das Antas e APA/BRSJ, estado do Rio de Janeiro.

| Hospedeiro | Espécies | Índice de Importância | Categoria |
|--------------------|---|-----------------------|--------------|
| <i>A. cursor</i> | <i>P. numidica criceticola</i> | 221,05 | Dominante |
| | <i>P. (Paucipectines) zygondontomis</i> | 1,05 | Dominante |
| | <i>Moniliformis</i> sp. | 1,05 | Dominante |
| | <i>S. aculeata</i> | 11,58 | Dominante |
| | <i>S. eta</i> | 7,37 | Dominante |
| | <i>S. freitasi</i> | 65,26 | Dominante |
| | <i>T. navonae</i> | 221,05 | Dominante |
| | <i>S. (Syphacia) alata</i> | 2,11 | Dominante |
| <i>N. lasiurus</i> | <i>P. numidica criceticola</i> | 70,92 | Dominante |
| | <i>P. (Paucipectines) zygondontomis</i> | 4,98 | Dominante |
| | <i>S. freitasi</i> | 5,41 | Dominante |
| | <i>R. akodontis</i> | 0,45 | Co-Dominante |
| | <i>T. navonae</i> | 1,51 | Dominante |
| | <i>S. (Syphacia) alata</i> | 16,74 | Dominante |
| <i>M. musculus</i> | <i>P. numidica criceticola</i> | 52 | Dominante |
| | <i>P. (Paucipectines) zygondontomis</i> | 48 | Dominante |
| | <i>S. freitasi</i> | 6 | Dominante |

A análise de cluster entre as comunidades de helmintos das três espécies de hospedeiros analisadas indicou que *A. cursor* e *N. lasiurus* apresentaram uma composição de espécies de helmintos mais similar entre si em relação a *M. musculus* (Figura 18). O número de espécies de helmintos compartilhadas entre *N. lasiurus* e *A. cursor* (cinco espécies) foi maior se comparado com o compartilhamento de parasitos destes hospedeiros com *M. musculus* (três espécies).

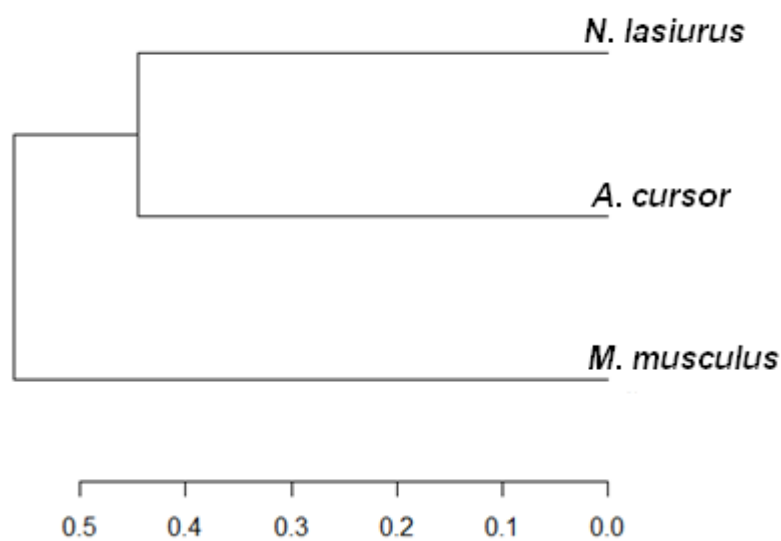


Figura 18: Análise de Cluster a partir de uma matriz de distância utilizando-se o Índice de Similaridade de Jaccard das comunidades de helmintos gastrintestinais encontrados nos hospedeiros *A. cursor*, *N. lasiurus* e *M. musculus* nas áreas de matriz aberta da REBIO/Poço das Antas no município de Silva Jardim e APA/BRSJ no município de Casimiro de Abreu, Rio de Janeiro, Brasil. Análise cofenética = 0,73.

6. DISCUSSÃO

6.1. Comunidade de helmintos gastrintestinais dos hospedeiros *A. cursor*, *N. lasiurus* e *M. musculus*

A comunidade de helmintos parasitos dos roedores *A.cursor*, *N. lasiurus* e *M. musculus* foi composta principalmente por nematoides, corroborando os achados de Morand *et al.*, (2006), Simões *et al.*, (2010) e Boullosa (2018). Entre as nove espécies de helmintos observadas para estes hospedeiros, sete pertencem ao filo Nematoda, uma ao filo Acanthocephala e uma ao filo Platyhelminthes, classe Cestoda. Observou-se na curva de rarefação para as infracomunidades de *N. lasiurus* que o esforço amostral foi suficiente para se detectar a totalidade das espécies de helmintos deste hospedeiro na região estudada, uma vez que se obteve uma assíntota perfeita, decorrente, provavelmente do grande número amostral obtido para *N. lasiurus*. Entretanto, em relação às infracomunidades de *A. cursor* e *M. musculus*, as curvas de rarefação sugerem necessidade de maior esforço amostral para estas espécies, particularmente para *A. cursor*. Estes resultados foram fortemente influenciados pela baixíssima ocorrência de *A. cursor* na área APA-BRSJ, com apenas um espécime coletado.

Recentemente, Costa *et al.* (2019) avaliaram a helmintofauna natural de *N. lasiurus* em um estudo no cerrado de Uberlândia, em três tipos de habitat: Borda de plantações (áreas rurais próximas às plantações de soja e milho), borda de pastagens (áreas rurais de cultivo de capim para alimentação de gado bovino) e borda de Cerrado (áreas preservadas de borda de Cerrado). Neste estudo foi observado o parasitismo por oito espécies de helmintos em suas formas adultas, indicando *N. lasiurus* como seu hospedeiro definitivo (*Physaloptera* sp., *Stilestrongylus freitasi*, *Syphacia* (*Syphacia*) *alata*, *Protospirura numidica criceticola*, *Pterygodermatites* (*Paucipectines*) *zygodontomis*, *Trichuris navonae*, *Rodentolepis akodontis* e *Moniliformis* sp.). Observou-se também a infecção por *Cysticercus fasciolaris*, forma larvar de *Taenia taeniformis*, indicando que este roedor pode atuar como hospedeiro intermediário deste helminto. Em outro estudo no Cerrado, realizado na Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE), no município de

Planaltina, Distrito Federal, Grossmann (2015) avaliou a helmintofauna de *N. lasiurus* e observou oito espécies de helmintos (*S. stilesi*, *S. freitasi*, *S. (Syphacia) alata*, *Syphacia criceti*, *P. numidica criceticola*, *Pterygodermatites zygodontomys*, *Pterygodermatites* sp.n, *Hymenolepis* sp. e *Taenia* sp.). Estudos no bioma Caatinga registraram seis espécies parasitando *N. lasiurus* (*S. stilesi*, *S. criceti*, *S. (Syphacia) alata*, *S. freitasi*, *P. (Paucipectines) zygodontomis* e *P. numidica criceticola*) (Quentin, 1967; Durette-Desset, 1968; Quentin, 1968a; Quentin *et al.*, 1968b). Considerando estes três estudos realizados em sua área de distribuição geográfica original, registra-se uma helmintofauna composta por 14 espécies de helmintos para o roedor *N. lasiurus*. Quando comparadas as seis espécies de helmintos registradas neste estudo com as 14 espécies descritas anteriormente para o Cerrado e Caatinga, observa-se que a helmintofauna de *N. lasiurus* nas áreas abertas de Mata de Mata Atlântica apresenta-se composta por um sub-conjunto de espécies já descritas (Anexo C) (Hipótese 1, H0 aceita). Sugere-se que o habitat observado nas áreas estudadas da REBIO Poço das Antas e APA-BRSJ, composto essencialmente por gramíneas, tenha favorecido a manutenção de sua helmintofauna.

Em relação à helmintofauna de *A. cursor*, observada em fragmentos florestais de Mata Atlântica do Rio de Janeiro, Gomes *et al.* (2003) relataram quatro espécies (*Hassaltronylus epsilon*, *Hassaltronylus zeta*, *S. aculeata* e *S. Obvelata*). Em outro estudo realizado em fragmentos da Mata Atlântica e no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO), a riqueza total para *A. cursor* foi de nove espécies (Trematoda: *C. obesa*; Cestoda: *R. akodontis*; e Nematoda: *S. lanfrediae*, *S. aculeata*, *S. eta*, *G. zetta*, *A. lenzi*, *S. carlitosi* e *L. silvai*) (Simões *et al.* 2011). Entre as 12 espécies de helmintos relatadas infectando *A. cursor* em áreas florestais e de fragmentos de Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro (Anexo C), apenas duas foram encontradas no presente estudo. Vale ressaltar que estas duas espécies, *S. aculeata* e *S. eta*, apresentam ciclo direto com suas formas larvais dispersadas pela ingestão de gramíneas, nas quais ficam aderidas (Anderson, 2000), e portanto, favorecidas pela vegetação observada nas áreas de estudo. Por outro lado, registrou-se também a infecção em *A. cursor* por cinco espécies de helmintos observados

em *N. lasiurus* (*P. numidica criceticola*, *S. (Syphacia) alata*, *S. freitasi*, *P. (Paucipectines) zygodontomis* e *T. navonae*), sugerindo o compartilhamento destas espécies de helmintos entre *N. lasiurus* e *A. cursor*, nestas áreas abertas de Mata Atlântica. Ressalta-se que este é o primeiro relato de infecção por estas cinco espécies de helmintos em *A. cursor*, e, portanto, registra-se aqui a ampliação da distribuição destas espécies em um novo hospedeiro (ver Anexo C para levantamento de estudos sobre a helmintofauna de cada espécie de hospedeiro). Apesar da riqueza total de espécies ter sido semelhante quando compara-se a helmintofauna de *A. cursor* de áreas florestais e de fragmentos (n=12) com áreas abertas de Mata Atlântica (n=8), observou-se uma grande alteração na composição de espécies, provavelmente relacionada ao estresse causado nessas populações pela substituição de áreas florestais por áreas de matrizes abertas compostas principalmente por gramíneas, gerando assim perda de habitat, e alteração de seu comportamento e possivelmente de sua dieta (Hipótese 2, H0 rejeitada).

