

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

MARIUCIY MENEZES DE ARRUDA GOMES

**Estrutura das comunidades de  
artrópodos ectoparasitos em  
pequenos mamíferos na Ilha Mutum,  
Porto Rico, Paraná**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO PROGRAMA  
DE PÓS GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E  
CONSERVAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO  
DE MESTRE EM ECOLOGIA.

ORIENTADOR: PROF. Dr. GUSTAVO GRACIOLLI

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero mostrar toda minha gratidão ao Prof. Dr. Gustavo Graciolli pela convivência nesses dois anos, pelo apoio em todas as etapas do desenvolvimento deste trabalho e pela incansável paciência em todos os momentos de dúvidas e incertezas pelos quais passei.

Aos meus pais, seu Tanaca, dona Jussara, minha irmã linda e meus sobrinhos “terroríficos” por fazerem minha vida mais leve e cheia de alegria a cada contato.

Ao amigo Vitor Sanches por me incluir em seu trabalho, quando pela terceira vez meus planos iam por água abaixo, e por me apresentar a Ilha Mutum, lugar lindo, cheio de barulhos e vultos misteriosos. E a todos os amigos da turma de mestrado: Luiz Gustavo Rodrigues, Pâmela Antunes, Bianca Zorzi, Nathália Machado, Paulo Landgref, Graziela Porfírio, Liliana Piatti, Alessandro Pacheco e Elaine Pinto.

Aos amigos que foram conosco a campo, se sujaram, molharam, aguentaram pernilongos, carrapatos, 80 quilos de armadilhas por vários quilômetros. Em ordem cronológica: os mestrandos Silvia Roberta e Eurico e os graduandos Cíntia Ribas, Letícia Bavuti (Tiça Imundiça), Tatiane Luppi, Augusto, Gabriel Guizzi, Victor, Denizar, Rodrigo, Renato (um dia vocês também terão estagiários) e em especial ao Daniel por ter me substituído com tamanha destreza.

Aos sócios do clube de pesca Rio Baía por permitirem nossa estadia em sua casa, obrigada pelo apoio, pelos peixes, pelos causos e pela paciência.

Aos amigos do laboratório de Ecologia que me acompanharam de maneira tão agradável durante a fase de triagem e identificação de material: Tatiane Lima, Tiça e Eder, o tereré de vocês só me deu alegrias!

Um especial agradecimento aos professores Dr. Nilton Cáceres (UFSM) e aos mestrando Pâmela Castro Antunes e Luiz Gustavo Santos pela identificação dos roedores, doutoranda Janaína Casella (UFMS) pela identificação das cuícas, mestrando Vitor Sanches pela identificação dos gambás, ao Dr. Don Gettinger e Dra. Fernanda Martins-Hatano (UFRA) pelo apoio e identificação dos ácaros, ao mestrando Thiago Martins (USP) pela identificação das ninfas de carrapato, ao professor Dr. Fernando Paiva (UFMS) pela ajuda com a identificação dos carrapatos.

Aos professores do PPGEC que de alguma forma colaboraram para minha formação acadêmica e amadurecimento profissional, em especial ao Dr. Nilton Cáceres que me orientou na monografia, ao Dr. Eric Fisher e Dra. Andrea Cardoso Araújo que foram as primeiras referências em Ecologia na minha carreira acadêmica.

Ao professor e amigo Dr. Josué Raizer por ter cedido várias horas preciosas de seu final de semana para me ajudar com as análises multivariadas, sem a qual este trabalho não seria concluído, pela revisão do manuscrito e pelo peixe.

Às amigas Nayara Carvalho e Lenir, por toda parceria nos momentos de stress!

Ao casal Tatiane Lima e Rogério Rodrigues pela amizade e apoio desde os tempos da graduação.

As amigas da graduação do ex- quarteto *Trogloditas Escalafoféticas Ruspiosas*, que hoje conta com mais dois integrantes, Lucas Barros e Pedro Mariano Moro, além dos respectivos esposos, noivos, namorados e afins...  
Amo vocês meninas!

Aos amigos de toda hora e todo lugar, seja em casa ou no bar, em especial Dayana Santos e Erica Perdomo.

A minha avó, Dona Dolores Gomes (Lolica) pelo apoio e por ter cedido sua residência, quando no desespero do final de duas obras (dissertação e reforma de casa), me acolheu com tanto carinho.

Ao meu amado esposo Miguel Moro por todo o carinho, otimismo e compreensão em meus momentos de ansiedade. E ao meu filhote Pedro Mariano por todo o carinho.

*Ao meu filho Pedro Mariano, que carrega tudo que  
há de belo e puro neste mundo.*

*Ao Miguel, por saber que o caminho se faz ao  
caminhar.*

*Aos meus pais, pelos valores..*

## ÍNDICE

<u>ABSTRACT</u> .....	7
<u>RESUMO</u> .....	8
<u>1. INTRODUÇÃO</u> .....	9
<u>CARACTERIZAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE ECTOPARASITOS E HOSPEDEIROS</u> .....	10
PRINCIPAIS FAMÍLIAS DE ECTOPARASITOS BRASILEIROS.....	11
OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO.....	13
REFERÊNCIAS.....	13
<u>ARTIGO 1. INFRA-POPULAÇÕES DE ARTRÓPODOS ECTOPARASITOS DE PEQUENOS MAMÍFEROS DA ILHA MUTUM, PARANÁ</u> .....	21
RESUMO.....	23
INTRODUCÃO .....	24
MATERIAL E MÉTODOS .....	25
RESULTADOS .....	28
DISCUSSÃO .....	30
REFERÊNCIAS.....	33
<u>ARTIGO 2. INFRACOMUNIDADES DE ARTRÓPODOS ECTOPARASITOS SOBRE <i>OECOMYS BICOLOR</i> TOMES (RODENTIA: CRICETIDAE): COMPETIÇÃO E INFLUÊNCIA DO HOSPEDEIRO</u> .....	46
RESUMO.....	48
INTRODUCÃO .....	49
MATERIAL E MÉTODOS .....	51
RESULTADOS .....	54
DISCUSSÃO .....	56
REFERÊNCIAS.....	58

## ABSTRACT:

The understanding of the relationship between ectoparasites and small mammals has increased in the last decades, since these organisms are able to provide fast answers on patterns of community because of the large number of replications achieved by host trapping. In this work, we report information on the relationships between host populations of a river island of the Paraná River (Mutum Island). In six months of collection, 324 hosts were collected: *Oecomys bicolor* (n=236), *Didelphis albiventris* (n=36) e *Gracilinanus agilis* (n= 52), housing 5,981 ectoparasites belonging to seventeen species of mites and one species of flea. We tested three questions: 1. Does the sex of the host influences the composition of communities of ectoparasites of small mammals? For this purpose, we used levels of prevalence, mean intensity and mean abundance of infestation and found that sex did not influence the structure of communities of ectoparasites. 2. Is the community of ectoparasites on *O. bicolor* structured? By null models, we found that structured and the species of ectoparasites have aggregated distribution. 3. Do morphometric characteristics and / or the sex of hosts explains the abundance of ectoparasites? We found that this is not the case. We concluded that relationships between the species of ectoparasites (intra and inter-specific competition) are the main determinants of ectoparasite community structure, and that host characteristics are of little influence.

## RESUMO

O entendimento das relações entre ectoparasitos e pequenos mamíferos tem aumentado nas últimas décadas, uma vez que esses organismos são capazes de fornecer respostas rápidas sobre padrões de comunidade, devido ao grande número de replicações conseguidas com as capturas de hospedeiros. Neste estudo, reportamos informações sobre estas relações entre populações de hospedeiros de uma ilha fluvial do rio Paraná (Ilha Mutum). Em seis meses de coleta, capturamos 324 hospedeiros: *Oecomys bicolor* (n=236), *Didelphis albiventris* (n=36) e *Gracilinanus agilis* (n= 52) que abrigaram 5981 ectoparasitos pertencentes a dezessete morfoespécies de ácaros e uma espécie de pulga. Testamos três perguntas: 1. O sexo do hospedeiro influencia a composição das comunidades de ectoparasitos de pequenos mamíferos? Para isso, utilizamos índices de prevalência, intensidade média e abundância média de infestação e verificamos que o sexo não influenciou a estruturação das comunidades de ectoparasitos. 2. A comunidade de ectoparasitos sobre *O. bicolor* é estruturada? Através de modelos nulos, pudemos verificar que existe estrutura e que as espécies de ectoparasitos têm distribuição agregada. 3. Características morfométricas e / ou o sexo dos hospedeiros explicam a abundância dos ectoparasitos? Verificamos que isso não ocorreu. Concluímos, portanto, que relações entre as espécies de ectoparasitos (competição intra e interespecífica) são as principais determinantes da estruturação da comunidade de ectoparasitos e que características dos hospedeiros têm pouca influência.

## **1. INTRODUÇÃO.**

## Caracterização da relação entre ectoparasitos e hospedeiros.

Ectoparasitos são organismos que vivem parte ou toda a vida associados ao habitat criado pela pele e anexos do corpo de um indivíduo de espécie diferente, chamado de hospedeiro, obtendo nele seu recurso alimentar, que pode ser sangue, restos e secreções da pele, além de fezes (Marshall 1981). Eles apresentam distribuição agregada, na qual, uma grande parcela dos ectoparasitos fica concentrada sobre poucos hospedeiros enquanto outros hospedeiros podem apresentar poucos ou nenhum ectoparasito, representando sítios vazios (Ròzsa et al. 2000, Krasnov et al. 2006). Dessa forma, em determinados níveis de infestação, os ectoparasitos podem atuar como reguladores das populações hospedeiras, por afetarem a capacidade competitiva, a longevidade e o comportamento de seus hospedeiros (Stanko et al. 2002, Hatcher et al. 2006).

Eles se enquadram bem nos modelos de meta-população e meta-comunidade, uma vez que eventos de colonização e re-colonização a partir de uma população central ou “fonte” são importantes para a manutenção da diversidade local (Estrada -Peña 2004, Gaff & Gross 2007). O nível de isolamento do hospedeiro é um dos principais responsáveis pela riqueza e diversidade de espécies das comunidades de ectoparasitos (Stanko et al. 2002, Estrada -Peña 2004, Gaff & Gross 2007), de maneira que quanto maior a distância entre populações hospedeiras seja geográfica ou filogenética, menor a similaridade na composição das comunidades de ectoparasitos (Krasnov et al. 2005, Vinarski et al. 2007).

Diferentes escalas podem ser utilizadas no estudo de comunidades de ectoparasitos: a comunidade sobre um hospedeiro, chamada de infra-comunidade, a comunidade sobre a população hospedeira, ou comunidade componente, e, ainda, todos os ectoparasitos presentes no ambiente, incluindo suas formas em fase de vida-livre, compondo uma supra-comunidade (Bush et al. 1997). A maioria dos trabalhos foca na composição das infra-comunidades de ectoparasitos, uma vez que amostrar todos os representantes de uma

população hospedeira de um local é uma tarefa pouco exequível (Dove & Cribb 2006).

Os hospedeiros mais estudados para artrópodes ectoparasitos são aves e mamíferos, especialmente roedores, uma vez que apresentam uma série de características que favorecem a coexistência, tal como homeotermia, nidificação e agrupamento social (Marshall 1981). Esses artrópodes pertencem às classes Insecta (Diptera, Coleoptera, Siphonaptera e Phthiraptera) e Arachnida (Acari: Gamasida, Ixodida) (Kim 1985, Linardi & Guimarães 2000, Linardi 2006). Eles podem ser classificados, de acordo com o tempo gasto sobre o hospedeiro, como: 1) temporário ou intermitente - aqueles que se alimentam do hospedeiro apenas por um período limitado de tempo, e são livres a maior parte do ciclo de vida (Ixodidae: Acarina); 2) de ninho - que são coletados com maior freqüência no habitat do hospedeiro do que sobre ele (Argasidae: Acarina e Siphonaptera); e 3) permanentes - que vivem todo seu ciclo de vida sobre o hospedeiro (Phthiraptera) (Nelson et al. 1975, Marshall 1981; Kim 1985; Bossi et al. 2002, Nava et al. 2003; Nieri-Bastos et al. 2004).

Nesta breve revisão forneço as principais características das famílias de ectoparasitos encontrados sobre pequenos mamíferos brasileiros.

## PRINCIPAIS FAMÍLIAS DE ECTOPARASITOS BRASILEIROS

Ácaros compõem o principal grupo de ectoparasitos presentes na pelagem de pequenos mamíferos encontrados no Brasil (Gettinger 1987, 1992, Bossi et al. 2002, Nieri-Bastos et al. 2004), provavelmente devido às diversas estratégias assumidas por esses organismos e também aos seus ciclos de vida complexos que, em alguns casos exigem várias ocasiões de hematofagia para o completo desenvolvimento em adulto (Krantz 1971). Dentro desse grupo, representantes das famílias Laelapidae (Gamasida/Mesostigmata) e Ixodidae (Ixodida/Metastigmata) correspondem a importantes parcelas das comunidades de ectoparasitos, seguidas por indivíduos das famílias Macronyssidae e Argasidae (Bittencourt & Rocha 2003, Gomes et al. dados não publicados).

Os ácaros da família Laelapidae (Acari: Mesostigmata) são nidícolas e é comum encontrar apenas fêmeas sobre o corpo de hospedeiros capturados,

sendo machos e estágios imaturos bastante raros, ficando restritos aos ninhos dos hospedeiros (Martins-Hatano et al. 2002). Acredita-se que as fêmeas utilizem o hospedeiro para foresia uma vez que sua capacidade de deslocamento é bastante reduzida, o que favorece a ocorrência de especificidade (Wenzel & Tipton 1966, Martins-Hatano et al 2002). Poulin et al. (2006) definiram especificidade como o número e a identidade de hospedeiros utilizada por uma população de ectoparasitos. Esse número pode variar de um táxon a muitos, o que corresponde a especificidade e generalização total. O desenvolvimento de especificidade resulta de eventos de co-evolução, como co-adaptação e co-filogenia (Balashov 1984, Hugot 2006).

Ácaros Macropyssidae também demonstram comportamento nidícola (Dowling 2006). Os Ixodidae e Argasidae, por sua vez, apresentam comportamento generalista, utilizando diversos táxons como hospedeiros durante seus ciclos de vida (Guimarães et al. 2001).