A helmintofauna registrada de *M. musculus* em ambientes silvestres foi revisada a nível mundial por Sage (1981) e Tattersall e colaboradores (1994), na Austrália; e no sudeste Asiático por Mackerras (1958), O'Donoghue & Adlard (2000) e Singleton *et al.* (2003); na Nova Zelândia por Ruscoe & Murphy (2005); e em Portugal, no Arquipélago dos Açores, por Afonso-Roque (1989), Casanova *et al.* (1996) e Pereira (2009), onde relatou-se o parasitismo por 32 espécies (Anexo C). No Brasil, observa-se apenas dois relatos sobre a helmintofauna deste roedor, um em áreas urbanas no estado de Sergipe, onde foram registradas três espécies (*H. diminuta*, *Aspiculuris tetraptera* e *S. obvelata*) (Guimarães *et al.*, 2014), e um em ambiente silvestre no cerrado de Brasília onde foram relatadas quatro espécies (*S. alata*, *S. venteli*, *S. criceti* e *S. obvelata*) (Grossmann, 2015), sendo as três primeiras compartilhadas de *N. lasiurus*. A escassez destas informações pode ser explicada pelo fato deste roedor não ser comum em ambientes silvestres (Kataranovski *et al.*, 2008). A maioria dos estudos descrevem a sua helmintofauna em biotérios, em diversas partes do mundo (Singleton & Krebs 2007). Neste presente estudo, todas as três espécies de helmintos observadas fazem parte da helmintofauna de *N. lasiurus*, sugerindo compartilhamento de espécies entre estes dois hospedeiros

nesta situação de áreas abertas de Mata Atlântica (Anexo C) (Hipótese 3, H0 aceita). Este estudo é o primeiro relato da helmintofauna de *M. musculus* no bioma Mata Atlântica.

Segundo Püttker *et al.* (2008), o hábito alimentar dos hospedeiros é um fator determinante na obtenção de helmintos parasitos, assim como o seu micro-habitat ocupado (Cardoso *et al.*, 2016). O roedor *A. cursor* possui hábito terrestre-cursorial, é insetívoro-onívoro e sua dieta compõe-se de sementes e artrópodes. (Bonvicino *et al.*, 2008). Em estudos realizados sobre a dieta de *N. lasiurus* no cerrado, Ramos (2007) demonstrou que a dieta desse roedor é composta, predominantemente, por itens de origem animal, caracterizando seu hábito alimentar como insetívoro-onívoro, conforme observado por Einsenberg (1981). Ghizoni *et al.* (2005) corroboraram estes resultados, e mostraram que a espécie é onívora, se alimentando de sementes e frutos, porém, exibem uma predisposição por artrópodes, principalmente durante a estação seca. *M. musculus* se caracteriza por ser uma espécie cosmopolita, que se adapta a uma grande variedade de condições ambientais e possui hábito alimentar onívoro. Não há estudos sobre sua dieta em ambiente silvestre. O hábito alimentar de *A. cursor* é bem similar ao de *N. lasiurus*, o que pode ter influenciado na alta taxa de compartilhamento de espécies de helmintos entre essas duas espécies de hospedeiros. A distribuição cosmopolita de *M. musculus* e seu hábito oportunista sugere alta capacidade de se adaptar a diversas condições ambientais, e possibilidade de sobreposição de itens alimentares com as outras espécies de hospedeiros e, por conseguinte, compartilhamento de espécies de helmintos.

A riqueza total de espécies de helmintos divergiu entre as três espécies de roedores, considerando-se conjuntamente as duas áreas de estudo. Assim, observou-se maior riqueza total em *A. cursor* (n=8), seguido por *N. lasiurus* (n=6) e *M. musculus* (n=3), sendo a maior riqueza total para a espécie *A. cursor* decorrente deste hospedeiro preservar parte da sua helmintofauna já descrita anteriormente (*S. eta* e *S. aculeata*) e compartilhar espécies provenientes da helmintofauna natural de *N. lasiurus*, com discutido acima e mostrado no Anexo C. Entretanto, foi observada maior riqueza média em *N. lasiurus*, o que sugere maior suscetibilidade das infracomunidades de *N.*

lasiurus à infecção, assim como maior possibilidade de ocorrência de coinfeção de espécies de helmintos neste roedor.

6.2. Helmintofauna e Parâmetros parasitológicos

Os nematoides *P. numidica criceticola* e *P. (Paucipectines) zygodontomis* foram compartilhados entre as três espécies hospedeiras neste estudo, porém apresentaram elevada abundância e prevalência somente em *N. lasiurus*, sugerindo que estes helmintos utilizem esta espécie de roedor como hospedeiro principal nas áreas de estudo. Pesquisas realizadas por Grossman (2015) em Brasília, no bioma Cerrado, e por Costa (2017) desenvolvido em Uberlândia, MG, também no bioma Cerrado, relataram ambas as espécies infectando *N. lasiurus* com maiores valores de abundância e prevalência, o que corrobora os resultados obtidos no presente estudo. O compartilhamento dessas espécies de helmintos deve estar relacionado ao ciclo de vida desses parasitos, pois 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*, em um estudo realizado também em Uberlândia. Naquele estudo, Ramos identificou sete táxons de artrópodes, 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).

Akodon cursor (abundância $0,29 \pm 0,98$, prevalência 12,5%) e *Mus musculus* (abundância $0,68 \pm 4,65$ e prevalência 3,51%) apresentaram pela primeira vez infecção por *P. numidica criceticola*, aumentando a lista de hospedeiros deste helminto. A prevalência de *P. numidica criceticola* no presente estudo foi elevada, chegando a 50% no hospedeiro *N. lasiurus*. Esses dados são discordantes de estudos anteriores onde Grossmann (2015) e Costa (2017) encontraram baixas prevalências em *N. lasiurus* (11% e 8,82%, respectivamente). Observou-se ainda associação positiva entre a idade relativa de *N. lasiurus* e a área onde ele foi capturado com as taxas de abundância e prevalência desta espécie, onde indivíduos adultos de *N. lasiurus*

da APA-BRSJ apresentam maiores abundância e prevalência desta espécie de helminto ($5,14 \pm 14,47$, 52,3%). Mamíferos hospedeiros adultos ou mais velhos podem ter maior probabilidade de encontrar e acumular parasitos, elevando suas taxas de infecção ao longo da vida (Behnke *et al.*, 1999).

O nematoide *P. (Paucipectines) zygodontomis* teve a sua lista de hospedeiros ampliada, onde relatamos pela primeira vez a infecção deste parasito em *A. cursor* (abundância $0,01 \pm 0,11$ e prevalência 13,9%) e *M. musculus* (abundância $0,35 \pm 1,89$ e prevalência 5,26%). Os parâmetros parasitológicos de *P. (Paucipectines) zygodontomis* em *N. lasiurus* reportados por Grossman, (2015) (abundância $5,82 \pm 3,13$, prevalência 80% e intensidade 8,00), e por Costa *et al.* (2019) (abundância $2,97 \pm 4,75$ prevalência 58,8% e intensidade de $5,05 \pm 5,28$), foram superiores ao encontrado no presente estudo (abundância $0,90 \pm 5,89$, prevalência 17,86% e intensidade $5,08 \pm 3,58$).

Borchert & Hansen (1983) relatam que *N. lasiurus* possui hábito alimentar insetívoro em áreas abertas, representando 70-90% de sua dieta. Sendo a APA-BRSJ uma área aberta, que apresenta plantações, pode estar favorecendo a abundância de algumas espécies de insetos. Assim como em *P. (Paucipectines) zygodontomis*, observou-se em *P. numidica criceticola* uma maior abundância em hospedeiros adultos, que pode estar relacionada a maior taxa de forrageamento para essa faixa etária (Pardini, 2005) e também pelo fato de acumularem a maior carga de parasitos ao longo da sua vida (Behnke *et al.*, 1999).

O gênero *Stilestrongylus* foi previamente relatado como um grupo de parasitos comuns de roedores sigmodontíneos, sugerindo um processo co-evolutivo entre eles (Digiani; Durette-Desset, 2007; Simões *et al.*, 2011). A espécie *S. freitasi* também foi encontrada parasitando as três espécies hospedeiras, sendo relatada pela primeira vez parasitando os roedores *A. cursor* (abundância $0,43 \pm 2,67$ e prevalência 2,78%), e *M. musculus* (abundância $0,16 \pm 1,19$ e prevalência 2%). Entretanto, sua maior abundância ($2,32 \pm 3,09$) foi observada no hospedeiro *N. lasiurus*, apresentando, uma baixa taxa de prevalência (7,6%) em relação aos outros estudos, sendo que Grossmann (2015) relatou prevalência de 76% em um estudo no Cerrado,

Costa *et al.* (2019) de 69,61%, também no cerrado, e Simões *et al.* (2017) de 80% no estado da Paraíba. Nossos resultados indicaram ainda que área de estudo, espécie, idade e sexo do hospedeiro parecem influenciar no aumento da prevalência e da abundância de *S. freitasi* nos roedores, onde espécimens fêmeas jovens de *N. lasiurus* e coletadas na APA-BRSJ tiveram maiores abundâncias e prevalências, sugerindo maior suscetibilidade ou exposição de animais jovens e fêmeas a estes parasitos. O parasitismo de *Stilestrongylus* spp. em roedores, provavelmente ocorre quando os hospedeiros ingerem gramíneas com larvas do parasito (Anderson, 2000).

Este é o primeiro registro de infecção por *S. (syphacia) alata* observada em *A. cursor*. A prevalência de *S. (Syphacia) alata* em *N. lasiurus* mostrou-se alta (15%) quando comparada com o estudo de Grossmann (2015) (9%), porém inferior ao observado por Costa *et al.* (2019) (24%). Simões *et al.* 2011 reportaram em outros roedores sigmodontíneos infecções por diferentes espécies de *Syphacia* onde observaram *S. carlitosi* com prevalência de 12,5% em *A. cursor* e de 6,6% em *A. montensis*, e *Syphacia kinsellai* em *O. nigripes* com prevalência de 24,1% em áreas de Mata Atlântica. Em relação aos parâmetros parasitológicos, o presente estudo apresentou valores bem inferiores (intensidade de $22,29 \pm 19,93$ e abundância de $3,48 \pm 0,63$) ao encontrado por Costa *et al.* (2019) (intensidade de $46,90 \pm 84,71$ e abundância de $83,93 \pm 107,59$). Apesar dos valores inferiores encontrados, esta espécie está entre as dominantes na comunidade de helmintos observada neste estudo. Fêmeas da APA-BRSJ podem estar favorecendo o aumento da transmissão desse helminto, de acordo com o resultado da GLM para esta espécie. Este resultado pode estar relacionado ao fato de que os ovos de *Syphacia* spp. são transmitidos principalmente por contato da região perianal entre hospedeiros (Chan, 1952), sendo a transmissão favorecida em períodos reprodutivos devido ao maior contato entre indivíduos nesta condição. Este estudo foi realizado no período da seca, época relatada para a reprodução de *N. lasiurus* (Alho & Pereira, 1985; Becker *et al.*, 2007).

No presente estudo, *A. cursor* (abundância $0,29 \pm 0,85$ e prevalência 13,9%) foi encontrado parasitado por *T. navonae*, sendo este, portanto, o primeiro relato desta espécie neste hospedeiro, aumentando assim a sua

distribuição geográfica e ampliação de hospedeiros. O tricurídeo só havia sido descrito, até o momento, em *A. montensis* em Misiones, Argentina (Robles *et al.*, 2011), em Santa Catarina, Brasil (Boullosa, 2018) e em *N. lasiurus* em Uberlândia, Brasil (Costa, *et al.*, 2019). O primeiro relato de parâmetros parasitológicos de *T. navonae* no hospedeiro *A. montensis*, na Mata Atlântica do estado de Santa Catarina, (abundância $0,26 \pm 0,83$, intensidade $1,65 \pm 1,49$ e prevalência 15,75%) (Boullosa, 2018), apresentou valores semelhantes aos encontrados no presente estudo para os hospedeiros *A. cursor* e *N. lasiurus* (abundância $0,36 \pm 1,05$, intensidade $2,73 \pm 1,42$ e prevalência 13,39%). A abundância de *T. navone* apresentou diferença significativa entre as áreas de estudo, idade, sexo e espécie do hospedeiro, sendo maior entre *N. lasiurus* machos adultos coletados na APA-BRSJ. Anderson (2000) e Robles *et al.* (2014) relacionaram ainda o hábito estritamente terrestre de *A. montensis* como um fator importante na exposição a infecção por *T. navonae*. Ovos de *Trichuris* são depositados no solo com as fezes de animais infectados, onde a larva infectante se desenvolve dentro do ovo (Robles *et al.*, 2014), logo o comportamento mais explorador de machos pode estar relacionado a maior abundância deste parasito.

O cestoda *R. akodontis*, foi encontrado infectando apenas *N. lasiurus* na área de estudo Rebio Poço das Antas. Rêgo (1967) descreveu a espécie *R. akodontis* infectando o roedor *A. cursor* nas localidades de Linhares e Engano, no estado do Espírito Santo. Este cestóide possui ciclo indireto de transmissão, logo exige a presença de hospedeiros intermediários, normalmente artrópodes, para a continuação do seu ciclo de vida (Marinho-Filho *et al.* 2002). Simões *et al.* (2011), encontraram *R. akodontis* infectando *O. nigripes* com prevalência de 3,7%, *A. cursor* de 16,7% e *A. montensis* de 24,3%. Boullosa (2018) encontrou *A. montensis* infectado com *R. akodontis* com prevalência de 15,7%. Costa *et al.* (2019) encontrou este helminto em *N. lasiurus* com prevalência de 47,06%. Cardoso (2018) também registrou este helminto em *A. montensis* e *Delomys dorsalis* com prevalência de 7,14% e 12,5%, respectivamente.

O gênero *Moniliformis* possui como características: tamanho médio, probóscide de formato claviforme e de tamanho pequeno em comparação com o tamanho do tronco, e apresenta fileiras longitudinais de ganchos alternados.

No Brasil, foram encontradas duas espécies deste gênero, sendo ambas descritas parasitando *Rattus* spp. e outros mamíferos (Amin et al., 2016). No presente estudo, este parasito foi encontrado parasitando *A. cursor* (abundância $0,01 \pm 0,11$, prevalência 1,39% e intensidade 1,00) com parâmetros parasitológicos inferiores ao relatado em *N. lasiurus* por Costa et al. (2019) (Abundância $0,71 \pm 3,36$, prevalência 6,86% e intensidade $10,29 \pm 8,69$).

No presente estudo, foi encontrado um padrão de distribuição aleatório para as infracomunidades de helmintos. Esta distribuição indica que as espécies estão relacionadas a diferentes gradientes ambientais. Segundo Dallas; Presley (2014), esta correlação pode estar relacionada à ocorrência de espécies de helmintos com diferentes exigências ambientais e diferenças na susceptibilidade e na probabilidade de infecção entre os indivíduos hospedeiros de uma mesma espécie (Hugot; Baujard; Morand, 2001; Poulin, 2007b). Cardoso (2018) relatou que a presença de espécies de helmintos com diferentes ciclos de vida (direto e indireto) sustenta o padrão aleatório.

6.3. Considerações Finais

Os nematoides são considerados eficientes bioindicadores de alterações ocorridas no solo (Cares & Huang 2008), pois são organismos que respondem rapidamente a perturbações ambientais (Yeates et al., 2009; Goulart, 2007). Ambas as localidades estudadas sofreram impactos e distúrbios no passado recente. Quando comparadas as duas áreas de estudo, a REBIO Poço das Antas apresentou a maior riqueza total de espécies de helmintos, onde observou-se a ocorrência das três espécies de hospedeiros (*A. cursor*, *N. lasiurus* e *M. musculus*), assim como o compartilhamento das espécies de helmintos naturais de *N. lasiurus* com as outras duas espécies hospedeiras (Anexo C). Esse compartilhamento pode estar relacionado à alta abundância de *N. lasiurus* (2,1 vezes maior que *A. cursor* e 3,17 vezes maior que *M. musculus*) (Tabela 2), e grande dispersão desta espécie por toda área estudada, uma vez que esse hospedeiro foi capturado em alta frequência ao

longo de todos os transectos de captura estabelecidos na área de estudo (De Oliveira-Santos, F. comunicação pessoal).

Na APA-BRSJ a riqueza total de espécies de helmintos foi inferior à observada na REBIO Poço das Antas, decorrente principalmente da ausência de uma população estável de *A. cursor*, já que esta espécie de hospedeiro apresentou baixa abundância nesta área (apenas um indivíduo capturado e negativo para infecção de helmintos). Cabe acrescentar que o esforço de coleta foi menor na área da APA-BRSJ, já que por questões operacionais e de logística, apenas uma expedição foi realizada nesta área, o que também pode ter influenciado este resultado. A baixa abundância de *A. cursor* pode estar relacionada às grandes alterações da estrutura da paisagem, decorrentes do contínuo uso agrícola desta área, produzindo uma matriz composta principalmente por gramíneas naturais e exóticas, e pequenas plantações de mandioca para subsistência, e ainda, uso frequente do fogo no manejo do solo. Estas características não parecem afetar as populações de *N. lasiurus*, sendo este o ambiente típico desta espécie em áreas de Cerrado (Vieira, 1999; Briani *et al.*, 2004).

Grandes alterações da paisagem podem afetar diversos processos biológicos e parâmetros biológicos das espécies de uma área, como: tamanho das populações, estrutura da comunidade e quantidade de habitat disponível (Pardini, 2004). Mesmo com a redução na abundância relativa das espécies de hospedeiros na APA-BRSJ observou-se, também nesta área, *N. lasiurus* compartilhando sua helmintofauna com *M. musculus*. O único espécime de *A. cursor* capturado não apresentava infecção por helmintos. Os helmintos compartilhados na APA-BRSJ (*P. numidica criceticola* e *P. (Paucipeptines) zygodontomis*) entre *N. lasiurus* e *M. musculus* apresentam ciclo indireto, ou seja, precisam de um hospedeiro intermediário (artrópodes) para completar seu ciclo de vida. Por ser a APA-BRSJ uma área com presença de plantações, possui uma alta abundância de algumas espécies de insetos artrópodes, favorecidos devido à alta taxa de oferta de alimento (Krügel, Brauwiers, Bianchi 2016). À vista disso, a proliferação e dispersão de vetores e hospedeiros intermediários podem ser beneficiados com essas alterações ambientais (Laferty; Kuris, 1999). Ainda que a APA-BRSJ seja uma área com forte

influência antrópica, ela apresentou melhores condições para a helmintofauna de *N. lasiurus*, sendo observada elevada abundância e prevalência das espécies de seus helmintos. Estes resultados corroboram outros estudos com nematóides, onde também foram relatadas altas prevalências e abundâncias em áreas perturbadas (Froeschke & Matthee, 2014).