Pulgas apresentam alta mobilidade, o que facilita o escape do corpo do hospedeiro quando este é capturado em armadilhas, ainda assim, representantes das famílias Rhopalopsyllidae,; Pulicidae, Hystrichopsyllidae e Stephanocircidae são encontrados sobre roedores e marsupiais brasileiros em ambientes de Cerrado, Mata Atlântica e de Araucárias (Linardi et al. 1984, Botelho & Linardi 1996, Barros-Battesti & Arzua 1997, Barros-Battesti et al. 1998, Guimarães et al. 2001, Bittencourt & Rocha 2003, Moraes et al. 2003).

Piolhos são, em geral, sub-amostrados em trabalhos de campo, pois permanecem fortemente presos ao pêlo de seus hospedeiros e a remoção por escovação é pouco eficiente (Price et al. 2003), entretanto, há registros de representantes das sub-ordens Anoplura e Amblycera no Cerrado e Mata Atlântica associados a roedores (Linardi et al. 1984, Botelho e Linardi 1996, Bittencourt & Rocha 2002, 2003).

Larvas de dípteros da sub-família Cuterebrinae (Oestridae) inseridas no tegumento de roedores e marsupiais foram registradas na Mata Atlântica, no Cerrado e no Pantanal (Bergallo 1991, Pujol-Luz et al. 2004, e observação pessoal). Besouros da sub-tribo Amblyopinina (Coleoptera, Staphylinidae), cujo papel como ectoparasito foi questionado por Ashe & Timm (1987), foram

encontrados sobre roedores na Mata Atlântica (Bergallo 1991, Bossi et al. 2002, Bittencourt & Rocha 2002, 2003).

## OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação teve os objetivos de:

1. Descrever as comunidades de ectoparasitos de pequenos mamíferos da ilha Mutum e testar se o sexo do hospedeiro influencia na ocorrência dos ectoparasitos (Artigo 1),
2. Verificar se as comunidades de ectoparasitos são estruturadas e se características físicas dos hospedeiros explicam essa estrutura (Artigo 2).

## REFERÊNCIAS

Ashe JS & Timm RM 1987. Probable mutualistic association between staphylinid beetle (*Amblyopus*) and their rodent host. Journal of Tropical Ecology 3: 177-181.

Balashov YS 1984. Interaction between blood-sucking arthropods and their hosts, and its influence on vector potential. Annual Review of Entomology 29 (1): 137-150.

Barros-Battesti DM & Arzua M 1997. Geographical distribution by biomes of some marsupial siphonaptera from the state of Paraná, Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 92: 485-486.

Barros-Battesti DM, Arzua M, Linardi PM, Botelho JR & Sbalqueiro IJ 1998.

Interrelationship between ectoparasites and wild rodents from Tijucas do Sul, state of Paraná, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 93: 719 – 725.

Bergallo HG 1991. Dinâmica populacional, área de vida, parasitismo e mutualismo de pequenos mamíferos da estação ecológica da Juréia, SP. Tese de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 138pp.

Bittencourt EB & Rocha CFD 2002. Spatial use of rodents (Rodentia: Mammalia) host body surface by ectoparasites. *Brazilian Journal of Biology* 62: 419-425.

Bittencourt EB & Rocha CFD 2003. Host-ectoparasite specificity in a small mammal community in an Area of Atlantic Rain Forest (Ilha Grande, State of Rio de Janeiro), Southeastern Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 98: 793–798.

Bossi DEP, Linhares AX & Bergallo HG 2002. Parasitic arthropods of some wild rodents from Juréia-Itatins ecological station, State of São Paulo, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 97: 959–963.

Botelho JR & Linardi PM 1996. Interrelações entre ectoparasitos e roedores em ambientes silvestre e urbano de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. Revista Brasileira de Entomologia 40: 425-430.

Bush AO, Lafferty KD, Lotz JM & Shstak AW 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. Journal of Parasitology 83: 575 – 583.

Dove ADM & Cribb TH 2006. Species accumulation curves and their applications in parasite ecology. Trends in Parasitology 22: 568-574.

Dowling APG 2006. Mesostigmatid mites as parasites of small mammals: systematics, ecology, and the evolution of parasitic associations. In Micromammals and macroparasites: from evolutionary ecology to management. Morand S, Krasnov BR & Poulin R (eds). Springer Press, Japan, p 103-117.

Estrada -Peña A. 2004. Effects of habitat suitability and landscape patterns on tick (Acarina) metapopulation processes. Landscape Ecology 20(1): 529-541.

Gaff HD & Gross LJ 2007. Modelling tick- borne disease: a metapopulation model. Bull Mathemat Biol (por extenso o nome do periódico!) 69: 265–288.

Gettinger D 1987. Host associations of *Gigantolaelaps* (Acari: Laelapidae) in the Cerrado province of Central Brazil. Journal of Medical Entomology 24 (5): 559–565.

Gettinger D. 1992. Host specificity of *Laelaps* (Acari: Laelapidae) in Central Brazil. Journal of Medical Entomology 29: 71-77.

Guimarães JH, Tucci EC & Barros-Battesti DM 2001. Ectoparasitos de importância médico-veterinária. Plêiade/Fapesp, São Paulo. 218 pp.

Hatcher MJ, Dick JTA & Dunn AM 2006. How parasites affect interaction between competitors and predators. Ecology Letters 9: 1253-1271.

Hugot JP 2006. Coevolution of macroparasites and their small mammalian hosts: cophylogeny and coadaptation. In Micromammals and macroparasites: from evolutionary ecology to management. Morand S, Krasnov BR & Poulin R. (eds) Springer Press, Japan, 647 pp.

Kim KC 1985. Coevolution of parasitic arthropods and mammals. Wiley-Interscience, New York. 800 pp.

Krantz GW 1971. Manual of acarology. OSU Bookstores, Oregon. 348 pp.

Krasnov BR, Mouillot D, Shenbrot GI, Khokhlova IS & Poulin R 2005.  
Abundance patterns and coexistence processes in communities of fleas parasitic on small mammals. *Ecography* 28: 453-464.

Krasnov BR, Stanko M & Morand S 2006. Are ectoparasite community structures? Species co-occurrence, temporal variation and null models. *Journal of Animal Ecology* 75: 1330 – 1339.

Linardi PM, Botelho JR, Neves, DP & Cunha HC 1984. Sobre alguns ectoparasitos de roedores silvestres de Belo Horizonte, MG. *Revista Brasileira de Biologia* 44: 215-219.

Linardi PM & Guimarães LR 2000. Sifonápteros do Brasil. Museu de Zoologia, USP/Fapesp, São Paulo, 291 pp.

Linardi PM 2006. Os ectoparasitos de marsupiais brasileiros. In: Cáceres NC & Monteiro-Filho ELA. Os marsupiais do Brasil: biologia, ecologia e evolução. Editora da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, p. 37–52.

Marshall AG 1981. The ecology of ectoparasitic insects. Academic Press, 459 pp.

Martins-Hatano F, Gettinger D & Bergallo HG 2002. Ecology and host specificity of Laelapine mites (Acari: Laelapidae) of small mammals in an Atlantic Forest area of Brazil. *Journal of Parasitology* 88: 36-40.

Moraes LB, Bossi DEP & Linhares AX 2003. Siphonaptera parasites of wild rodents and marsupials trapped in three mountain ranges of the Atlantic Forest in Southeastern Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 98: 1071-1076.

Nava S, Lareschi M & Voglino D 2003. Interrelationship between ectoparasites and wild rodents from northeastern Buenos Aires Province, Argentina. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 98: 45-49.

Nelson WA, Keirans JE, Bell JF & Clifford CM 1975. Host-ectoparasite relationships. *Journal of Medical Entomology* 12: 143-166.

Nieri-Bastos FA, Barros-Battesti D, Linardi PM, Amaku M, Marcili A, Favorito SE & Pinto-da-Rocha R 2004. Ectoparasites of wild rodents from Parque Estadual da Serra da Cantareira (Pedra Grande Nuclei), São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária* 13: 29-35.

Poulin R, Krasnov BR, Shenbrot GI, Mouillot D & Khokhlova IS 2006. Evolution of host specificity in fleas: it is directional and irreversible? *International Journal for Parasitology* 36: 185-191

Price RD, Hellenthal RA & PalmaALMA RL 2003. World checklist of chewing lice with host associations and keys to families and genera. In: Price RD, Hellenthal RA, Palma RL, Johnson KP & Clayton DH: The chewing lice: world checklist and biological overview. Illinois Natural History Survey Special Publication 501 pp.

Pujol-Luz JR, Mendonça AF & Henriques R 2004. Registro de *Gracilinanus agilis* (Marsupialia, Didelphidae) parasitado por *Metacuterebra apicalis* (Diptera, Cuterebridae) no Cerrado de Brasília, Distrito Federal, Brasil. Entomología y Vectores 11: 669-672.

Rózsa L, Reiczigel J & Majoros G 2000. Quantifying parasites in samples of hosts. Journal of Parasitology 86: 228-232.

Stanko M, Miklisova D, Gouy de Bellocq J & Morand S 2002. Mammal density and patterns of ectoparasite species richness and abundance. Oecologia 131: 289-295.

Wenzel RL & Tipton VJ 1966. Some relationships between mammal hosts and their ectoparasites. In: Ectoparasites of Panama (Wenzel R.L. & Tipton V.J. eds.). Field Museum of Natural History, Chicago, Illinois. 677-723.

Vinarski MV, Korallo NP, Krasnov BR, Shenbrot GI & Poulin R 2007. Decay of similarity of gamasid mite assemblages parasitic on Palearctic small mammals: geographic distance, host-species composition or environment. Journal of Biogeography 34: 1691-1700.

## **Artigo 1. Infra-populações de artrópodos ectoparasitos de pequenos mamíferos da Ilha Mutum, Paraná**

Título resumido: Ectoparasitos de pequenos mamíferos

Normas: Memórias do Instituto Oswaldo Cruz

**Infra-populações de artrópodos ectoparasitos de pequenos  
mamíferos da Ilha Mutum, Paraná**

Mariuciy M. A. Gomes & Gustavo Graciolli

Programa de Pós - Graduação em Ecologia e Conservação, Departamento de  
Biologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo  
Grande, MS, CP549 79070-900

Autor para correspondência: M. M. A. Gomes, email: [mariuciy@gmail.com](mailto:mariuciy@gmail.com)

**Resumo:** Com o intuito de descrever a comunidade de ectoparasitos de pequenos mamíferos da Ilha Mutum, Porto Rico (PR), e de verificar se o sexo do hospedeiro influencia na estruturação dessas comunidades, entre março e agosto do ano de 2008 examinamos 324 hospedeiros das espécies *Didelphis albiventris*, *Gracilinanus agilis* e *Oecomys bicolore* encontramos 5.981 artrópodos ectoparasitos pertencentes a 17 morfo-espécies de ácaros e uma espécie de pulga *Ctenocephalides felis* (Pulicidae). Os valores de prevalência total, intensidade média e abundância média total de infestação foram altos em *O. bicolore* e *D. albiventris*. Apenas cinco indivíduos da espécie *G. agilis* estavam parasitados. Comparações entre os valores totais de prevalência, intensidade média e abundância média das espécies de ectoparasitos mostraram diferenças significativas entre os sexos apenas na prevalência de *G. agilis*. Para *O. bicolore* e *D. albiventris* houve diferença na abundância média total e na intensidade média total. Análise dos índices de infestação das espécies de ectoparasitos, em separado, demonstrou que apenas três delas (Macronyssidae, *Gigantolaelaps* sp. 1 e *Androlaelaps* sp. 1) se distribuíram de maneira significativamente diferente entre os sexos de *O. bicolor*. Estes resultados possibilitaram verificar que o sexo não foi o principal fator estruturante das comunidades de ectoparasitos de pequenos mamíferos na localidade.

**Palavras - chave:** parasitismo, ácaros, ilha fluvial, roedor, marsupial, floresta estacional decidual.

A composição das comunidades de ectoparasitos é resultante da junção de características intrínsecas as espécies hospedeiras e das condições do ambiente onde vivem (Marshall 1981, Krasnov et al. 2005a). Uma vez que hospedeiros fornecem o habitat no qual os ectoparasitos vivem, então, entender os efeitos das características dos hospedeiros sobre a abundância e distribuição dos ectoparasitos pode fornecer subsídios para entender as forças seletivas que moldam esse complexo sistema simbiótico (Presley & Willig 2008).

O sexo do hospedeiro tem sido apontado como uma importante característica na estruturação das comunidades. Variações fisiológicas e comportamentais entre machos e fêmeas podem favorecer diferencialmente episódios de colonização e re-colonização por ectoparasitos (Zuk & MacKean 1996).

Em geral, mamíferos machos tendem a apresentar maiores índices de infestações que fêmeas devido a maiores áreas de vida e maior freqüência de deslocamento e de contato com outros indivíduos, seja devido a atividades competitivas, defesa de território ou atividades reprodutivas (Soliman et al. 2001, Moore & Wilson 2002) e também porque hormônios andrógenos podem deprimir a imunidade (Schalk & Forbes 1997). Entretanto, parasitismo baseado pelo sexo do hospedeiro ainda é pouco entendido, de maneira que alguns ectoparasitos podem apresentar maiores infestações em fêmeas (Krasnov et al. 2005b) ou então podem não ser influenciados por tal característica do hospedeiro (Bossi et al. 2002, Moura et al. 2003, Lareschi 2004).

A conectividade das populações hospedeiras favorece o intercâmbio de indivíduos e espécies de ectoparasitos (Krasnov et al. 2005c), assim populações fechadas, como as insulares, apresentam comunidades de ectoparasitos menos ricas do que populações abertas, devido ao fato de que a riqueza de espécies hospedeiras é menor e os indivíduos acabam atuando como ilhas dentro de ilhas (MacArthur & Wilson 1963, Vaughn & Taylor 2000, Magnanou & Morand 2006). Com base nestas informações, nossos objetivos foram verificar como as comunidades de ectoparasitos se distribuem sobre hospedeiros de populações relativamente isoladas e testar a hipótese de que o sexo do hospedeiro atua na estruturação das comunidades de ectoparasitos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo: A ilha Mutum ( $22^{\circ} 46' 20''$  S e  $53^{\circ} 16' 01''$  W) possui uma área de 1.050 ha e está localizada na APA (área de proteção ambiental) das ilhas e várzeas do rio Paraná, noroeste do estado do Paraná (município de Porto Rico), divisa com Mato Grosso do Sul (município de Taquarussu) (Figura 1). O clima é do tipo subtropical úmido com verão quente Cfa h (classificação de Köeppen), com índices pluviométricos anuais entre 1,200 e 1,300mm (Romagnolo & Souza 2000), temperaturas médias de  $22^{\circ}\text{C}$  e altitude de 250m. A vegetação é do tipo floresta estacional semi-decídua aluvial, composta por floresta primária alterada, mata ciliar, floresta secundária em vários estágios de sucessão florestal e campos alterados (Campos & Souza 1997).