Dessa forma, a riqueza e composição de espécies dos parasitas observados em cada uma das espécies de hospederios estudados parecem expressar as alterações ambientais ocorridas. Nossos resultados ratificam que alterações ambientais podem favorecer certas espécies de helmintos (Froeschke & Matthee, 2014), como observado na APA-BSRJ (*P. numidica criceticola*, *P. (Paucipectines) zygodontomis*, *S. freitasi*, *S. (syphacia) alata* e *T. navonae*). As alterações também podem promover efeitos deletérios, tais como extinção local de algumas espécies, como observado em *A. cursor* que apresentou apenas duas entre as 12 espécies descritas em literatura para sua helmintofauna, em estudos anteriores na Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro. Além disto, observou-se que a presença de espécies de hospedeiros exóticos e/ou invasores como supõem-se que seja o caso de *N. lasiurus* na Mata Atlântica, pode alterar a estruturação das comunidades de pequenos mamíferos, bem como de seus parasitos.

7. CONCLUSÕES

- As áreas de matrizes aberta da Mata Atlântica da REBIO Poço das Antas e da APA- apresentam uma comunidade de roedores simplificada quanto ao número de espécies (apenas três espécies), sendo apenas uma espécie de Mata Atlântica (*A. cursor*);
- *Necromys lasiurus*, espécie típica do cerrado, atua como espécie chave para a composição de espécies de helmintos nas áreas estudadas de matriz aberta da Mata Atlântica, devido ao compartilhamento de seus parasitos com os roedores, *A. cursor* e *M.musculus*;
- A helmintofauna de *A. cursor* nas áreas estudadas de matriz aberta de Mata Atlântica apresentou composição de espécies diferentes em relação ao observado em áreas florestais e de fragmentos;
- Ampliou-se a ocorrência de cinco espécies de helmintos em *A. cursor*, devido ao compartilhamento de espécies oriundas de *N. lasiurus*.
- A helmintofauna de *N. lasiurus* de áreas de matriz aberta de Mata Atlântica apresentou grande similaridade com sua helmintofauna de áreas de Cerrado;
- A helmintofauna de *M. musculus* em áreas de matriz aberta de Mata Atlântica foi composta exclusivamente por helmintos compartilhados da helmintofauna de *N. lasiurus*;
- A abundância e prevalência dos helmintos de *A. cursor*, *N. lasiurus* e *M. musculus* foram influenciadas positivamente pelos fatores bióticos relacionados ao hospedeiro (espécie, sexo e idade dos hospedeiros) e pela localidade estudada (REBIO Poço das Antas e APA-BRSJ);

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso-Roque, M. M.. 1989. Fauna helmintologica de vertebrados terrestres da ilha de S. Miguel (Acores). Tese de Doutorado. Centro de Zoologia, Investigacao Cientifica Tropical, Lisboa, 509 pp.
- Alho, C.J.R., Pereira, L.A., 1985. Population ecology of a Cerrado rodent community in central Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*. 45: 597-607.
- Almeida-Neto, M., Guimarães, P., Guimarães JR., P. R.; Loyola, R. D., Ulrich, W. 2008. A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconciling concept and measurement. *Oikos*, 117(8): 1227–1239.
- Amato, J.F.R., Boeger, W.A., 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 Volume. Wallingford, Oxfordshire, U.K. Cambridge, 463pp.
- Asfora, P.H.; Mendes Pontes, A.R., 2009. The small mammals of the highly impacted North-eastern Atlantic Forest of Brazil, Pernambuco Endemism Center. *Biota Neotropica* (Edição em Português. Online), 9: 31-35.

- Ayres, J.M., Fonseca, G.A.B., Rylands, A.B., Queiroz, H.L., Pinto, L.P., Mastreson, D., Cavalcanti, R.B., 2005. Os corredores ecológicos das florestas tropicais no Brasil. Belém, Sociedade Civil Mamirauá, 258p.
- Barbero, BB., Marua, R.B., 1990. A new species of the whipworm from South American hystricomorph rodents. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 85:211-213.
- Barros, M.C., Sampaio, I., Schneider, H., Langguth, A., 2009. Molecular phylogenies, chromosomes and dispersion in Brazilian akodontines (Rodentia, Sigmodontinae). Iheringia, Série Zoologia 99(4): 373-380.
- 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 da borda de Cerrado e do Brasil Central. Mastozoologia Neotropical 14: 157-168.
- Behnke, J. M.; Lewis, J. W.; Zain, S. N.; Gilbert, F. S. 1999. Helminth infections in *Apodemus sylvaticus* in southern England: interactive effects of host age, sex and year on the prevalence and abundance of infections. Journal of Helminthology, 73(1): 31-44.
- Berry, R.J. & Scriven, P.N., 2005. The house mouse: a model and motor for evolutionary understanding. Biological Journal of the Linnean Society 84, 335-347.
- Borchert, M. & Hansen, R.I. 1983. Effects of flooding and wildfire on valley side wet campo rodent in Brazil. Revista Brasileira de Biologia, 43(3): 29-240.
- Bonvincino, C.R., Oliveira, J.A. de, D'Andrea, P.S., 2008. Guia dos roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos. Centro Pan-Americano de Febre Aftosa - OPAS/OMS, Rio de Janeiro/RJ, Brasil.

- Boullosa, R.G.M. de C., 2018. Composição e estrutura das comunidades de helmintos roedores sigmodontíneos no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Mata Atlântica do Estado de Santa Catarina, Brasil. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Saúde) – Instituto Oswaldo Cruz – Fundação Oswaldo Cruz.
- Boursout, P., Auffray, J.C., Brittondavidian, J. & Bonhomme, F., 1993. The evolution of house mice. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24, 119-152.
- Bovendorp, R.S; Villar, N.; Abreu-Junior, E.F. de; Bello, C.; Regolin, A.L.; Percequillo, A.R.; Galetti. 2017. M. Atlantic Small-Mammal: A Dataset of Communities of Rodents and Marsupials of The Atlantic Forests of South America. *Ecology* 98(8).
- Briani, D.C., Palma, A.R.T, VIEIRA, E.M., HENRIQUES, R.P.B. 2004. Post-fire succession of small mammals in the Cerrado of central Brazil. *Biodiversity and Conservation* 13:1023-1037.
- Brouat, C., Kane, M., Diouf, M., Bâ, K., Sall-Dramé, R., Duplantier, J.M., 2007. Host ecology and variation in helminth community structure in *Mastomys* rodents from Senegal. *Parasitology* 134:437-450.
- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M., Shostak, A. W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.*, revisited. *The Journal of parasitology*, 83(4): 575–583.
- Bush, A.O., Fernadéz, J.C., Esch, G.W. & Seed, J.R., 2001. Parasitism: the diversity and ecology of animal parasites. Cambridge University Press. 566p.
- Cardoso, T.S., Simões, R.O., Luque, J.L.F., Maldonado Jr, A., Gentile, R., 2016. The influence of habitat fragmentation on helminth communities

in rodent populations from Brazilian Mountain Atlantic Forest. *J. Helminthology* 90: 460-468.

Cardoso, T.dos S.. 2018. Influência de fatores bióticos e abióticos na metacomunidade de helmintos parasitos de pequenos mamíferos no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Estado do Rio de Janeiro. Tese de doutorado da Pós-graduação em Ciências Veterinárias. Instituto de Veterinária. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Cares, J.E. & Huang, S.P. 2008. Soil nematodes. In: Moreira, F.M.S., E.J.Huising, D.E. Bignell (Org.). *A handbook of tropical soil biology*. 1 ed. London, UK.: Earthscan, 1: 97-106.

Casanova, J. C., Miquel, J., Fons, R., Molina, X., Feliu, C., Mathias, M. L., Torres, J., Libois, R., Santos-Reis, M., COollares-Pereira, M. & Marchand, B. 1996. On the helminthfauna of wild mammals (Rodentia, Insectivora and Lagomorpha) in Azores Archipelago (Portugal). *Vie et Milieu* 46, 253-259.

Cerqueira, R., Gentile, R., Fernandez, F.A.Z., D'Andrea, P.S.,1993. A five-year population study of an assemblage of small mammals in southeastern Brazil. *Mammalia* 57:507–517.

Chan, K.F., 1952. Life cycle studies on the nematode *Syphacia obvelata*. *American Journal of Epidemiology* 56: 14-21.

Colombi, V.H., Lopes, S.R. and Fagundes, V., 2010. Testing the Rio Doce as a riverine barrier in shaping the Atlantic rainforest population divergence in the rodent *Akodon cursor*. *Genetics and Molecular Biology* 33(4):785-789.

Costa, N.A., 2017. Composição e estrutura das comunidades de helmintos de *Necromys lasiurus* (Lund, 1840) (Rodentia: Sigmodontinae) no município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Saúde) – Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz.

- Costa, N.A., Cardoso, T. dos S., Costa-Neto, S. F. da, Maldonado, A.J., Gentile, R. 2019. Mtacommunity structure of helminths of *Necomys lasiurus* (Rodentia: Sigmodontinae) in diferente land use áreas in the Brazilian Cerrado. *Journal of Parasitology*. 105(2) 271-282.
- Costa, T.C.C., E.C.C. Fidalgo, R.F. Santos, J.V. Rocha, J.P. Metzger, R.S. Vicens, K. TanizakiFonseca and C.B.A. Bohrer. 2009. Diversidade de paisagens no estado do Rio de Janeiro.. Estratégias e ações para a conservação da biodiversidade no Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Instituto Biomas. 101-110
- Crook, J.R., Grundmann, A.W., 1964. The life history of *Protospirura numidica* Seurat, 1914 Nematoda: Spiruroidea. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*. 31(2): 225-229.
- Crouzeilles, R., Lorini, M. L., & Grelle, CEV. 2010. Deslocamento na matriz para espécies da mata Atlântica e a dificuldade da construção de perfis ecológicos. *Oecologia Australis*, 14(4), 872-900.
- Cunha, S.B. 1995. Impactos das Obras de Engenharia sobre o Ambiente Biofísico da Bacia do Rio São João (Rio de Janeiro - Brasil). Rio de Janeiro, Edição do Autor. 415 p.
- Dallas, T.; Presley, S. J.2014. Relative importance of host environment, transmission potential and host phylogeny to the structure of parasite metacommunities. *Oikos*, 123(7): 866–874.
- D'Andrea, P. S., Gentile, R., Cerqueira, R., Grelle, C. E., Horta, C., Rey, L. 1999. Ecology of small mammals in a Brazilian rural area. *Revista Brasileira de Zoologia*. 16(3): 611-620.
- D'Andrea, P.S, Gentile, R., Maroja, L.S., Fernandes, F.A., Coura, R., Cerqueira, R., 2007. Small mammal population of an agroecosystem in the

Atlantic forest domain, Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 67(3): 631-637.