Métodos de campo: Montamos uma grade com sete transectos paralelos, cada um com seis pontos de capturas eqüidistantes 80m, nos quais colocamos duas armadilhas de gatilho, uma no solo e uma a cerca de 2 m de altura, totalizando 84 armadilhas (Figura 1). De março a agosto de 2008, coletamos durante cinco noites consecutivas por mês, o que totalizou um esforço de captura de 2.520 armadilhas.

Utilizamos iscas mistas feitas com banana, pasta de amendoim, sardinha e óleo de fígado de bacalhau, que repusemos todos os dias pela manhã, durante a checagem das armadilhas. Deixamos as armadilhas abertas durante todo dia e noite na tentativa de maximizar as capturas e minimizar os efeitos de seleção de hospedeiros.

Cada animal capturado nas armadilhas foi identificado e transferido para um pote branco com tampa, contendo algodão embebido em éter, onde, após ficar entorpecido, era escovado para a remoção de ectoparasitos com uma escova de dente, exclusiva para cada espécie hospedeira, para minimizar eventuais contaminações (Martins-Hatano et al. 2002). Os ectoparasitos que caíam no pote eram transferidos com o auxílio de um pincel, para um tubo plástico contendo álcool etanol 70º GL e uma etiqueta com o número da captura. Eventuais ectoparasitos que permaneciam fixos a pele eram removidos com pinças e posteriormente era feita uma última checagem visual através de assopros por todo o pelo do animal. Uma minuciosa limpeza era realizada no pote e na escova ao término de cada escovação, utilizando-se álcool e pedaços de algodão que ficavam guardados em sacos individuais com o número da captura.

Após escovação, os mamíferos eram marcados com um código de furos nas orelhas (Monteiro-Filho & Abbe 1999), medidos, sexados, pesados e liberados no mesmo local da captura. O procedimento de marcação de orelhas possibilitou reconhecer animais recapturados, os dados de medidas corporais e massa não foram incluídos neste trabalho.

Em laboratório, verificamos os algodões das limpezas do pote e o conteúdo dos tubos sob estéreo-microscópio. Todos os ácaros encontrados foram contados e identificados até o menor nível taxonômico possível. Os que não foram identificados até o nível específico foram separados em morfo-tipos por família e morfo-espécies por gêneros (Krantz 1971, Furman 1972, Linardi & Guimarães 2000).

Análise de dados: Cada hospedeiro foi considerado uma unidade amostral e, portanto, excluímos as recapturas. Utilizamos os descritores populacionais de prevalência (porcentagem de hospedeiros parasitados na amostra), intensidade média de infestação (número médio de ectoparasitos de uma espécie sobre hospedeiros infestados com aquela espécie) e abundância média de infestação (média do número encontrado de ectoparasitos de uma espécie por hospedeiro examinado) por espécie de ectoparasito e total por hospedeiro (reunindo todas as espécies de ectoparasitos) (Bush et al. 1997). Esses valores foram calculados para cada espécie de hospedeiro e também, por sexo de hospedeiro, através do programa Quantitative Parasitology 3.0 (Ròzsa et al. 2000).

Para verificar possíveis diferenças nas prevalências entre os sexos dos hospedeiros utilizamos o teste exato de Fisher, por espécie de ectoparasito e

por infestação total – todos os ectoparasitos sobre o hospedeiro, independente da espécie. Para verificar possíveis diferenças entre as intensidades médias e abundâncias médias utilizamos teste t com Bootstrap (Ròsza et al. 2000).

## RESULTADOS

Capturamos 324 hospedeiros pertencentes a três espécies: os marsupiais (Didelphidae) *Didelphis albiventris* Lund (n=36) e *Gracilinanus agilis* Burmeister (n=52), e o roedor (Cricetidae) *Oecomys bicolor* Tomes (n=236) (Figura 2), que juntos portavam 5.981 ectoparasitos, separados em 17 morfo-espécies de ácaros (99,9%) - Ixodidae: ninfas de *Amblyomma colelebs* Neumann e larvas não identificadas; Laelapidae: dois morfo-tipos Laelapidae, cinco morfo-espécies de *Androlaelaps (Haemolaelaps)* Berlese, seis morfo-espécies de *Gigantolaelaps* Fonseca, *Gigantolaelaps canestrini* Fonseca; Macronyssidae: apenas um morfo-tipo; e uma espécie de Pulicidae (Siphonaptera)(0,07%): *Ctenocephalides felis* Bouché.

O sucesso de captura foi de 7,8 animais por noite, excluindo-se as recapturas. As abundâncias de cada espécie de ectoparasitos estão na Figura 3, e os valores das prevalências, intensidade média e abundância média de cada espécie de ectoparasitos por hospedeiro, nas tabelas I e II.

*Oecomys bicolor* apresentou a maior prevalência, abundância e intensidade média total ( $P = 99,6\%$ ,  $AM = 23,7$ ,  $IM = 23,8$ ), apenas um indivíduo capturado não estava parasitado. A espécie *G. canestrini*, correspondeu a 61,6% de todos os ectoparasitos coletados, foi a maior

intensidade média de infestação e a mais abundante. Cinco morfo-espécies se apresentaram de maneira rara: *Gigantolaelaps* sp. 5 e sp. 6, *Androlaelaps* sp.2, sp.4 e sp.5 com prevalências menores que 20%. Para essas espécies, com exceção de *Androlaelaps* sp. 2, não foi possível estabelecer os limites de confiança para intensidade média pois elas apareceram apenas uma vez sobre cada hospedeiro.

Não houve diferença significativa entre os sexos de *O. bicolor* nos valores de prevalência. Entretanto, a intensidade média e abundância média totais foram significativamente maiores entre os machos de *O. bicolor* ( $t = -3,052$ ,  $p < 0,01$ ;  $t = -3,052$ ,  $p < 0,01$ , respectivamente) (Tabela III). Quando considerados cada morfo-tipo e morfo-espécie de ectoparasito separadamente, foram encontradas diferenças entre os sexos de *O. bicolor* apenas para a prevalência de ácaros Macropyssidae ( $p = 0,02$ ) e *Androlaelaps* sp.1 ( $p = 0,01$ ), que em ambos foi maior entre machos. A intensidade média de *Gigantolaelaps* sp.1 ( $t = 2,663$ ,  $p < 0,01$ ) também diferiu significativamente entre os sexos, sendo maior nos machos de *O. bicolor*. A abundância média foi significativamente diferente entre os sexos para *Gigantolaelaps* sp.1 ( $t = 2,534$   $p = 0,01$ ) e *Androlaelaps* sp.1 ( $t = -2,441$   $p < 0,01$ ), que também foram mais abundantes em machos.

Os indivíduos de *D. albiventris* apresentaram alta prevalência de infestação total (88,9%). Os únicos ácaros encontrados nestes hospedeiros foram ninfas de *Amblyomma coelebs* em diversos estágios de ingurgitamento e larvas de Ixodidae, que não puderam ser identificadas devido à inexistência de uma chave para esse estágio do ciclo de vida e foram reunidas no grupo Larva

de Ixodidae (Barros-Battesti et al. 2001). Pulgas foram encontradas somente sobre dois indivíduos.

A prevalência de infestação total foi parecida para os sexos de *D. albiventris* ( $p = 1$ ), apenas a intensidade média diferiu significativamente ( $t = -2,519$ ,  $p = 0,04$ ) e foi bem maior nos machos ( $IM_{machos} = 18,5$ ,  $IM_{fêmeas} = 4,7$ ). Quando considerada cada espécie de ectoparasito separadamente, não foi observada diferença significativa entre os sexos (Tabela IV para detalhes).

*Gracilinanus agilis* apresentou a menor prevalência de infestação total ( $P = 7,7\%$ ), com apenas cinco indivíduos parasitados dos quais quatro eram fêmeas, por isso houve diferença estatisticamente significativa entre os sexos ( $p = 0,03$ ). Como cada espécie de ectoparasito apareceu infestando apenas um dos sexos, não foi possível calcular diferenças entre intensidades e abundâncias médias por espécie de ectoparasitos para machos e fêmeas (Tabela IV). As abundâncias de ectoparasitos por sexo de hospedeiros estão na Figura 4.

## DISCUSSÃO

Estudos brasileiros desenvolvidos em ambientes de floresta obtiveram maiores riquezas de espécies de roedores do que a que encontramos na ilha Mutum. Alguns desses trabalhos foram realizados em grades de capturas menores do que a que montamos (Bossi et al. 2002, Bittencourt & Rocha 2003, Nieri-Bastos et al. 2004). Como não amostramos ambientes adjacentes a ilha, não podemos afirmar se este padrão se repete nas margens do rio. Ainda assim, atribuímos esta baixa riqueza de roedores ao efeito do isolamento da

população, uma vez que os indivíduos de *O. bicolor* conseguiram dominar o ambiente local e isso merece ser investigado futuramente.

A alta prevalência total encontrada em *O. bicolor* é devida principalmente à espécie *G. canestrini*. Essa associação já foi encontrada em ambiente de Cerrado (obs. pessoal) em intensidade e abundância médias não tão elevadas. Altas prevalências de espécies de *Gigantolaelaps* sobre roedores ( $P > 50\%$ ), foram encontradas no Cerrado, na Mata Atlântica e na Amazônia (Gettinger 1987, Martins-Hatano et al. 2002, Gettinger et al. 2005).

Machos de *O. bicolor* apresentaram número maior de indivíduos de algumas espécies de ectoparasitos do que fêmeas. Isso corrobora parcialmente nossa hipótese da influência do sexo na abundância de ectoparasitos. Entretanto, não conseguimos estabelecer quais fatores são os principais determinantes destas abundâncias e intensidades médias totais.

Verificamos em campo que o tamanho da área de vida dos machos, para esta espécie hospedeira não diferiu do tamanho das fêmeas, pois apesar de termos excluídos os dados de recaptura das análises de dados, notamos que poucas vezes indivíduos ultrapassaram o limite de 80 m de distância que estabelecemos entre as armadilhas. Outros fatores, como o tamanho corporal, inibição da imunidade por hormônios androgênicos, poliginia, territorialidade ou algum fator relacionado à biologia dos *O. bicolor* pode ter atuado sobre a abundância de ectoparasitos que eles podem abrigar (Marshall 1981, Zuk & Mackean 1996, Schalk & Forbes 1997).

Ácaros Macropyssidae, assim como os Laelapidae, ficam partes do seu ciclo de vida nos ninhos dos hospedeiros. Os primeiros procuram os

hospedeiros apenas nos momentos de hematofagia (Dowling 2006) o que pode explicar sua baixa prevalência sobre o hospedeiro, mas não explica a maior prevalência sobre os machos.

Entre os espécimes amostrados de *D. albiventris* apenas dois abrigavam pulgas e isso pode ser devido a três motivos: 1) nossa falta de habilidade em capturar as pulgas, uma vez que notamos em campo que o tempo que elas levavam para ficar letárgicas pelo éter era muito maior que o de qualquer ácaro, 2) fuga do corpo dos hospedeiros durante o período em que ficavam nas armadilhas, 3) elas só utilizam *D. albiventris* como hospedeiro durante o inverno, uma vez que indivíduos recapturados nas coletas finais (mês de agosto) também apresentavam pulgas.

A ocorrência de ninfas e larvas de *Amblyomma* spp. está de acordo com Guimarães et al. (2001), que verificaram que o ciclo de vida das espécies de *Amblyomma* spp. é anual, e que as chances de encontrar indivíduos adultos é maior no final do ano.

A prevalência de ectoparasitos em *G. agilis* foi de 7,7%. Moraes et al. (2003) verificaram uma baixa infestação por pulgas para *G. agilis*. Além desse trabalho, apenas o registro de mísases no Cerrado (Pujol Luz et al. 2004) tem sido registrado para esta espécie hospedeira. O hábito arbóreo desses indivíduos deve favorecer esta baixa infestação,

Assim, os resultados deste estudo demonstraram que o sexo dos hospedeiros é importante para alguns grupos de ectoparasitos, mas que esse não é o principal fator que regula as comunidades de ectoparasitos. Características biológicas e comportamentais dos hospedeiros, análises de

seus ninhos, e também a ocorrência de relações de competição entre os ectoparasitos devem ser incluídas em trabalhos futuros para verificar se existe um padrão estruturado nas comunidades de ectoparasitos e o que determina esse padrão, uma vez que é sabido que ectoparasitos detêm mecanismos para selecionar e encontrar seus hospedeiros (Esberard et al. 2005).

#### AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro ao projeto, a CAPES pela bolsa de estudo, aos professores Dra. Fernanda Martins-Hatano e Dr. Don Gettinger pela identificação dos Laelapidae, ao mestrandos Thiago Martins pela identificação das ninfas do gênero *Amblyomma*, ao professor Dr. Nilton Cáceres pela confirmação da identificação de *O. bicolor*. Ao mestrandos Vitor Sanches pela identificação de *D. albiventris*. À doutoranda Janaína Casella pela identificação de *G. agilis*.

#### REFERÊNCIAS

Bittencourt EB & Rocha CFD 2003. Host-ectoparasite specificity in a small mammal community in an Area of Atlantic Rain Forest (Ilha Grande, State of Rio de Janeiro), Southeastern Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 98: 793–798.

Bossi DEP, Linhares AX & Bergallo HG 2002. Parasitic arthropods of some wild rodents from Juréia-Itatins ecological station, State of São Paulo, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 97: 959–963.

Bush AO, Lafferty KD, Lotz JM & Shostak AW 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology* 83: 575 – 583.

Campos JB & Souza MC 1997. Vegetação. In A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná. Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Vazzoler AEAM, Agostinho AA & Hahn NS (eds). EDUEM/ UEM-Nupélia, Maringá, p. 331-342.

Dowling APG 2006. Mesostigmatid mites as parasites of small mammals: systematics, ecology, and the evolution of parasitic associations. In Micromammals and macroparasites: from evolutionary ecology to management. Morand S, Krasnov BR & Poulin R (eds). Springer Press, Japan, p 103-117.

Esberard CEL, Martins-Hatano F, Bittencourt EB, Bossi DEP, Fontes A, Lareschi M, Menezes V, Bergallo HG & Gettinger D 2005. A method for testing the host specificity of ectoparasites: give them the opportunity to choose. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 100: 761-764.

Furman DP 1972. Mites of the family Laelapidae in Venezuela (Acarina: Laelapidae). Brigham Young University Sciences Bulletin, Biological Series 27: 1-58.

Gettinger D 1987. Host associations of *Gigantolaelaps* (Acari: Laelapidae) in the Cerrado province of Central Brazil. Journal of Medical Entomology 24 (5): 559–565.

Gettinger D, Martins-Hatano F, Lareschi M & Malcolm JR 2005. Laelapine mites (Acari:Laelapidae) associated with small mammals from Amazonas, Brazil, including a new species from marsupials. Journal of Parasitology 91:45-48.

Guimarães JH, Tucci EC & Barros-Battesti DM 2001. Ectoparasitos de importância médica-veterinária. Plêiade/Fapesp, São Paulo. 218 pp.

Krantz GW 1971. Manual of acarology. OSU Bookstores, Oregon. 348 pp.

Krasnov BR, Mouillot D, Shenbrot GI, Khokhlova IS & Poulin R 2005a. Abundance patterns and coexistence processes in communities of fleas parasitic on small mammals. Ecography 28: 453-464.

Krasnov BR, Shenbrot GI, Mouillot D, Khokhlova IS & Poulin R 2005b. 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.

Krasnov BR, Morand S, Hawlena H, Khokhlova IS & Shenbrot GI 2005c. Sex-biased parasitismo, seasonality and sexual size dimorphism in desert rodents. *Oecologia* 146: 209-217.

Lareschi M 2004. Ectoparásitos asociados a machos y hembras de *Oxymycterus rufus* (Rodentia:Muridae). Estúdio comparativo em la selva marginal Del rio de La Plata, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomologica Argentina* 63: 39-44.

Linardi PM & Guimarães LR 2000. Sifonápteros do Brasil. Museu de Zoologia, USP/Fapesp, São Paulo, 291 pp.

MacArthur RH & Wilson EO 1963. An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution* 28:373-387.

Magnanou E & Morand S 2006. Insularity and micromammal-macroparasite relationships. In *Micromammals and macroparasites: from evolutionary ecology to management*. Morand S, Krasnov BR & Poulin R (eds). Springer Press, Japan, p 294-315.

Marshall AG 1981. *The ecology of ectoparasitic insects*. Academic Press, 459 pp.

Martins-Hatano F, Gettinger D & Bergallo HG 2002. Ecology and host specificity of Laelapine mites (Acari: Laelapidae) of small mammals in an Atlantic Forest area of Brazil. *Journal of Parasitology* 88: 36 - 40.

Monteiro-Filho ELA, Abbe AS 1999. Capturabilidade de gambá-de-orelha-branca, *Didelphis albiventris*, em uma área perturbada do sudeste do Brasil. Arquivos de Ciências Veterinária e de Zoologia da Universidade Paranaense 2(1): 31-35.

Moore SL & Wilson K 2002. Parasites as viability cost of sexual selection in natural population of mammals. Science 297: 2015-2018.

Moraes LB, Bossi DEP & Linhares AX 2003. Siphonaptera parasites of wild rodents and marsupials trapped in three mountain ranges of the Atlantic Forest in Southeastern Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 98: 1071-1076.

Moura MO, Bordignon M & Graciolli G 2003. Host characteristics do not affect community structure os ectoparasites on the fishing bat *Noctilio leporinus* (L., 1758)(Mammalia: Chiroptera). Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 98: 811-815.

Nieri-Bastos FA, Barros-Battesti D, Linardi PM, Amaku M, Marcili A, Favorito SE & Pinto-da-Rocha R 2004. Ectoparasites of wild rodents from Parque Estadual da Serra da Cantareira (Pedra Grande Nuclei), São Paulo, Brazil. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária 13: 29-35.

Presley SJ & Willig MR 2008. Intraspecific patterns of ectoparasite abundances on Paraguayan bats: effects of host sex and body size. *Journal of Tropical Ecology* 24: 75-83.

Pujol-Luz JR, Mendonça AF & Henriques R 2004. Registro de *Gracilinanus agilis* (Marsupialia, Didelphidae) parasitado por *Metacuterebra apicalis* (Diptera, Cuterebridae) no Cerrado de Brasília, Distrito Federal, Brasil. *Entomología y Vectores* 11: 669-672.

Romagnolo MB & Souza MC 2000. Análise florística e estrutural de florestas ripárias do alto Rio Paraná, Taquaruçu, MS. *Acta Botanica Brasilica* 14: 163-174.

Ròzsa L, Reiczigel J & Majoros G 2000. Quantifying parasites in samples of hosts. *Journal of Parasitology* 86: 228-232.

Schalk G & Forbes MR 1997. Male biases in parasitism of mammals: effects of study type, host age, and parasite taxon. *Oikos* 78: 67-74.

Soliman S, Main AJ, Marzouk AS & Motasser AA 2001. Seasonal studies on commensal rats and their ectoparasites in a rural area of Egypt: the relationship of ectoparasites to the species, locality and relative abundance of the host. *Journal of Parasitology* 87: 545-553.

Vaughn CC & Taylor CM 2000. Macroecology of a host-parasite relationship.  
Ecography 23: 11-20.

Zuk M & MacKean KA 1996. Sex differences in parasite infections: patterns and processes. International Journal for Parasitology 26:1009-1024.



Figura 1. Imagem da Ilha Mutum, Porto Rico, Paraná, com os pontos da grade de captura indicados (1:200).



Figura 2. Hospedeiros coletados na Ilha Mutum, Porto Rico, Paraná: A- *Oecomys bicolor*, B- *Didephis albiventris*, C- *Gracilinanus agilis*.

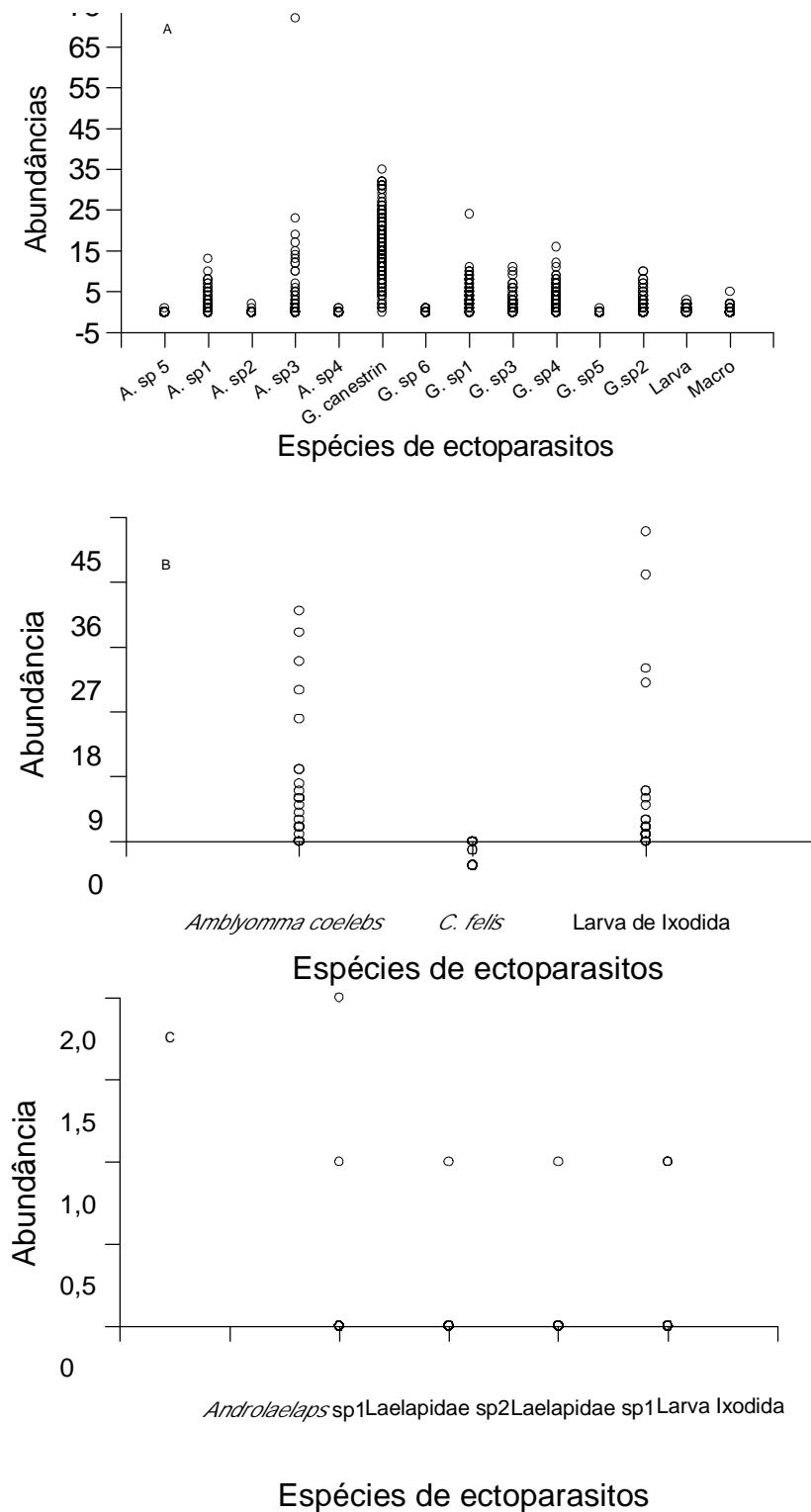


Figura 3. Abundância total de cada espécie de ectoparasito. As letras A, B e C referem-se aos hospedeiros *Oecomys bicolor*, *Didelphis albiventris* e *Gracilinanus agilis*. (Abreviações: A= *Androlaelaps*, G= *Gigantolaelaps*, Macro= *Macrolyssidae*; C= *Ctenocephalides*)

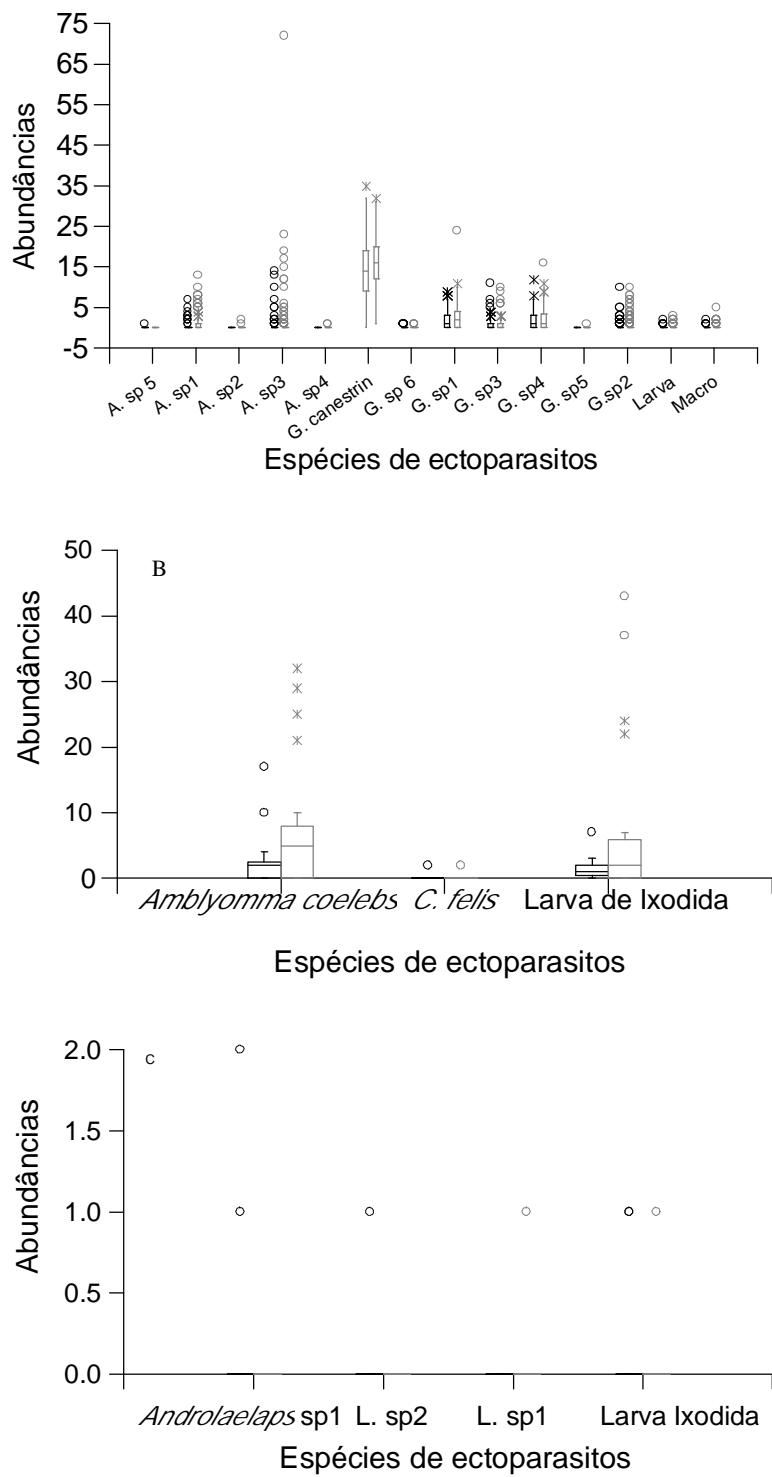


Figura 4. Distribuição das abundâncias dos ectoparasitos de: A) *Oecomys bicolor*, B) *Didelphis albiventris* e C) *Gracilinanus agilis*, separadas pelo sexo dos hospedeiros. Preto representa as fêmeas e cinza os machos.  
 (Abreviações: A= *Androlaelaps*; G= *Gigantolaelaps*; Macro= Macronyssidae; C= *Ctenocephalides*)