De Oliveira Santos, F., Teixeira, B. R., Passos Cordeiro, J. L., De Sousa, R. H. A., Lucio, C. dos S., Gonçalves, P. R., Lemos, H., De Oliveira, R. C., Fernandes, J., Cavalcanti, G. R., De Lemos, E. R. S., D'Andrea, P. S. 2018. Expansion of the range of *Necromys lasiurus* (Lund, 1841) into open areas of the Atlantic Forest biome in Rio de Janeiro state, Brazil, and the role of the species as a host of the hantavirus. *Acta Tropica*, 188: 195-205.

Digiani, M.C., Durette-Desset, M.C., 2007. Trichostrongylina (Nematoda) parasitic in *Phyllotis* sp. (Rodentia: Sigmodontinae) from Argentina, with description of three new species. *Parasitology International* 56: 9-18.

Dogiel, V. A., 1964. *General parasitology*. Edinburgh, U.K: Oliver & Boyd Ltd; 516 p.

Dormann, C. F.; Gruber, B.; Fründ, J. 2008. Introducing the bipartite Package: analysing ecological networks. *R News*. 8(2): 8-11.

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.

Dunnum, J., Vargas, J., Bernal, N., Zeballos, H. & Vivar, E. 2016. *Necromys lenguarum* (errata version published in 2017). The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T136481A115208548. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T136481A22329831.en>. Downloaded on 15 June 2019.

Eisenberg, J. F. 1981. *The Mammalian Radiations*. University of Chicago Press, Chicago.

- Estavillo C, Pardini R, Rocha PLB da., 2013. Forest Loss and the Biodiversity Threshold: An Evaluation Considering Species Habitat Requirements and the Use of Matrix Habitats. PLOS ONE, Volume 8, Issue 12.
- Fagundes, V. & Nogueira, C.D.A. 2007. The use of PCR-RFLP as an identification tool for three closely related species of rodents of the genus *Akodon* (Sigmodontinae, Akodontini). Genet. Mol. Biol. 30(3):698-701.
- Fagundes, V., Christoff, A.U. and Yonenaga-Yassuda, Y., 1998. Extraordinary chromosomal polymorphism with 28 different karyotypes in the neotropical species *Akodon cursor* (Muridae, Sigmodontinae), one of the smallest diploid number in rodents ($2n = 16, 15$ and 14). Hereditas 129:263-274.
- Feliciano, B.R., Fernandez, F.D., de F., Figueiredo M.S.L., 2002. Population dynamics of small rodents in a grassland between fragments of Atlantic Forest on southeastern Brazil. Mammalian Biology, 67: 304-314.
- Fidalgo, E.C.C., M.C. Uzêda, H.G. Bergallo, T.C.C. Costa and M.B. Abreu. 2009. Distribuição dos remanescentes vegetais no Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Instituto Biomas. 31-100
- 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.
- Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2011. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica 2008-2010. São Paulo. 120p.
- Fundação SOS Mata Atlântica, 2018. Desmatamento da Mata Atlântica é o menor registrado desde 1985. Acessado em 15 de Janeiro de 2019,

disponível em < <https://www.sosma.org.br/107084/desmatamento-da-mata-atlantica-e-o-menor-registrado-desde-1985/>>

- Gascon, C., Lovejoy T.E., Bierregaard Jr, R.O, Malcom, J.R., Stouffer, P.C., Vasconcelos, H.L., Laurance, W.F., Zimmerman, B., Tocher, M., Borges, S., 1999. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. *Biological Conservation*, 91, 223-229.
- Geise, L., Canavez, F.C., Seuánez, H.N., 1998. Comparative karyology in *Akodon* (Rodentia, Sigmodontinae) from Southeastern Brazil. *Journal of Heredity*.89(2): 158-163.
- Geise, L., 2012. *Akodon cursor* (Rodentia: Cricetidae). *Mammalian species* 44(893):33-43.
- Gentile, R., D'Andrea, P.S., and Cerqueira, R., 1997. Home ranges of *Philander frenata* and *Akodon cursor* in a Brazilian Restinga (Coastal Shrubland). *Mastozoologia Neotropical* 4(2):105-112.
- Gentile, R., Fernandez, F.A.S., 1999. Influence of habitat structure on a streamside small mammal community in a Brazilian rural area. *Mammalia*.63(1): 29-40.
- Ghizoni, I.R.J., Iayme, V. M. G., Lima, A.P. & Magnusson, W.E. 2005. Spatially explicit population dynamics in declining population of the tropical rodent, *Bolomys lasiurus*. *Journal of Mammalogy* 86(4): 677-682.
- Gibson, D. I., Jones, A., Bray, R. A., 2002. *Keys to the Trematoda*. London, UK: CABI Publishing and the Natural History Museum. v 1 521 p.
- Gomes, D.C., Cruz, R. P., Vicente, J. J., Pinto, R. M., 2003. Nematode parasites of marsupials and small rodents from Brazilian Atlantic

Forest in the state Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 20:699-707.

Gonçalves, J., Teixeira, B.R., Olifiers, N., Lucio, C. dos S., Riski, L.L., Costa-Neto, S.F. da, Lemos, E.R.S., Bonvicino, C.R., D'andrea, P.S., 2016. A Survey of Small Mammals in the Atlantic Forest of the Northwestern Region of Rio de Janeiro State. *Oecol. Aust.*, 20(4): 492-500.

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. *Journal of Biogeography*; 33: 1086–1095.

Goulart, A. M. C. 2007. Diversidade de nematoides em agroecossistemas e ecossistemas naturais. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados (Documentos 191). 68pp.

Gray, S. J. & Hurst, J. L., 1998. Competitive behaviour in an island population of house mice, *Mus domesticus*. *Animal Behaviour*. 56, 1291-1299.

Grossmann, N.V., 2015. Relação Parasito-Hospedeiro de Endo e Ectoparasitas em pequenos mamíferos em um Cerrado do Brasil Central. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília.

Guimarães, A. O.; Valença, F.M.; Souza, J.B.S.; Souza, S.A.; Madi, R.R.; De Melo, C.M. 2014. Parasitic and fungal infections in synanthropic rodents in an area of 2894 urban expansion, Aracaju, Sergipe State, Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 2895 Maringá, 36(1): 113-120.

Gurgel-Filho, N.M., Feijó, A., Langguth, A. 2015. Pequenos mamíferos do Ceará (Masupiais, Morcegos e Roedores Sigmodontíneos) com discussão taxonômica de algumas espécies. *Revista Nordestina de Biologia*. 23(2): 3-150.

- Hanski, I; Gilpin, M. 1991. Metapopulation dynamics: brief history and conceptual domain. *Biological Journal of the Linnean Society*.42(1–2) 3–16.
- Hougot, J-P.; Baujard, P.; Morand, S. 2001. Biodiversity in helminths and nematodes as a field of study: an overview. *Nematology*.3(3): 199–208.
- ICMBIO,2005. Encarte 3 versão final. Acessado em 25 de Março de 2019, disponível em < http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/ENCARTE%203_p.pdf>
- ICMBIO, 2008. Plano de Manejo da Área de Proteção da Bacia do Rio São João/Mico Leão-Dourado. Acessado em 20 de Maio de 2019, disponível em < http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/apa_bacia_rio_sao_joao.pdf>
- Iñiguez, A. M., D. Leles, L. H. Jaeger, F. A. Carvalho-Costa, and A. Araújo. 2012. Genetic characterization and molecular epidemiology of *Ascaris* spp. from humans and pigs in Brazil. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 106: 604–612
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Atlas da Mata Atlântica: dados mais recentes. 2018. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/dados-mais-recentes/>>. Acesso em: 10 maio 2018
- 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. *Journal of Parasitology*; 88: p. 454–460.
- Jones, A., Bray, R.A., Gibson, D.I., 2005. Keys to the Trematoda. Vol. 2. London: CABI Publishing.
- Kataranovski, D.S., Vukcevic-Radic, O.D., Kataranowski, M.V., Radovic, D.L. & Mirkov, I. I., 2008. Helminth fauna of *Mus musculus* Linnaeus, 1758

from the suburban area of Belgrade, Serbia. Archives of Biological Sciences, Belgrade 60, 609-617.

Khalil, L.F., Jones, A., Bray, R.A.A., 1994. Keys to the cestode parasites of vertebrates. Wallingford, Oxon: CABI International, Oxon 751.

Krasnov, B. R., Shenbrot, G. I., Mouillot, D., Khokhlova, I. S., Poulin, R., 2005. Spatial variation in species diversity and composition of flea assemblages in small mammalian hosts: Geographical distance or faunal similarity? Journal of Biogeography, 32:633– 644.

Krügel, D.F., Brauwere, S. P., Bianchi, V. 2016. Diversidade de artrópodes coletados em armadilhas em solo pitall. Salão do Conhecimento, [S.I.], set. 2016. ISSN 2318-2385. Disponível em: <<https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/6442>>. Acesso em: Maio. 2019.