**Tabela I. Distribuição das espécies de ectoparasitos sobre *Oecomys bicolor* da Ilha Mutum, Porto Rico, Paraná.**

	<i>Oecomys bicolor</i> (n=236)			
	N/n*	P% (IC)	IM (IC)	AM (IC)
<b>Acarí: Parasitiformes</b>				
Macronyssidae	32/23	9,7 (6,27 - 14,27)	1,5 (1,22 - 1,96)	0,14 (0,09 - 0,22)
<i>Gigantolaelaps canestrini</i>	3684/235	99,6 (97,66 - 99,99)	15,7 (14,85 - 16,55)	15,61 (14,76 - 16,47)
<i>Gigantolaelaps</i> sp. 1	567/133	56,4 (49,77 - 62,78)	4,3 (3,83 - 4,81)	2,40 (2,04 - 2,81)
<i>Gigantolaelaps</i> sp. 2	158/53	22,5 (17,29 - 29,33)	3,0 (2,40 - 3,68)	0,67 (0,48 - 0,89)
<i>Gigantolaelaps</i> sp. 3	198/83	35,2 (29,08 - 41,64)	2,4 (2,00 - 2,89)	0,84 (0,64 - 1,07)
<i>Gigantolaelaps</i> sp. 4	431/120	50,8 (44,28 - 57,40)	3,6 (3,17 - 4,09)	1,83 (1,51 - 2,16)
<i>Gigantolaelaps</i> sp. 5	1/1	0,4 (0,01 - 2,34)	1 (0)	0 (0 - 0,01)
<i>Gigantolaelaps</i> sp. 6	11/11	4,7 (2,34 - 8,19)	1 (0)	0,05 (0,02 - 0,07)
<i>Androlaelaps (Haemolaelaps)</i> sp. 1	165/50	21,2 (16,15 - 26,96)	3,3 (2,64 - 4,14)	0,70 (0,49 - 0,97)
<i>Androlaelaps (Haemolaelaps)</i> sp. 2	3/2	0,8 (0,10 - 3,03)	1,5 (1,00 - 1,50)	0,01 (0 - 0,04)
<i>Androlaelaps (Haemolaelaps)</i> sp. 3	299/47	19,9 (15,21 - 25,59)	6,4 (4,28 - 12,23)	1,27 (0,78 - 2,38)
<i>Androlaelaps (Haemolaelaps)</i> sp. 4	2/2	0,8 (0,10 - 3,03)	1 (0)	0,01 (0 - 0,02)
<i>Androlaelaps (Haemolaelaps)</i> sp. 5	1/1	0,4 (0,01 - 2,34)	1 (0)	0 (0 - 0,01)
Larva Ixodidae	32/24	10,2 (0,62 - 14,76)	1,3 (1,08 - 1,50)	0,13 (0,08 - 0,19)
<b>Total</b>	<b>5584/235</b>	<b>99,6</b> (97,66 - 99,99)	<b>23,8</b> (22,50 - 25,26)	<b>23,7</b> (22,42 - 25,25)

N= Número de ectoparasitos; n= número de hospedeiros; n\*= número de hospedeiros infestados para a espécie de ectoparasito; P% = prevalência; IM= intensidade média; AM= abundância média; IC= intervalo de confiança em 95% ( )

**Tabela II. Distribuição de ectoparasitos sobre marsupiais da Ilha Mutum, Porto Rico, Paraná**

	<i>Didelphis albiventris</i> (n=36)				<i>Gracilinanus agilis</i> (n=52)			
	N/n*	P% (IC)	IM (IC)	Excluir esta coluna AM (IC)	N/n*	P% (IC)	IM (IC)	Excluir esta coluna AM (IC)
<b>Acarí:</b>								
<b>Parasitiformes</b>	N/n*	P% (IC)	IM (IC)	Excluir esta coluna AM (IC)	N/n*	P% (IC)	IM (IC)	Excluir esta coluna AM (IC)
<i>Amblyomma coelebs</i> (ninfas)	204/23	63,9 (46,22 - 79,18)	8,9 (5,70 - 13,22)	5,7 (3,47 - 9,14)	-	-	-	-
<i>Ixodidae</i> (larvas)	178/25	69,4 (51,89 - 83,66)	7,1 (3,80 - 13,60)	4,9 (2,33 - 9,39)	3/3	5,8 (1,20 - 15,95)	1 (0)	0,06 (0 - 0,12)
Laelapidae sp. 1	-	-	-	-	1/1	1,9 (0,04 - 10,26)	1 (0)	0,02 (0 - 0,06)
Laelapidae sp. 2	-	-	-	-	1/1	1,9 (0,04 - 10,26)	1 (0)	0,02 (0 - 0,06)
<i>Androlaelaps</i> sp. 1	-	-	-	-	3/2	3,8 (0,46 - 13,22)	1,5 (1,00 - 1,50)	0,06 (0 - 0,17)
<b>Siphonaptera</b>								
<i>Ctenocephalides felis felis</i>	4/2	5,6 (0,68 - 18,67)	1 (0)	0,1 (0 - 0,28)	-	-	-	-
Total	386/34	88,9 (73,93 - 96,89)	12,1 (7,34 - 19,38)	10,7 (6,58 - 18,42)	8/5	7,7 (2,13 - 18,54)	1,8 (1,00 - 2,50)	0,13 (0,02 - 0,38)

Tabela III.- Distribuição das espécies de ectoparasitos sobre diferentes sexos de *Oecomys bicolor*  
da Ilha Mutum, Porto Rico, Paraná.

<i>Oecomys bicolor</i>										
	Machos (147)			Fêmeas (89)			Machos X Fêmeas			.
	P (%) IC	IM IC	AM IC	P (%) IC	IM IC	AM IC	(p)	IM (t / p)	AM (t / p)	
<b>Acari: Parasitiformes</b>										
Macronyssidae	10,9 6,35 – 16,07	1,6 1,25 – 2,25	0,18 0,10 – 0,29	5,6 1,84 – 12,63	1,20 1 – 1,40	0,07 0,02 – 0,17	0,02	-1,308 / 0,22	-1,861 / 0,06	.
<i>Gigantolaelaps canestrini</i>	97,3 93,17 – 99,26	17,9 15,39 – 26,76	17,40 14,97 – 24,91	98,9 93,89 – 99,98	15,70 13,85 – 19,28	15,53 13,66 – 18,61	0,60	-0,862 / 0,40	-0,751 / 0,50	.
<i>Gigantolaelaps</i> sp. 1	58,5 50,09 – 66,57	4,6 4,08 – 5,45	2,70 2,21 – 3,26	50,6 39,75 – 61,34	3,38 2,76 – 4,07	1,71 1,25 – 2,22	0,20	2,663 / 0,00	2,534 / 0,01	.
<i>Gigantolaelaps</i> sp. 2	23,8 17,17 – 31,53	3,2 2,46 – 4,09	0,76 0,52 – 1,09	20,2 12,44 – 30,07	2,56 1,83 – 3,94	0,52 0,29 – 0,94	0,60	-0,952 / 0,34	-1,149 – 0,24	.
<i>Gigantolaelaps</i> sp. 3	36,1 28,3 – 44,38	2,3 1,83 – 3,00	0,82 0,60 – 1,12	33,7 24,02 – 44,51	2,60 1,93 – 3,57	0,88 0,57 – 1,38	0,78	0,663 / 0,5	0,256 / 0,81	.
<i>Gigantolaelaps</i> sp. 4	51,0 42,65 – 59,35	3,8 3,25 – 4,49	1,93 1,54 – 2,41	50,6 39,75 – 61,34	3,27 2,67 – 4,02	1,65 1,22 – 2,17	1	-1,106 / 0,27	-0,840 / 0,39	.
<i>Gigantolaelaps</i> sp. 5	0,7 0,01 – 3,74	1 **	0,01 0,00 – 0,02	*	*	*	*	*	*	*
<i>Gigantolaelaps</i> sp. 6	2,7 0,74- 6,83	1 **	0,03 0,01 – 0,05	7,9 3,22 – 15,5	1 **	0,08 0,02 – 0,13	0,10	0 / 1	1,623 / 0,11	.
<i>Androlaelaps (Haemolaelaps)</i> sp. 1	26,5 19,59 – 34,44	3,4 2,54 – 4,46	0,90 0,62 – 1,29	12,4 6,33 – 21,04	3 2,18 – 4,18	0,37 0,17 – 0,65	0,01	-0,531 / 0,59	-2,441 / 0,01	.
<i>Androlaelaps</i> sp. 2	1,4 0,16 – 4,83	1,5 1,00 – 1,50	0,02 0,00 – 0,07	*	*	*	*	*	*	*
<i>Androlaelaps</i> sp. 3	22,4 15,98 – 30,06	7,0 4,09 – 14,52	1,58 0,84 – 3,23	14,6 8,01 – 23,69	4,08 2,31 – 6,54	0,60 0,28 – 1,16	0,17	-1,172 / 0,29	-1,634 / 0,16	.
<i>Androlaelaps</i> sp. 4	1,4 0,16 – 4,83	1 **	0,01 0,00 – 0,03	*	*	*	*	*	*	*
<i>Androlaelaps</i> sp. 5	*	*	*	1,1 0,02 – 6,11	1 **	0,01 0,00 – 0,03	*	*	*	*
Larva Ixodidae	11,6 6,88 – 17,87	1,4 1,12 – 1,65	0,16 0,09 – 0,24	9,0 3,96 – 16,95	1,13 1,00 – 1,38	0,10 0,04 – 0,18	0,66	-1,181 / 0,24	-1,08 / 0,30	.
<b>Total</b>	100 97,52 – 100,00	25,4 23,86 – 27,50	25,40 23,69 – 27,40	98,9 93,89 – 99,98	21,14 19,05 – 23,20	20,90 18,93 – 23,31	0,38	-3,052 / 0,00	-3,052 / 0,00	.

P(%) = prevalência; IM= intensidade média; AM = abundância média; IC = intervalo de confiança em 95% ; \* = ectoparasito não encontrado; \*\* = valores não calculados pois a intensidade média foi baixa; (p) = significância das diferenças entre as prevalências de machos e fêmeas ( $p < 0,05$ ); t = teste bootstrap

Tabela IV. Distribuição de ectoparasitos sobre diferentes sexos de marsupiais da Ilha Mutum, Porto Rico, Paraná.

<i>D. albiventris</i>										
	Machos			Fêmeas			Machos X Fêmeas			
	P(%)	(21)	IM	P(%)	(15)	IM	AM	P(p)	IM (t / p)	AM (t / p)
<b>Acarí:</b>										
<b>Parasitiformes</b>										
<i>Amblyomma coelebs</i> (ninfas)	66,7 43,03 – 85,42	11,5 7,00 – 17,50	7,67 4,14 – 12,95	53,3 26,58 – 78,74	4,9 2,00 – 9,75	2,60 1,00 6,47-	0,49	-1,919 / 0,07	-2,005 / 0,06	
<i>Ixodidae</i> (larvas)	66,7 43,03 – 85,42	11,1 5,29 – 19,93	7,43 3,10 – 14,43	73,3 44,89 – 92,22	2,00 1,27 – 3,64	1,47 0,87 – 2,73	0,73	-2,362 / 0,07	-2,114 / 0,08	
<b>Siphonaptera</b>										
<i>Ctenocephalides felis felis</i>	4,8 0,12 – 23,82	2 **	0,10 0,00 – 0,29	6,7 0,16 – 31,95	2 **	0,13 0,00 – 0,53	0,82	Nulo / 1	0,232 / 0,80	
Total	81,0 58,09 – 94,56	18,5 10,59 – 31,41	15 8,05 – 26,48	93,3 68,05 – 99,84	4,8 2,93 – 8,79	4,47 2,73 – 8,33	1	-2,519 / 0,04	-2,224 / 0,07	
<i>G. agilis</i>										
	Machos			Fêmeas			Machos X Fêmeas			
Laelapidae sp. 1	2,8 0,07 – 14,53	1 **	0,03 0,00 – 0,08	*	*	*	*	*	*	*
Laelapidae sp. 2	*	*	*	6,3 0,15 – 30,24	1 **	0,06 0,00 – 0,19	*	*	*	*
<i>Androlaelaps</i> sp. 1	*	*	*	12,5 1,55 – 38,35	1,5 1,00 – 1,50	0,19 0,00 – 0,50	*	*	*	*
Total	2,8 0,07 – 14,53	2,00 **	0,06 0,00 – 0,17	25 7,26 – 52,38	1,3 1,00 – 1,50	0,31 0,06 – 0,63	0,03	Nulo / 1	1,601 / 0,13	

**Artigo 2. Infracomunidades de artrópodos  
ectoparasitos sobre *Oecomys bicolor* Tomes (Rodentia:  
Cricetidae): competição e influência do hospedeiro**

Título resumido: Ectoparasitos sobre *Oecomys bicolor*

Normas: Memórias do Instituto Oswaldo Cruz

**Infracomunidades de artrópodos ectoparasitos sobre *Oecomys bicolor* Tomes (Rodentia: Cricetidae): competição e influência do hospedeiro**

Mariuciy M. A. Gomes & Gustavo Graciolli

Programa de Pós - Graduação em Ecologia e Conservação, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande, MS, CP549 79070-900

Autor para correspondência: M. M. A. Gomes, email: [mariuciy@gmail.com](mailto:mariuciy@gmail.com)

**RESUMO:** Nossos objetivos foram testar as hipóteses de que 1) as comunidades de ectoparasitos são estruturadas por competição e, 2) que características físicas dos hospedeiros explicam a abundância dos ectoparasitos. Examinamos 236 *Oecomys bicolore* encontramos 5.584 ectoparasitos pertencentes a 14 morfo-espécies. Construímos duas matrizes de dados: uma com presença e ausência das espécies de ectoparasitos e outra com as medidas corporais e o sexo dos hospedeiros, além das abundâncias de cada espécie de ectoparasitos. Utilizamos modelos nulos e de escalonamento multidimensional híbrido (HMDS) para testar as duas hipóteses, respectivamente, e verificamos que as comunidades de ectoparasitos são estruturadas por competição e que as características dos hospedeiros não afetam sua estrutura. Concluímos que as relações entre as espécies de ectoparasitos (competição intra e inter-específica) são mais importantes para a determinação de sua distribuição do que características dos hospedeiros.

Palavras-chave: modelo nulo, HMDS, Laelapidae, floresta estacional.

Saber o que determina o número de espécies em uma comunidade e se estas espécies formam uma comunidade estruturada ou randômica são questões que tentam ser respondidas pela ecologia de comunidades (Poulin 1997). Parasitas e hospedeiros formam um sistema vantajoso para avaliação de padrões e processos de diversidade e abundância de organismos devido à facilidade de obtenção de amostras e determinação de nichos ecológicos, e, pelo fato de ectoparasitos compartilharem níveis tróficos, o que favorece análises da influência da competição na estruturação das comunidades (Gotelli & Rohde 2002, Krasnov et al. 2005).

Uma comunidade estruturada implica em previsibilidade de distribuição de organismos e de relações estatisticamente significativas entre essa distribuição e fatores diversos (Poulin 1997), que no caso de parasitas incluem características físicas dos hospedeiros - seu habitat (sensu Marshall 1981), como o sexo, tamanho, estágio reprodutivo e idade, que interferem direta ou indiretamente na aptidão a infestações devido a variações imunológicas e comportamentais que podem favorecer ou diminuir a resistência a infestações (Zuk & MacKean 1996).

Hospedeiros maiores podem abrigar comunidades mais heterogêneas (ricas e abundantes) de ectoparasitos, uma vez que fornecem mais espaço e uma maior variedade de sítios colonizáveis, permitindo maior diversificação de nicho para os ectoparasitos (Korallo et al. 2007). A área na qual estes hospedeiros se deslocam também influencia a composição da comunidade de ectoparasitos, dessa forma, espera-se que pequenos mamíferos machos, com

maiores áreas de vidas que fêmeas, abriguem faunas mais ricas e abundantes de ectoparasitos (Soliman et al. 2001, Moore & Wilson 2002).

Uma maneira de verificar se uma comunidade apresenta-se estruturada é através de modelos nulos, que utilizam dados de presença/ausência de espécies de ectoparasitos em hospedeiros (Gotelli & Graves 1996). Esses modelos são capazes de gerar comunidades ao acaso, onde o mecanismo proposto não atua, e uma vez formadas, essas comunidades, ditas nulas, elas são comparadas com a comunidade inicial, para verificar se existe diferença estatisticamente significativa entre a co-ocorrência de espécies observada e a esperada (Connor & Simberloff 1986, Gotelli 2000). Caso as espécies co-ocorram mais do que esperado, a comunidade é distribuída positivamente (agregada), mas se elas co-ocorrem menos do que o esperado, então a comunidade é distribuída negativamente (segregada), seja por competição interespecífica ou por diferenciação de preferência de hábitat (Krasnov et al. 2006).

*Oecomys bicolor* Tomes (Rodentia: Cricetidae) apresenta hábito crepuscular e arborícola (Weksler 2006, Bonvicino et al. 2008), ocorre tipicamente em ambientes de floresta de galeria (Johnson et al. 1999), e distribui-se do Amapá até o norte do Paraná (Bonvicino et al. 2008). A associação deste roedor com ácaros pertencentes a família Laelapidae foi relatada para a Amazônia (Gettinger et al. 2005) e Cerrado (Gettinger 1987, Gomes et al. dados não publicados), nos quais as infestações ocorreram em altas prevalências e intensidades.

Baseados nestas informações, perguntamos: 1) As comunidades de ectoparasitos em *O. bicolor* são estruturadas por competição? 2) Características intrínsecas dos hospedeiros explicam a abundância de ectoparasitos?

## MATERIAL E MÉTODOS

Coletamos mamíferos e ectoparasitos entre março e agosto de 2008, na ilha Mutum ( $22^{\circ} 46' 20''$  S e  $53^{\circ} 16' 01''$  W), situada no rio Paraná, no município de Porto Rico, Paraná, divisa com Mato Grosso do Sul, nas proximidades do município de Taquarussu. A ilha mede 1.050 ha e a vegetação local é do tipo floresta estacional semi-decídua aluvial, composta por um mosaico de floresta primária alterada, mata ciliar, floresta secundária em vários estágios de sucessão florestal e campos alterados (Campos & Souza 1997). O clima é do tipo subtropical úmido com verão quente Cfa h (classificação de Köeppen), com índices pluviométricos anuais entre 1.200 e 1.300 mm (Romagnolo & Souza, 2000), temperaturas médias de  $22^{\circ}\text{C}$  e altitude de 250m.

Durante cinco noites consecutivas por mês, montamos 84 armadilhas de gatilho, distribuídas em uma grade de captura formada por sete transectos paralelos, cada um com seis pontos de capturas eqüidistantes 80m, cada um com duas armadilhas, uma no solo e outra no sub-bosque a cerca de 2 m de altura. O esforço total de captura foi de 2.520 armadilhas.

Os animais capturados eram identificados e transferidos para um pote branco com tampa, contendo algodão embebido em éter, onde, após ficarem entorpecidos, eram escovados para a remoção de ectoparasitos. Tomamos

medidas para evitar contaminação de material, conforme Martins-Hatano et al. (2002). Cada mamífero foi marcado com um código de furos nas orelhas (Monteiro-Filho & Abbe 1999), pesado, medido (CC - comprimento da cabeça até o ânus, CCa - comprimento do ânus até a ponta da cauda, CCab – comprimento da cabeça, LCab - largura da cabeça, CO - comprimento da orelha externa, CP - comprimento da pata traseira direita com a unha), sexado e liberado no mesmo local da captura. O procedimento de marcação de orelhas possibilitou reconhecer animais recapturados.

Os ectoparasitos coletados foram preservados em álcool 70ºGL em um frasco etiquetado com o número da captura. Em laboratório, verificamos o conteúdo dos tubos sob estereomicroscópios, para contagem e identificação de ectoparasitos (Krantz 1971, Furman 1972, Linardi & Guimarães 2000). Os indivíduos que não conseguimos identificar ao nível específico, foram separados em morfo-espécies dentro de gêneros e morfo-tipos dentro de famílias.

Organizamos os dados obtidos em duas planilhas. A primeira, cujo objetivo era verificar se as comunidades de ectoparasitos são estruturadas por competição, foi uma matriz de presença e ausência das espécies de ectoparasitos sobre cada hospedeiro. As linhas representavam as espécies de ectoparasitos ( $n = 14$ ) e as colunas os indivíduos de *O. bicolor* ( $n = 236$ ). Utilizamos o programa EcoSim 7.0 (Gotelli & Entsminger 2001) para verificar co-ocorrências das espécies de ectoparasitos.

O índice que utilizamos foi o C-score, em 5.000 randomizações. Este índice calcula o número médio de unidades de tabuleiro (0-1/1-0 ou 1-0/0-1,

conforme Stone & Roberts 1990) entre todos os pares possíveis de espécies e tem a vantagem de ser pouco suscetível a erros do tipo I (recusar a hipótese nula quando ela é verdadeira) (Gotelli 2000). Combinamos os algoritmos de linhas fixas e colunas fixas, no qual o número total de espécies de ectoparasitos encontrado sobre cada hospedeiro, bem como o número de hospedeiros é mantido nas matrizes nulas e apenas a identidade das espécies é aleatorizada (Tello et al. 2008), o que impede a formação de matrizes degeneradas na comunidade nula e a inclusão de hospedeiros não infestados ( $n=1$ ) (Gotelli 2000).

A segunda planilha continha as abundâncias das espécies de ectoparasitos sobre cada hospedeiro, bem como o sexo, massa e os dados morfométricos desses hospedeiros (CC, CCa, CCab, LCab, CO, CP). Usamos esta planilha para checar se características dos hospedeiros são capazes de explicar a comunidade de ectoparasitos. A partir dessa matriz, seguimos três etapas:

1º) Ordenação indireta dos dados morfométricos dos hospedeiros: Fizemos uma análise de escalonamento multidimensional híbrido (HMDS, Faith et al. 1987) com os dados morfométricos dos hospedeiros. Para isso, padronizamos as escalas dos valores das colunas através da divisão pela raiz quadrada da soma dos quadrados, para que todas as medidas tivessem o mesmo peso na ordenação. Excluímos algumas amostras da análise por falta de alguma informação referente ao hospedeiro, restando então, 199 amostras. Com o HMDS, nós diminuímos a dimensionalidade das medidas corporais dos hospedeiros, e ficamos com uma matriz de distâncias Bray-Curtis. Para decidir

em quantas dimensões seria essa ordenação, utilizamos os valores de stress ( 0,25), que corresponde ao erro de realocação dos objetos pela distância obtida (Borg & Groenen 1997).

2) Ordenação indireta das abundâncias das espécies de ectoparasitos: as abundâncias das espécies de ectoparasitos também foram ordenadas através de HMDS, mas neste caso, não padronizamos dados com transformações, para manter os pesos de cada espécie na amostra, mais uma vez o valor do stress foi utilizado para a escolha do número de dimensões.

3) Determinação da significância: Geramos um modelo de análise de covariância multivariável (MANCOVA) para checar a influência das interações entre as dimensões geradas a partir dos dados morfométricos (1º HMDS), a massa corporal e o sexo dos hospedeiros, sobre o principal padrão obtido com a ordenação da comunidade de ectoparasitos (2º HMDS). Utilizamos a estatísticas Pillai-Trace para testar a significância entre as interações.

## RESULTADOS

As espécies de ectoparasitos que obtivemos nas 236 capturas de *O. bicolor* foram Laelapidae: cinco espécies não determinadas de *Androlaelaps* (*Haemolaelaps*) Berlese, seis espécies não determinadas de *Gigantolaelaps* Fonseca, *Gigantolaelaps canestrini* Fonseca; Macronyssidae: apenas um morfo-tipo não identificado; e Ixodidae: larvas não identificadas (Tabela 1).

O modelo nulo baseado na matriz de presença / ausência das espécies de ectoparasitos corroborou nossa hipótese de que a comunidade de

ectoparasitos é estruturada por competição. Como os valores do índice C-score observado foi maior do que o esperado, ou seja, o número de unidades de tabuleiro (quando as espécies não co-ocorrem) encontrados na amostra foi maior que o acaso, então a comunidade estrutura-se por competição ( $p$  observado esperado = 0,004), o índice observado foi de 565,61 e a média dos esperados em 5.000 randomizações foi 552,49 (variância = 25,35; desvio padrão =  $\pm 2,61$ ).

A partir do valor do stress, fizemos a ordenação dos dados morfométricos dos hospedeiros em duas dimensões (stress = 0,22), que chamamos de dimensões HMDS 1 e HMDS 2. Os pontos distribuídos pela ordenação ficaram dispersos, sem indicar padrão definido. Pudemos verificar que quatro medidas corporais dos hospedeiros foram mais influentes nesta distribuição dos dados morfométricos dos *O. bicolor*- comprimento do corpo, comprimento da cauda, comprimento do pé e da orelha ( $r > 0,5$ ) (Figura 1).

A ordenação pelas abundâncias de espécies de ectoparasitos também se enquadrou em duas dimensões (stress = 0,20) (dimensões HMDS1A e HMDS2A). Cinco espécies de ectoparasitos contribuíram mais para o resultado da ordenação ( $r > 0,4$ ): *G. canestrini*, *Gigantolaelaps* sp.1, *Gigantolaelaps* sp.4, *Androlaelaps* sp.1 e *Androlaelaps* sp.3 (Figura 2).

Quando inserimos as variáveis HMDS 1 e HMDS 2, massa e sexo dos hospedeiros à ordenação das espécies de ectoparasitos, verificamos que nenhuma delas foi capaz de explicá-la (Figura 3). A análise de covariância multivariável (MANCOVA) e o Pillai Trace entre as dimensões do HMDS (dados morfométricos), massa e sexo e as dimensões das abundâncias de

ectoparasitos demonstrou que as características dos hospedeiros não afetam a estrutura da comunidade de ectoparasitos ( $p > 0,05$ ) (Tabela 2).

## DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo demonstraram que a comunidade de ectoparasitos é estruturada por competição, uma vez que as espécies co-ocorrem menos do que ao acaso, que as relações entre as espécies de ectoparasitos são os principais fatores reguladores desta estrutura, ao passo que as características dos hospedeiros não interferem. O comum entre comunidades estruturadas por relações de competição é que uma espécie predomine em detrimento das outras (no nosso caso, *Gigantolaelaps canestrini*), ou que o aumento de sua abundância leve a diminuição das abundâncias das demais (Tello et al. 2008). Este resultado não concorda com outros trabalhos envolvendo comunidades de pulgas e de dípteros ectoparasitos de morcegos que encontraram distribuição agregada entre os ectoparasitos (Krasnov et al 2006, Tello et al 2008).

O padrão agregado de distribuição dos organismos atua de maneira a aumentar a regulação dependente da densidade sobre os hospedeiros e reduzir os níveis de competição interespecífica entre os parasitas (Zuben 1997), o que não foi encontrado neste estudo. Duas possibilidades têm sido propostas para explicar agregação de ectoparasitos. A primeira trata da ocorrência de facilitação aparente entre as espécies de ectoparasitos, de maneira que a infestação por uma espécie de ectoparasito leva o hospedeiro a

diminuir o gasto em energia com remoção dos ectoparasitos (física ou através do sistema imunológico) o que resulta em maior chance para que outras espécies o colonizem. A segunda, fala em segregação morfológica pelos ectoparasitos, que se especializariam em porções do corpo do hospedeiro para evitar a competição (ver Bittencourt & Rocha 2002, para exemplificar esta especialização) (Krasnov et al. 2006).

Ácaros da família Laelapidae (maior parte da nossa comunidade), bem como Macropyssidae, apresentam comportamento nidícola. Em geral, apenas fêmeas são coletadas sobre o pêlo de hospedeiros, enquanto machos e estágios imaturos são bastante raros, sendo encontrados apenas nos ninhos dos hospedeiros (Furman 1978, Martins-Hatano et al. 2002, Dowling 2006). Este comportamento poderia explicar porque o sexo e o tamanho corporal dos hospedeiros não interferiram na estruturação da comunidade, pois uma vez dispostos no ninho do hospedeiro, o intercâmbio de indivíduos entre hospedeiros é constante. A partição de micro-hábitat por espécies de Laelapidae e também a limitação da capacidade de dispersão, possibilitaram a ocorrência de competição (Tello et al. 2008).