Laferty, K.D.; Kuris, A.M. 1999. How environmental stress affects the impacts of parasites. The American Society of Limnology and Oceanography. 44(3): 925-931.

Lambin, E.F., Tran, A., Vanwambeke, S.O., Linard, C. Soti, V., 2010. Pathogenic landscapes: Interactions between land, people, disease vectors, and their animal hosts. International Journal of Health Geographics, 9:54.

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(7): 601–613.

- Ludwig, J.A., Reynolds, J.F., 1988. Statistical ecology: a primer in methods and computing. New York, Wiley Intersci. Pub.
- Maia, V. and Langguth, A., 1981. New karyotypes of Brazilian akodont rodents with notes on taxonomy. *Sonderdruck-Zeitschrift fur Saugetierkunde* 46: 241-289.
- Maldonado Jr., A., Gentile, R., Fernandes-Moraes, C. C., D'Andrea, P. S., Mills J. N., 2006. Biodiversity loss and emerging infectious disease: an example from the rodent borne hemorrhagic fevers. *Biodiversity*.
- Marinho-filho, J., Rodrigues, F.H.G., Juarez, K.M., 2002. The borda de Cerrado Mammals: Diversity, Ecology, and Natural History, em: *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna* (PS Oliveira e RJ Marquis, eds.). Chicago University Press, Chicago. 266-284
- Mackerras, M.J. 1958. Catalogue of Australian mammals and their recorded internal parasites. *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales*. 83, 101-160.
- Mello, R.B., Souza, B.I. de, Coelho, B.H., Mello, C.L.T, Mendonça, G., Coelho, G., Filho, J.L.S., Rocha, L., Moraes, L.F.D. de, Gomes, M.M., Neto, R.P. 2008. Plano De Manejo Da Área De Proteção Ambiental Da Bacia Do Rio São João/Micoleão-Dourado. Ministério Do Meio Ambiente - MMA.
- Metzger JP, 2001. O Que É Ecologia De Paisagens? *Biota Neotropica* v1 (n1).
- Mills J. N., 2006. Biodiversity loss and emerging infectious disease: an example from the rodent borne hemorrhagic fevers. *Biodiversity*.
- Mittelbach, G. G. Parasites, communities, and ecosystems: conclusions and perspectives. In: Thomas, F.; Renaud, F.; Guégan, J. F. (Eds.). *Parasitism and Ecosystems*. Oxford: Oxford University Press, 2005. 171–176.

- Moraes-Neto, A.H.A, Lanfredi, R.M., 1997. *Litomosoides chagasfilhoi* sp. nov. (Nematoda: Filarioidea) parasitizing the abdominal cavity of *Akodon cursor* (Winge, 1887) (Rodentia: Muridae) from Brazil. *Parasitology Research*, Berlin, 83: 137-143.
- Morand, S., Bouamer, S., Hugot, J.P. 2006. Nematodes. In: R Morand, S.; Krasnov, B.R.; Poulin (Ed.), *Micromammals and Macroparasites: From Evolutionary Ecology to Management*. Tokyo, Japan.: Springer, 63-80
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Fonseca, G. A. B., Kent, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Nogueira, C.D.A. and Fagundes, V., 2008. *Akodon cursor* Winge, 1887 (Rodentia: Sigmodontinae): one or two species? New evidences based on molecular data. *Zootaxa* 1768:41-51.
- 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. *Journal of Parasitology*, 96(5): 993–1001.
- Oksanen, J., Blanchet, F.G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P.R., O'Hara, R.B., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H., Szoecs, E., Wagner, H., 2016. *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.4-2. Acessado em: 10 de Abril de 2017. Disponível <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Olifiers N, Gentile R, Fiszon JT., 2005. Relation between small-mammal species composition and anthropic variables in the Brazilian Atlantic forest. *Braz. J. Biol.*, 65 (3): 495-501.

- Pardini, R. 2004. Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic Forest landscape. *Biodiversity and Conservation*, 13: 2567-2586.
- Pardini, R. 2005. The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammals abundance and diversity in an Atlantic forest landscape. *Biological Conservation*, 124(2): 253-266
- Pardini, R., Bueno, A.d.A., Gardner, T.A., Prado, P.I., Metzger, J.P. 2010. Beyond the Fragmentation Threshold Hypothesis: Regime Shifts in Biodiversity Across Fragmented Landscapes. *PLoS ONE* 5(10): e13666. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013666>
- Paresque, R., Souza, W.P., Mendes, S.L. and Fagundes, V., 2004. Composição cariotípica da fauna de roedores e marsupiais de duas áreas de Mata Atlântica do Espírito Santo, Brasil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão* 17:5-33.
- Passamani, M., Ribeiro, D., 2009. Small mammals in a fragment and adjacent matrix in southeastern Brazil. *Braz. J. Biol.*, 69(2): 305-309.
- Patterson, B. D., Atmar, W. 1986. Nested subsets and the structure of insular mammalian faunas and archipelagos. *Biological Journal of the Linnean Society*, 28(1–2): 65–82.
- Paula, R.C.; Rodrigues, F.H.G.; Queirolo, D., Jorge, R.P.S.; Lemos, F.G., Rodrigues, L.A., 2013. Avaliação do estado de conservação do Lobo-guará *Chrysocyon brachyurus* (Illiger, 1815) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, 3: 146-159.
- 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 *Parasite communities: patterns and processes*, Chapman and Hall, New York, New York, 233–26.

- Pereira, L.G. and Geise, L., 2007. Karyotype composition of some rodents and marsupials from Chapada Diamantina (Bahia, Brazil). *Brazilian Journal of Biology* 67(3): 509-518.
- Pereira, V. M. M., 2009. Estudo da helmintofauna de *Mus musculus* (Rodentia) em São Miguel (Açores): factores indutores de diversidade e potencial zoonótico. Dissertação (Mestrado em Biologia humana e ambiente) – Universidade de Lisboa – Faculdade de Ciências.
- Pinheiro, R. T. & Pinho, L.A. 2013. Fragmentação e ecologia de paisagens. Acessado em 19 de Junho de 2018. Disponível em <
http://nead.uesc.br/arquivos/Biologia/modulo_8-bloco_1/uni_biodiversidade_ecologia/material_apoio/M8EBU2_fragmen_tacao_e_ecologia_de_paisagens.pdf >
- Pires, A.S., Fernandez, F.A.S.; Feliciano, B.R., Freitas, D., 2010. Use of space by *Necomys lasiurus* (Rodentia, Sigmodontinae) in a grassland among Atlantic Forest fragments. *Mammalian Biology*.75: 270–276.
- Pongsiri MJ, Roman J, Ezenwa VO, Goldberg TL, Koren HS, Newbold SC, Ostfeld RS, Pattanayak SK, Salked DJ, 2009. Biodiversity Loss Affects Global Disease Ecology. *BioScience*, 59(11).
- Poulin, R.1997. Species richness of parasite assemblages: evolution and patterns. *Annual Review of Ecology and Systematics*,28(1): 341–358,
- Poulin, R. & Dick, A. T., 2007a. Spatial variation in population density across the geographical range in helminth parasites of yellow perch *Perca flavescens*. *Ecography*;30: 629–636.
- Poulin, R. 2007b. *Evolutionary ecology of parasites*. 2. ed. Princeton: Princeton University Press, 360p.

- Poulin, R., 2003. The decay of similarity with geographical distance in parasite communities of vertebrate hosts. *Journal of Biogeography*, 30: 1609–1615.
- Poulin, R., 2007. *Evolutionary ecology of parasites*. Princeton: Princeton University Press.
- Pulido-Flores, G., Moreno-Flores, S. & Monks, S., 2005. Helminths of rodents (Rodentia: Muridae) from Metztitlan, San Cristobal, and Rancho Santa Elena, Hidalgo, Mexico. *Comparative Parasitology*, 72: 186-192.
- Püttker, T., Meyer-Lucht, Y., Sommer, S., 2006. Movement distances of five rodent and two marsupial species in forest fragments of the coastal Atlantic rainforest, Brazil. *Ecotropica*, 12: 131–139.
- 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. *Ecological Research*, 23(1): 207–215.
- Quentin, J.C., 1967. *Rictularia zygodontomis* n. sp., nématode nouveau parasite de rongeurs Du Brésil. *Bulletin du Muséum National D'Histoire Naturelle*. 39: 740-744.
- Quentin, J. C., 1968a. Description de *Syphacia* (*Syphacia*) *alata* n.sp., Oxyure parasite du rongeur Cricetidae *Zygodontomis lasiurus* (Lund, 1839). *Bulletin du Muséum National D'Histoire Naturelle, Paris*, 2(4) :807-813.
- Quentin, J.C., Karini, Y., Almeida, C.R., 1968b. *Protospirura numidica criceticola* n. subsp. parasite de Rongeurs cricetidae du Brésil. Cycle évolutif. *Ann. Parasitol.* 53: 583-596.
- Quentin, J.C., 1969a. Étude de nématodes *Syphacia* parasites de rongeurs Cricetidae Sud-Américains et de leurs corrélations biogéographiques

avec certaines espèces néarctiques. Bulletin du Muséum National D'Histoire Naturelle 4: 909-925.

Quentin, J.C., 1969b. Essai de classification des nématodes Rictulaires. Mémoires du Muséum National D'Histoire Naturelle ,1-115.

R Development Core Team, 2017. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, The R Project for Statistical Computing. Acessado em: 10 de Abril de 2017. Disponível em < <http://www.r-project.org> >

Ramos, V.D.N., 2007. Ecologia alimentar de pequenos mamíferos de áreas de Cerrado no sudeste do Brasil. Dissertação em Ecol. e Conserv. Recur. Naturais. Universidade Federal Uberlândia, Uberlândia.