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro ao projeto. A Capes pela bolsa de estudo. Ao prof. Dr. Josué Raizer pela ajuda estatística com o HMDS e leitura do manuscrito. A mestrandona Nayara Carvalho pela leitura do manuscrito e pelas importantes contribuições. Ao prof. Dr. Nilton Cáceres pela identificação de *O.*

*bicolor*. Ao prof. Dr. Don Gettinger e Dra. Fernanda Martins-Hatano pela identificação dos Laelapidae.

## REFERÊNCIAS

Bittencourt EB & Rocha CFD 2002. Spatial use of rodents (Rodentia: Mammalia) host body surface by ectoparasites. Brazilian Journal of Biology. 62: 419-425.

Bonvicino CR, Oliveira JA & D'Andrea PS 2008. Guia dos roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos. Série Manuais Técnicos, Centro Pan-Americano de Febre Aftosa, Rio de Janeiro, 120 pp.

Borg I & Groenen P 1997. Modern multidimensional scaling. Springer-Verlag, New York, 226 pp.

Campos JB & Souza MC 1997. Vegetação. In A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná. Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. (Vazzoler AEAM, Agostinho AA, Hahn NS, eds) EDUEM/ UEM-Nupélia, Maringá, p. 331-342.

Connor EF & Simberloff D 1986. Competition, scientific method, and null models in ecology. American Scientist 74: 155-162.

Dowling APG 2006. Mesostigmatid mites as parasites of small mammals: systematics, ecology, and the evolution of parasitic associations. In

Micromammals and macroparasites: from evolutionary ecology to management.

(Morand S, Krasnov BR, Poulin R, eds). Springer Press, Japan, p 103-117.

Faith DP, Minchin PR & Belbin L 1987. Compositional dissimilarity as a robust measure of ecological distance. *Vegetatio* 69: 57-68.

Furman D P 1972. Mites of the family Laelapidae in Venezuela (Acarina: Laelapidae). *Brigham Young University Science Bulletin of Biology* 27: 1-58

Gettinger D 1987. Host associations of *Gigantolaelaps* (Acari: Laelapidae) in the Cerrado province of Central Brazil. *Journal of Medical Entomology* 24 (5): 559-565.

Gettinger D, Martins-Hatano F, Lareschi M & Malcolm JR 2005. Laelapine mites (Acari:Laelapidae) associated with small mammals from Amazonas, Brazil, including a new species from marsupials. *Journal of Parasitology* 91:45-48.

Gotelli NJ & Graves G R1996. Null models in Ecology. Smithsonian Institution Press, Washington,

Gotelli N J 2000. Null model analysis os species co-occurrence patterns. *Ecology* 81: 2606 – 2621.

Gotelli NJ & Entsminger GL 2001. Ecosim: Null models software for ecology. Version

7.0. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear. Disponível em:

<http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm>.

Gotelli NJ & Rohde KR 2002. Co-occurrence of ectoparasites of marine fishes: a null model analysis. Ecological Letters 5: 86-94.

Johnson MA, Saraiva PM & Coelho D 1999. The role of gallery forests in the distribution of Cerrado mammals. Revista Brasileira de Biologia 59:421-427.

Korallo NP, Vinarski MV, Krasnov BR, Shenbrot GI, Mouillot D & Poulin R 2007. Are there general rules governing parasite diversity? Small mammalian hosts and gamasid mites assemblages. Diversity Distribution 13: 353-360.

Krantz GW 1971. Manual of acarology. OSU Bookstores, Oregon. 348 pp.

Krasnov BR, Mouillot D, Shenbrot GI, Khokhlova IS & Poulin R 2005. Abundance patterns and coexistence processes in communities of fleas parasitic on small mammals. Ecography 28: 453-464.

Krasnov BR, Stanko M & Morand S 2006. Are ectoparasite community structured? Species co-occurrence, temporal variation and null models. Journal of Animal Ecology 75: 1330-1339.

Linardi PM & Guimarães LR 2000. Sifonápteros do Brasil. Museu de Zoologia,

USP/Fapesp, São Paulo, 291 pp.

Marshall AG 1981. The ecology of ectoparasitic insects. Academic Press, 459 pp.

Martins-Hatano F, Gettinger D & Bergallo HG 2002. Ecology and host specificity of Laelapine mites (Acari: Laelapidae) of small mammals in an Atlantic Forest area of Brazil. *Journal of Parasitology* 88: 36 - 40.

Monteiro-Filho ELA, Abbe AS 1999. Capturabilidae de gambá-de-orelha-branca, *Didelphis albiventris*, em uma área perturbada do sudeste do Brasil. *Arquivos de Ciências Veterinária e de Zoologia da Universidade Paranaense* 2(1): 31-35.

Moore SL & Wilson K 2002. Parasites as viability cost of sexual selection in natural population of mammals. *Science* 297: 2015-2018.

Poulin R 1997. Species richness of parasite assemblage: evolution and patterns. *Annual Review of Ecological Systematics* 28: 341-358.

Romagnolo MB & Souza MC 2000. Análise florística e estrutural de florestas ripárias do alto Rio Paraná, Taquaruçu, MS. *Acta Botanica Brasilica* 14: 163-174.

Soliman S, Main AJ, Marzouk A &, Montasser AA 2001. Seasonal studies on comensal rats and their ectoparasites in a rural area of Egypt: the relationship

of the species, locality, and relative abundance of the host. *Journal of Parasitology* 87: 545-553.

Stone L & Roberts A 1990. The checkerboard score and species distributions. *Oecologia* 85: 74-79.

Tello JS, Stevens RD & Dick CW 2008. Patterns of species co-occurrence and density compensation: a test for interespecific competition in bat ectoparasite infracommunities. *Oikos* 117: 693-702.

Von Zuben CJ 1997. Implicações da agregação espacial de parasitas para a dinâmica populacional na interação hospedeiro-parasita. *Revista de Saúde Pública* 31: 523-530.

Weksler M 2006. Philogeneti relationships of Orizomine rodents (Muroidea: Sigmodontinae): separate and combined analyses of morphological and molecular data. In: *Bulletin American Museum of Natural History*, New York, 149 pp.

Zuk M & MacKean KA 1996. Sex differences in parasite infections: patterns and processes. *International Journal of Parasitology* 26: 1009-1024.

Tabela I. Abundância das espécies de ectoparasitos sobre *Oecomys bicolor* na Ilha Mutum, Porto Rico, Paraná.

	Oecomys bicolor (n=236)
	N/n
<b>Acari: Parasitiformes</b>	
Macronyssidae	32/23
<i>Gigantolaelaps canestrini</i>	3684/235
<i>Gigantolaelapssp 1</i>	567/133
<i>Gigantolaelapssp 2</i>	158/53
<i>Gigantolaelapssp 3</i>	198/83
<i>Gigantolaelapssp 4</i>	431/120
<i>Gigantolaelapssp 5</i>	1/1
<i>Gigantolaelapssp 6</i>	11/11
<i>Androlaelapssp 1</i>	165/50
<i>Androlaelapssp 2</i>	3/2
<i>Androlaelapssp 3</i>	299/47
<i>Androlaelapssp 4</i>	2/2
<i>Androlaelapssp 5</i>	1/1
Larva de Ixodidae	32/24
<b>Total</b>	<b>5584/235</b>

N = número de ectoparasitos; n = número de hospedeiros infestados com a espécie de ectoparasito.

Tabela II. Resultados da análise de Pillai Trace para todas as possíveis combinações de variáveis dos hospedeiros que poderiam atuar sobre a comunidade de ectoparasitos (gl = 2 - 176).

	Pillai Trace	F	P
Constante	0,005	0,471	0,625
Sexo	0,01	1,195	0,305
Massa	0,009	0,808	0,447
HMDS1 X HMDS2 (variáveis morfométricas)	0,011	0,992	0,373
Sexo X Massa	0,013	1,175	0,311
Sexo X HMDS 1 X HMDS 2	0,004	0,352	0,704
Massa X HMDS 1 X HMDS 2	0,005	0,471	0,625
Sexo X Massa X HMDS 1 X HMDS 2	0,005	0,430	0,651

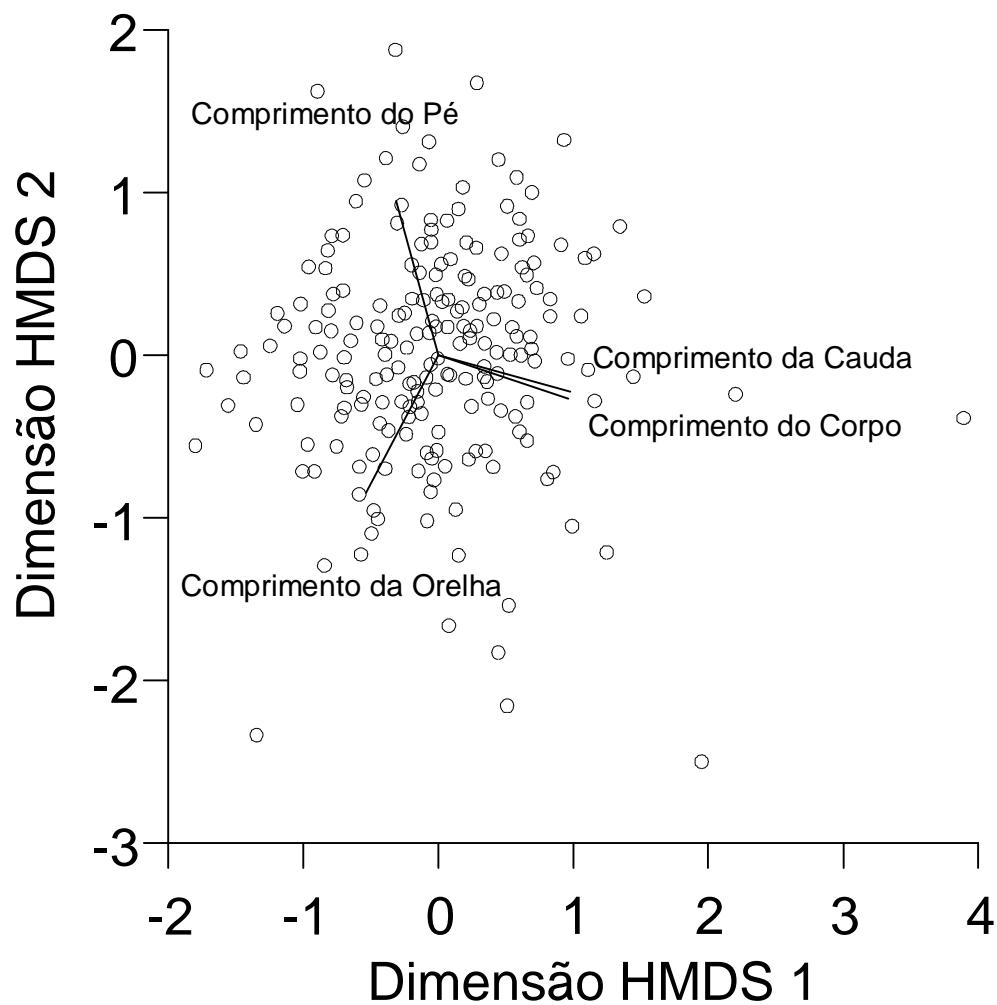


Figura1. Ordenação dos roedores por escalonamento multidimensional híbrido (HMDS) em duas dimensões (stress = 0,22) pelas variáveis morfométricas. Os vetores indicam a contribuição relativa das variáveis mais representativas ( $r > 0,5$ ) para o plano da ordenação.

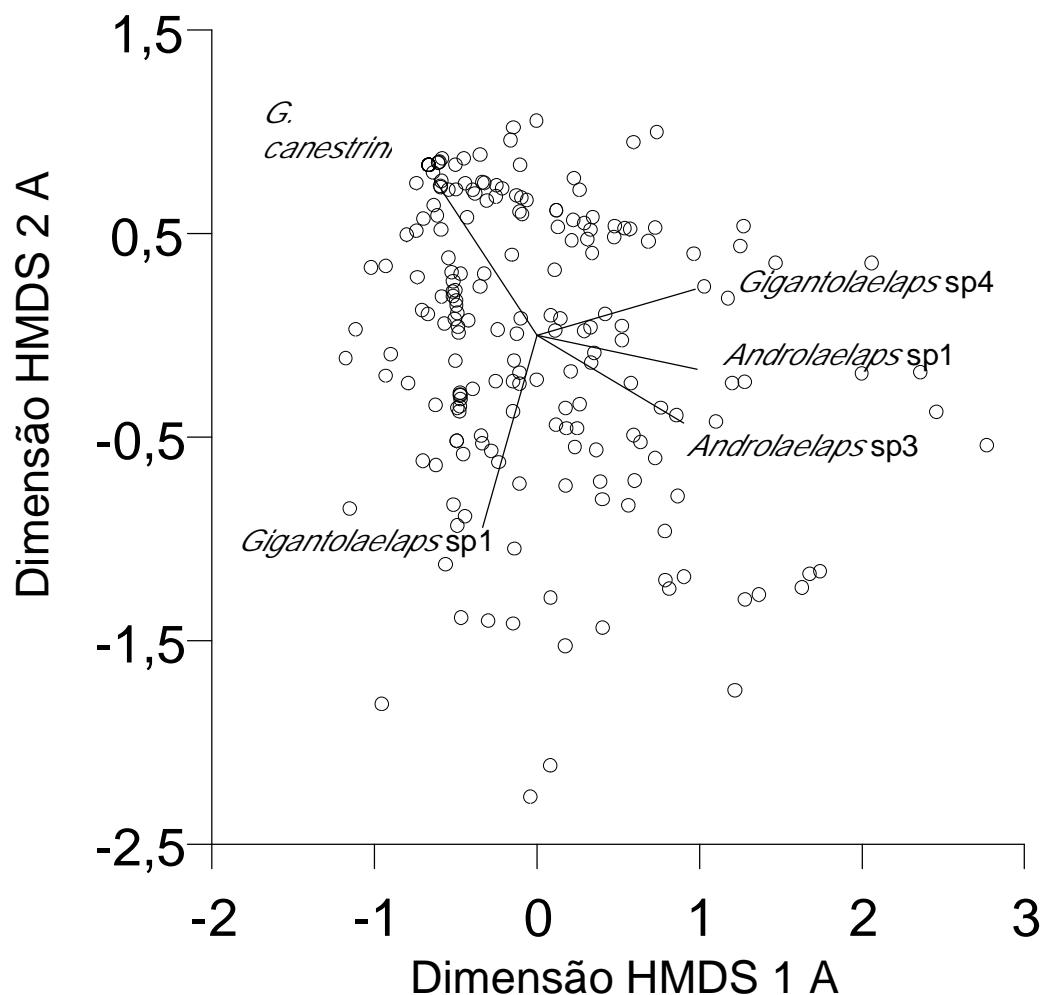


Figura2. Ordenação dos roedores por escalonamento multidimensional híbrido (HMDS) em duas dimensões (stress = 0,20) pelas abundâncias relativas das espécies de ectoparasitos. Os vetores indicam a contribuição relativa das espécies mais representativas ( $r > 0,4$ ) para o plano da ordenação.