Rêgo, A.A., 1967. Sobre alguns Cestódeos parasitos de roedores do Brasil (Cestoda, Cyclophyllidea). Memórias do. Instituto Oswaldo Cruz. 65: 1-18.

Reis, N.R.; Peracchil, A. L., Pedro, W.A.; Lima, I. P., 2011. Mamíferos do Brasil. Londrina, Paraná: Editora UEL, 2 ed. 439p.

Ribeiro M.C., Metzger, J.P., Martens, A.C., Pinzon, F.J. and HI Rota, M.M., 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications form conservation. Biological Conservation 142:1141-1153.

Ricketts TH.. 2001. The Matrix Matters: Effective Isolation in Fragmented Landscapes. The american naturalist, 158(1).

Robles, M.R. 2011. New species of *Trichuris* (Nematoda: Trichuridae) from *Akodon montensis* Thomas, 1913 of the Paranaense forest in Argentina, Journal of Parasitology. 97: 319-327.

Robles, M.R., Cutillas C., Panei, C.J. & Callejón, R..2014. Morphological and molecular characterization of a new *Trichuris* species (Nematoda-

Trichuridae), and phylogenetic relationships of *Trichuris* species of Cricetid Rodents from Argentina. Plos One.

Sbalqueiro, I.J. & Nascimento, A.P.. 1996. Occurrence of *Akodon cursor* (Rodentia, Cricetidae) with 14, 15 and 16 chromosome cytotypes in the same geographic area in Southern Brazil. Brazilian Journal of Genetics 19(4):565-569.

Simões, R.O., 2009. Biodiversidadedos helmintos parasitos dos roedores simpátrico, *Oligoryzomys nigripes* e *Akodon* spp. (RODENTIA: SIGMODONTINAE), na Mata Atlântica, Teresópolis, RJ, Brasil. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Instituto de Veterinária.

Simões, R. O., Gentile, R., Rademaker, V.; Herrera, H., Freitas, T., Lanfredi, R., Maldonado Jr., A., 2010. Variation in the helminth community structure of *Thrichomys pachyurus* (Rodentia: Echimyidae) in two sub-regions of the Brazilian Pantanal: the effects of land use and seasonality. Journal of Helminthology, v. 84, p. 266-275.

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. Journal. of Helminthology 85: 171-178.

Simões, R.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 Australis, 21, 88-92.

Singleton, G. R. & Krebs, C. J., 2007. The secret world of wild mice. In The Mouse in Biomedical Research. Volume 1: History, Wild Mice, and Genetics (ed. Fox J. G., Barthold, S. W., Davisson, M. T., Newcomer, C. E., Quimby, F. W. & Smith, A. L.). 25-51.

- Soulsby, E.J.L., 1982. Helminths, arthropods and protozoa of domesticated animals, 7th ed. ed. London, UK.
- Sousa, R.L., Moreli, M.L., Borges, A.A., Campos, G.M., Livonesi, M.C., Figueiredo, L.T., Pinto, A.A., 2008. Natural host relationships and genetic diversity of rodent-associated hantaviruses in southeastern Brazil. *Intervirology*. 51(4):299-310.
- Thomas, F., Bonsall, M.B., Dobson, A.P., 2005. Parasitism, biodiversity and conservation. In: *Parasitism and Ecosystems*. THOMAS, F.; RENAUD, F.; GUÉGAN, J.F. Oxford University Press, New York. 124-139.
- Thomas, F., Guégan, J, F., Renaud, F., 2009. *Ecology and Evolution of Parasitism*, Oxford Press, New York. U.S.A., 224p.
- 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.
- Travassos, L., 1937. Revisão da família Trichostrongylidae Leiper 1912. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*.
- Umetsu F, Paul Metzger J & Pardini R., 2008. Importance of estimating matrix quality for modeling species distribution in complex tropical landscapes: a test with Atlantic forest small mammals. *Ecography*, 31(3), 359-370.
- Vandermeer J, Carvajal C. 2001. Metapopulation dynamics and the quality of the matrix. *American Naturalis* 158:211–220.
- Vicente, J.J., Rodrigues, H.O., Gomes, D.C., Pinto, R.M., 1997. Nematoides do Brasil. Parte V: Nematóides de Mamíferos. *Revista Brasileira de Zoologia* 14: 1-452.
- Vieira, C.M. & Pessoa, S.V.A. 2001. Estrutura e composição florística do estrato herbáceo-subarbustivo de um pasto abandonado na Reserva

Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, RJ. *Rodriguésia* 52(80): 17-29.

Vieira, E.M. 1999. Small mammal communities and fire in the Brazilian Cerrado. *Journal of Zoology* 249:75-81.

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.

Wanless, R. M., Angel, A., Cuthbert, R. J., Hilton, G. M. & Ryan, P. G., 2007. Can predation by invasive mice drive seabird extinctions? *Biology Letters* 3, 241-244.

Witmer G. W., Boyd, F. & Hillis-Starr, Z., 2007. The successful eradication of introduced roof rats (*Rattus rattus*) from Buck island using diphacinone, followed by an irruption of house mice (*Mus musculus*). *Wildlife Research* 34, 108-115pp.

Witmer, G. & Jojola, S., 2006. What's up with house mice? – a review. *Proceedings of the Vertebrate Pest Conference* 22, 124-130.

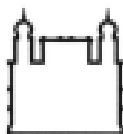
Yeates, G.W., Ferris, H., Moens, T., Van der Putten, W. H. 2009. The role of nematodes in ecosystems. In: Wilson, M. J.; Kakouli-Duarte, T. (Eds.) *Nematodes as environmental indicators*. 1-44.

Yamaguti, F., 1961. *Sistema helminthum*. v. 3. The Nematodes of Vertebrates. New York, Interscience Publishing, Inc. 261p.

Yonenaga, Y. 1975. Karyotypes and chromosome polymorphism in Brazilian rodents. *Caryologia* 28: 269-286.

9. ANEXOS

ANEXO A- Licença da Comissão de Ética no Uso de Animais (LW-39/14).



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

Vice-presidência de Pesquisa e
Laboratórios de Referência



Comissão de Ética
no Uso de Animais

LICENÇA

LW-39/14

Certificamos que o protocolo (P-70/13.2), intitulado "ESTUDOS TAXONÔMICOS E ECO-EPIDEMIOLÓGICOS SOBRE PEQUENOS MAMÍFEROS SILVESTRES NÃO VOADORES DO BRASIL", sob a responsabilidade de PAULO SERGIO D'ANDREA atende ao disposto na Lei 11794/08, que dispõe sobre o uso científico no uso de animais, inclusive, aos princípios da Sociedade Brasileira de Ciência em Animais de Laboratório (SBCAL). A referida licença não exime a observância das Leis e demais exigências legais na vasta legislação nacional.

Esta licença tem validade até 19/05/2018 e inclui o uso total de:

Marsupialia

- 1000 machos;
- 1000 fêmeas.

Rodentia

- 1000 machos;
- 1000 fêmeas

Rio de Janeiro, 19 de maio de 2014.

Octavio Augusto França Presgrave
Coordenador da CEUA/FIOCRUZ

Octavio A. F. Presgrave
Coordenador
CEUA/FIOCRUZ
SIAPE: 04628550

ANEXO B- Licença Permanente para Coleta de Material Zoológico (13373-1).



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Licença permanente para coleta de material zoológico

| | | |
|--|-----------------------------|-----------------------------------|
| Número: 13373-1 | | Data da Emissão: 18/11/2007 17:02 |
| Dados do titular | | |
| Registro no Ibama: 608054 | Nome: PAULO SÉRGIO DIANDREA | CPF: 662.630.168-02 |
| Nome da Instituição: FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ | | CNPJ: 33.781.055/0001-35 |

Observações, ressalvas e condicionantes

| | |
|----|--|
| 1 | A participação do(a) pesquisador(a) estrangeiro(a) nas atividades previstas nesta autorização depende de autorização expedida pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (CNPq/MCT). |
| 2 | A licença permanente não é válida para: a) coleta ou transporte de espécies que constem nas listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção; b) manutenção de espécimes de fauna silvestre em cativeiro; c) recebimento ou envio de material biológico ao exterior; e d) realização de pesquisa em unidade de conservação federal ou em caverna. A restrição prevista no item d) não se aplica às categorias Reserva Particular do Patrimônio Natural, Área de Relevante Interesse Ecológico e Área de Proteção Ambiental constituídas por terras privadas. |
| 3 | O pesquisador titular da licença permanente, quando acompanhado, deverá registrar a expedição de campo no Sisbio e informar o nome e CPF dos membros da sua equipe, bem como dados da expedição, que constarão no comprovante de registro de expedição para eventual apresentação à fiscalização. |
| 4 | Esta licença permanente não exclui o seu titular da necessidade de obter as anulações previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade. |
| 5 | Esta licença permanente não poderá ser utilizada para fins comerciais, industriais, esportivas ou para realização de atividades inerentes ao processo de licenciamento ambiental de empreendimentos. |
| 6 | Esta autorização NÃO exclui o pesquisador titular da necessidade de atender ao disposto na Instrução Normativa Ibama nº 27/2005, que regulamenta o Sistema Nacional de Aranhamento de Áreas Silvestres. |
| 7 | O pesquisador titular da licença permanente será responsável pelas atos dos membros da equipe (quando for o caso). |
| 8 | O órgão gestor de unidade de conservação estadual, distrital ou municipal poderá, a despeito de licença permanente e das autorizações concedidas pelo Ibama, estabelecer outras condições para a realização de pesquisa nessas unidades de conservação. |
| 9 | O titular de licença ou autorização e os membros de sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condições <i>in situ</i> . |
| 10 | O titular da licença permanente deverá apresentar, anualmente, relatório de atividades a ser arquivado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias após o aniversário de emissão da licença permanente. |
| 11 | O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando de violação de legislação vigente, ou quando de inadequação, omissão ou falta descrição de informações relevantes que subsidiarem a expedição de ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo Ibama e o material biológico coletado apreendido nos termos da legislação brasileira em vigor. |
| 12 | A licença permanente será válida enquanto durar o vínculo empregatício do pesquisador com a instituição científica a qual ele estava vinculado por ocasião da solicitação. |
| 13 | Este documento não dispensa a obtenção de autorização de acesso ao componente do patrimônio genético ou ao conhecimento tradicional associado nos termos da legislação vigente. |
| 14 | As atividades contempladas nesta autorização NÃO abrangem espécies brasileiras constantes de listas oficiais (de abrangência nacional, estadual ou municipal) de espécies ameaçadas de extinção, sobreesploradas ou ameaçadas de sobreesploração. |

Taxons autorizados

| # | Nível taxonômico | Taxon(s) |
|---|------------------|---------------------------|
| 1 | ORDEN | Rodentia, Didelphimorphia |
| 2 | | |

Destino do material biológico coletado

| # | Nome local destino | Tipo Destino |
|---|-----------------------|--------------|
| 1 | Museu Nacional (MNRJ) | coleta |

Este documento (Licença permanente para coleta de material zoológico) foi expedido com base na Instrução Normativa Ibama nº154/2007. . Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Ibama/Sisbio na internet (www.ibama.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 91827146



Página 1/2



Licença permanente para coleta de material zoológico

| | |
|-----------------|-----------------------------------|
| Número: 13373-1 | Data da Emissão: 18/11/2007 17:02 |
|-----------------|-----------------------------------|

Dados do titular

| | | |
|---|-----------------------------|--------------------------|
| Registro no Ibama: 808054 | Nome: PAULO SÉRGIO D'ANDREA | CPF: 062.830.108-02 |
| Nome da Instituição : FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ | | CNPJ: 33.781.055/0001-35 |

Anexo para registrar Coletas Imprevistas de Material Biológico

De acordo com a Instrução Normativa Ibama nº154/2007, a coleta imprevista de material biológico ou de substrato não contemplado na autorização ou na licença permanente deverá ser anotada na mesma, em campo específico, por ocasião da coleta, devendo esta ser comunicada ao Ibama por meio do relatório de atividades. O transporte do material biológico ou do substrato deverá ser acompanhado da autorização ou da licença permanente com a devida anotação. O material biológico coletado de forma imprevista, deverá ser destinado à Instituição científica, preferencialmente depositado em coleção biológica científica registrada no Cadastro Nacional de Coleções Biológicas (CCBIO).

| Nível | Taxon* | Qtd. | Amostra | Qtd. | Data |
|-------|--------|------|---------|------|------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

* Identificar o espécime no nível taxonômico mais específico possível.

Este documento (Licença permanente para coleta de material zoológico) foi expedido com base na Instrução Normativa Ibama nº154/2007. . Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Ibama/Sisbio na Internet (www.ibama.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 91827146



Página 2/2

ANEXO C – Levantamento bibliográfico das espécies de helmintos por espécie de hospedeiro roedor *Akodon cursor*, *Necromys lasiurus* e *Mus musculus*.

| Helmintos | <i>Akodon cursor</i> | <i>Necromys lasiurus</i> | <i>Mus musculus</i> |
|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|
| Filo Acanthocephala | | | |
| <i>Moniliformis sp</i> | Presente estudo | Costa <i>et al.</i> , 2019 | |
| Filo Platyhelminthes | | | |
| Classe Cestoda | | | |
| <i>Catenotaenia pusilla</i> | | | Tattersall <i>et al.</i> , 1994; Concetta <i>et al.</i> , 2003 |
| <i>Cysticercus fasciolaris</i> | | Costa <i>et al.</i> , 2019 | Pereira 2009, 14 Ruscoe & Murphy 2005; |
| <i>Echinococcus multilocularis</i> | | | Tattersall <i>et al.</i> , 1994 |
| <i>Hymenolepis diminuta</i> | | | Pereira 2009; Guimarães <i>et al.</i> , 2014 |
| <i>Hymenolepis sp</i> | | Grossmann 2015 | |

| | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|--|---|
| <i>Raillientina sp</i> | | | Tattersall <i>et al.</i> , 1994) |
| <i>Rodentolepis akodontis</i> | Simões <i>et al.</i> , 2011 | Costa <i>et al.</i> , 2019; Presente estudo | |
| <i>Rodentolepis diminuta</i> | | | Mackerras 1958; Tattersall <i>et al.</i> , 1994; Concetta <i>et al.</i> , 2003; Pisanu <i>et al.</i> , 2003 |
| <i>Rodentolepis nana</i> | | | Pereira 2009 |
| <i>Taenia sp.</i> | | Grossmann 2015 | |
| Classe Trematoda | | | |
| <i>Brachylaima cribbi</i> | | | Cribb 1990; |
| <i>Brachylaima spp</i> | | | Concetta <i>et al.</i> , 2003; |

Canaania obesa Simões *et al.* 2011

Echinostoma indoense

Tattersall *et al.*,
1994;

Fasciola hepática

Tattersall *et al.*,
1994; Concetta *et al.*, 2003;

Zonorchis sp

Concetta *et al.*,
2003;

Filo Nematoda

Angyostrongylus lenzi

Simões *et al.*

Aonchotheca annulosa

Pereira 2009;
Singleton *et al.*,
2003.

Aspiculuris tetraptera

Guimarães *et al.*,
2014; Mackerras
1958; Singleton
1985;

| | |
|------------------------------------|--|
| <i>Calodium hepaticum</i> | Pereira 2009;Singleton 1985; |
| <i>Eucoleus bacillatus</i> | Concetta <i>et al.</i> , 2003; |
| <i>Eucoleus gastricus</i> | Pereira 2009 |
| <i>Gallegostrongylus australis</i> | Spratt <i>et al.</i> , 2001; |
| <i>Gallegostrongylus ibicensis</i> | Concetta <i>et al.</i> , 2003; |
| <i>Gongylonema aegypti</i> | Tattersall <i>et al.</i> , 1994; |
| <i>Gongylonema musculi</i> | Tattersall <i>et al.</i> , 1994; Concetta <i>et al.</i> , 2003; |
| <i>Gongylonema neoplasticum</i> | Tattersall <i>et al.</i> , 1994; Pereira 2009 |

| | | |
|----------------------------------|-------------------------------|--|
| <i>Guerrerostrongylus zetta</i> | Simões <i>et al.</i> | |
| <i>Hassalstrongylus epsilon</i> | Gomes <i>et al.</i> , 2003 | |
| <i>Hassalstrongylus zeta</i> | Gomes <i>et al.</i> , 2003 | |
| <i>Heligmosomoides polygyrus</i> | | Tattersall <i>et al.</i> , 1994; |
| <i>Heterakis spumosa</i> | | Mackerras 1958; Pereira 2009 |
| <i>Litomosoides silvai</i> | Simões <i>et al.</i> | |
| <i>Mastophorus muris</i> | | Concetta <i>et al.</i> , 2003; Pisanu <i>et al.</i> , 2003; Pereira 2009 |
| <i>Muspicea borreli</i> | | Singleton 1987; |

| | | | |
|---|--|--|---------------------------------|
| <i>Nippostrongylus brasiliensis</i> | | | Singleton 1987; Pereira 2009 |
| <i>Physaloptera getula</i> | | | Ruscoe & Murphy 2005; |
| <i>Physaloptera sp</i> | | Costa <i>et al.</i> , 2019 | |
| <i>Protospirura muris</i> | | | Whitaker 1970; |
| <i>Protospirura numidica criceticola</i> | Presente estudo | Quentin <i>et. al.</i> , 1968b; Grossmann 2015; Costa <i>et al.</i> , 2019; Presente estudo | Presente estudo |
| <i>Pterygodermatites (Paucipectines) zygodontomis</i> | Presente estudo | Quentin 1967, Grossmann 2015 ; Costa <i>et al.</i> , 2019; Presente estudo. | Presente estudo |
| <i>Pterygodermatites sp. nova</i> | | Grossmann 2015 | |
| <i>Stilestrongylus aculeata</i> | Simões <i>et al.</i> 2011; Presente estudo | | |

| | | | |
|-----------------------------------|--|---|------------------|
| <i>Stilestrongylus eta</i> | Simões <i>et al.</i> 2011; Presente estudo | | |
| <i>Stilestrongylus freitasi</i> | Presente estudo | Durette-Desset 1968, Grossmann 2015; Costa <i>et al.</i> , 2019; Presente estudo. | Presente estudo |
| <i>Stilestrongylus lanfrediae</i> | Simões <i>et al.</i> 2011 | | |
| <i>Stilestrongylus stilesi</i> | | Grossmann 2015 | |
| <i>Syphacia (Syphacia) alata</i> | Presente estudo | Quentin 1968a, Grossmann 2015 ; Costa <i>et al.</i> , 2019; Presente estudo | Grossmann, 2015 |
| <i>Syphacia carlitosi</i> | Simões <i>et al.</i> 2011 | | |
| <i>Syphacia criceti</i> | | Grossmann, 2015 | Grossmann , 2015 |

Sypahia venteli

Grossmann 2015

Syphacia obvelata

Gomes *et al.*,
2003;

Pereira 2009;
Guimarães *et al.*,
2014; Ruscoe &
Murphy 2005;
Grossmann 2015

Syphacia stoma

Tattersall *et al.*,
1994;

Trichuris muris

Concetta *et al.*,
2003; Pereira 2009

Trichuris navonae

Presente estudo

Costa *et. al.*, 2019;
Presente estudo.