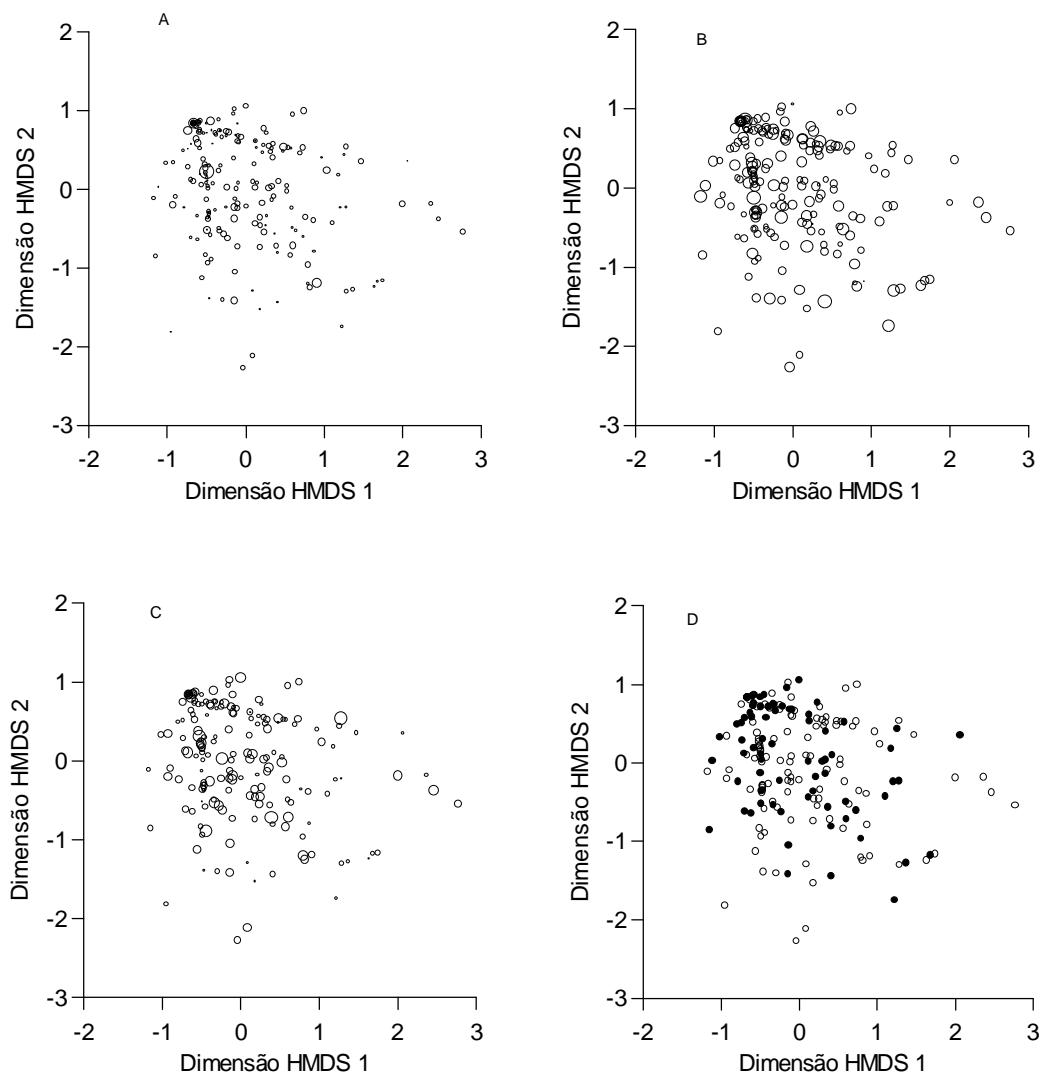


Figura 3. Ordenação dos roedores por escalonamento multidimensional híbrido (HMDS) em duas dimensões (stress = 0,20) pelas abundâncias relativas das espécies de ectoparasitos. Em A e B o tamanho dos pontos é proporcional, a primeira e a segunda dimensão da ordenação dos roedores pelas variáveis morfométricas, respectivamente; em C o tamanho é proporcional massa dos roedores; em D os pontos preenchidos representam roedores fêmeas e pontos vazios correspondem aos machos.

### Normas do Memórias do Instituto Oswaldo Cruz:

O manuscrito (incluindo tabelas e referências) deve ser preparado em um software para edição de textos, em espaço duplo, fonte 12, paginado. As margens devem ser de pelo menos 3 cm. As figuras deverão vir na extensão tiff, com resolução mínima de 300 dpi. Tabelas e figuras deverão vir em documentos separados.

Deve ser organizado de acordo com a seguinte ordem:

Título resumido: com até 40 caracteres (letras e espaços)

Título: com até 250 caracteres

Autores: sem títulos ou graduações

Afiliação institucional: endereço completo somente do autor correspondente

Resumo: com até 200 palavras (100 palavras no caso de comunicações breves). Deve enfatizar novos e importantes aspectos do estudo ou observações.

Palavras-chave: devem ser fornecidos de 3 a 6 termos, de acordo com a lista Medical Subject Headings (Mesh) do Index Medicus.

Notas de rodapé: indicando a fonte de financiamento e mudança de endereço

Introdução: deve determinar o propósito do estudo, oferecer um breve resumo (e não uma revisão de literatura) dos trabalhos anteriores relevantes, e especificar quais novos avanços foram alcançados através da pesquisa. A introdução não deve incluir dados ou conclusões do trabalho em referência.

Materiais e Métodos: deve oferecer, de forma breve e clara, informações suficientes para permitir que o estudo seja repetido por outros pesquisadores. Técnicas padronizadas bastam ser referenciadas.

Ética: ao descrever experimentos relacionados a temas humanos, indicar se os procedimentos seguidos estiveram de acordo com os padrões éticos do comitê responsável por experimentos humanos (institucional ou regional) e de acordo com a Declaração de Helsinki de 1975, revisada em 1983. Ao relatar experimentos em animais, indicar se diretrizes de conselhos de pesquisa institucionais ou nacionais, ou qualquer lei nacional relativa aos cuidados e ao uso de animais de laboratório foram seguidas.

Resultados: devem oferecer uma descrição concisa das novas informações descobertas, com o mínimo julgamento pessoal. Não repetir no texto todos os dados contidos em tabelas e ilustrações.

Discussão: deve limitar-se ao significado de novas informações e relacionar as novas descobertas ao conhecimento existente. Somente as citações indispensáveis devem ser incluídas.

Agradecimentos: devem ser breves e concisos e se restringir ao absolutamente necessário.

Referências: devem ser precisas. Somente as citações que aparecem no texto devem ser referenciadas. Trabalhos não publicados, a não ser os já aceitos para publicação, não devem ser citados. Trabalhos aceitos para publicação devem ser citados como "in press"; nesse caso, uma carta de aceitação da revista deverá ser fornecida. Dados não publicados devem ser citados somente no texto como "unpublished observations"; nesse caso, uma carta com a permissão do autor deve ser fornecida. As referências ao final do manuscrito devem ser organizadas em ordem alfabética de acordo com o sobrenome do primeiro autor.

Os títulos de revistas devem ser abreviados de acordo com o estilo usado no Index Medicus. Consultar:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=journals&TabCmd=Limits>.

- No texto, usar o sobrenome do autor e a data:  
Lutz (1910) ou (Lutz 1910).

Com dois autores, a forma é:  
(Lutz & Neiva 1912) ou Lutz and Neiva (1912).

Quando há mais que dois autores, somente o primeiro é mencionado:  
Lutz et al. (1910) ou (Lutz et al. 1910).

- Nas referências, usar os seguintes estilos:  
Artigo de revista  
Chagas C, Villela E 1922. Forma cardíaca da tripanosomiase americana. Mem Inst Oswaldo Cruz 14: 15-61.

Livro ou Tese  
Forattini OP 1973. Entomologia Médica. Psychodidae, Phlebotominae, Leishmaniose, Bartonelose, Vol. IV, Edgard Blucher, São Paulo, 658 pp.

Morel CM 1983. Genes and Antigens of Parasites. A Laboratory Manual, 2nd ed., Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, xxii + 580 pp.

Mello-Silva CC 2005. Controle alternativo e alterações fisiológicas em Biomphalaria glabrata (Say, 1818), hospedeiro intermediário de Schistosoma mansoni Sambom, 1907 pela ação do látex de Euphorbia splendens var. hislopia N.E.B (Euphorbiaceae), PhD Thesis, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 85 pp.

**Capítulo de livro**

Cruz OG 1911. The prophylaxis of malaria in central and southern Brasil. In R Ross, The Prevention of Malaria, John Murray, London, p. 390-398.

**Artigo de revista na Internet**

Abood S. Quality improvement initiative in nursing homes: the ANA acts in an advisory role. *Am J Nurs [serial on the Internet]*. 2002 Jun [cited 2002 Aug 12];102(6):[about 3 p.]. Available from:  
<http://www.nursingworld.org/AJN/2002/june/Wawatch.htm>

**Monografia na Internet**

Foley KM, Gelband H, editors. Improving palliative care for cancer [monograph on the Internet]. Washington: National Academy Press; 2001 [cited 2002 Jul 9]. Available from: <http://www.nap.edu/books/0309074029/html/>.

**Homepage/Web site**

Cancer-Pain.org [homepage on the Internet]. New York: Association of Cancer Online Resources, Inc.; c2000-01 [updated 2002 May 16; cited 2002 Jul 9]. Available from: <http://www.cancer-pain.org/>.

**Parte de uma homepage/Web site**

American Medical Association [homepage on the Internet]. Chicago: The Association; c1995-2002 [updated 2001 Aug 23; cited 2002 Aug 12]. AMA Office of Group Practice Liaison; [about 2 screens]. Available from: <http://www.ama-assn.org/ama/pub/category/1736.html>

**BASE DE DADOS NA INTERNET**

**Acesso aberto:**

Who's Certified [database on the Internet]. Evanston (IL): The American Board of Medical Specialists. c2000 - [cited 2001 Mar 8]. Available from: <http://www.abms.org/newsearch.asp>

**Acesso fechado:**

Jablonski S. Online Multiple Congenital Anomaly/Mental Retardation (MCA/MR) Syndromes [database on the Internet]. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US). c1999 [updated 2001 Nov 20; cited 2002 Aug 12]. Available from: [http://www.nlm.nih.gov/mesh/jablonski/syndrome\\_title.html](http://www.nlm.nih.gov/mesh/jablonski/syndrome_title.html)

**Parte de uma base de dados na Internet**

MeSH Browser [database on the Internet]. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US); 2002 - [cited 2003 Jun 10]. Meta-analysis; unique ID: D015201; [about 3 p.]. Available from:  
<http://www.nlm.nih.gov/mesh/MBrowser.html> Files updated weekly. Updated June 15, 2005

- Ilustrações: figuras e tabelas devem ser compreensíveis sem a necessidade de referência ao texto.

- Figuras: as fotografias devem ser bem nítidas, com alto contraste, ampliadas em preto e branco em papel brilhante, se apresentadas lâminas, as figuras devem ser numeradas consecutivamente em algarismos arábicos. As escalas devem ser indicadas por uma linha ou barra na figura, e referenciadas, se necessário, na legenda (por exemplo, bar = 1 mm etc.). Lâminas e gráficos devem ajustar-se tanto em uma coluna (8 cm) ou na largura completa (16.5 cm) da página, e devem ser menores que a página para permitir a inclusão da legenda. As letras e números nas figuras devem ter tamanho legível após a redução ou a impressão. Ilustrações coloridas somente podem ser aceitas se os autores assumirem os custos. Por outro lado, uma fotografia colorida ilustra a capa de cada fascículo de Memórias, e os autores são convidados a submeter para consideração da revista ilustrações com legendas de seus manuscritos que poderão vir a ilustrar a capa.

- Tabelas: devem complementar, e não duplicar, o texto. Elas devem ser numeradas em algarismos romanos. Um título breve e descriptivo deve constar no alto de cada tabela, com quaisquer explicações ou notas de rodapé (identificadas com letras a, b, c etc.) colocadas abaixo.

- Comunicações breves: devem ser breves e diretas. Seu objetivo é comunicar com rapidez resultados ou técnicas particulares. As comunicações não devem ocupar mais do que três páginas impressas, incluindo figuras e/ou tabelas. Não devem conter referências em excesso. As referências devem ser citadas no final do texto, usando o mesmo formato para artigos originais. Um resumo breve e três palavras-chave devem ser apresentados.

- Formato alternativo: Os manuscritos podem ser submetidos seguindo os "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals" produzidos pelo International Committee of Medical Journal Editors, também conhecidos como Vancouver Style. Nesse caso, os autores devem seguir as diretrizes da quinta edição (Annals of Internal Medicine 1997; 126: 36-47, ou no website <http://www.acponline.org/journals/resource/unifreqr/htm>), sendo responsáveis por modificar o manuscrito onde diferir das instruções aqui apresentadas, se o manuscrito for aceito para publicação. Os autores também deverão seguir os Uniform Requirements para quaisquer outras diretrizes omitidas nestas instruções.

Uma vez que um trabalho seja aceito para publicação, os autores devem enviar:

- uma declaração de affidavit fornecida pela produção editorial da revista, assinada por todos os autores. Autores de diferentes países ou instituições podem assinar em diferentes folhas que contenham a mesma declaração.
- uma declaração de copyright fornecida pela produção editorial da revista, assinada pelo autor responsável pela correspondência.
- Taxas: a revista não cobra taxas para publicação.

- Provas: serão enviadas provas tipográficas aos autores para a correção de erros de impressão. As provas devem retornar para a Produção Editorial na data estipulada. Outras mudanças no manuscrito original não serão aceitas nesta fase.