



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

**INTERAÇÃO PARASITA-HOSPEDEIRO EM PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES EM
MATA DE GALERIA NO BRASIL CENTRAL**

DÊNIS DE SOUZA BONFIM

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ECOLOGIA COMO UM DOS REQUISITOS
PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE
EM ECOLOGIA

ORIENTADOR: PROF. DR. JADER SOARES
MARINHO-FILHO

BRASÍLIA,

2013


Dissertação de Mestrado

DENIS DE SOUZA BONFIM

Título:

“Interação parasita-hospedeiro em pequenos mamíferos não-voadores em mata de galeria no Brasil Central”.

Banca Examinadora:


Prof. Dr. Jader Soares Marinho-Filho
Presidente / Orientador
ZOO/ UnB


Prof. Dr. Rodrigo Gurgel Gonçalves
Membro Titular
FM/ UnB


Prof. Dr. Raimundo Paulo Barros Henriques
Membro Titular
ECL/ UnB

Prof. Dr. André Faria Mendonça
Membro Suplente
UnB

Brasília, 16 de abril de 2013.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi resultado de grande esforço conjunto de várias pessoas, que ajudaram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho. A lista é extensa e espero não esquecer ou ser injusto com aqueles que tiveram participação aqui.

Agradeço primeiramente à minha família, especialmente meus pais, por todo o apoio e compreensão da minha escolha acadêmica desde a graduação, e por todos os momentos que estivemos juntos para comemorar cada conquista. Agradeço ao meu orientador, Jader, por me aceitar como seu aluno, aturar minha insistência e impaciência em certos momentos, e por todas as dicas, suporte e apoio material que financiaram este estudo. Agradeço ao professor Rafael, que foi praticamente um segundo orientador para mim, cuja ajuda foi essencial para que este trabalho se desenvolvesse, seja pela ajuda em campo e laboratório, assim como nos momentos de ajuda intelectual para a escrita deste trabalho. Agradeço ao professor Estevam, que me ajudou de início no laboratório, e que me aturou esses dois anos com minhas angústias e dúvidas, fornecendo um grande auxílio, seja na etapa de laboratório quanto na de escrita. Agradeço ao professor Gino, que me acolheu em seu laboratório e permitiu que fizesse toda a triagem do meu material, e também por me ajudar na maior parte das identificações. A toda à equipe da veterinária, especialmente a Stela e Juliana, cuja ausência tornaria impossível o desenvolvimento deste trabalho, que não só se mostram grandes colegas de campo, mas também grandes amigas. Todas àquelas pessoas que me ajudaram em campo ou no laboratório, Kelma, Salvina, Narjara, Gustavo, Marianne, Rodrigo, Mariana, Kassia, Ayisa, Juliana Batista e Débora. Aos meus amigos de mestrado, Gustavo, Fábio, Danilo, Karla, Renata, Dhalton, Nelma, Anderson, Pedro, Paula, e João Victor que estiveram sempre presentes, seja nos momentos de “queimar neurônios” com alguma matéria, seja nos momentos de descontração e farra. Aos meus colegas de laboratório, Gabriel,

Samuel, Clarisse, Ingrid, Leonardo, Pedro e Ana Martins pelas ajudas oferecidas e pelos momentos de procrastinação, especialmente aos dois primeiros. Aos colegas Nicholas e Juliana Ribeiro, por me ajudar nas identificações e demais dúvidas no campo. Um agradecimento mais que especial à minha namorada, companheira e amiga Cecília por me aturar esses dois anos em diversos momentos de stress, mas também de alegria, que sempre me apoiou nas minhas decisões e ajudou quando necessário, inclusive ajudando a preparar a isca para o campo do dia seguinte, o que aposto que a levou a ter pavor de pasta de amendoim e sardinha.

Enfim, espero ter lembrado de todos que estiveram presente para que esse trabalho acontecesse, e cada palavra escrita deste trabalho tem um pouco do suor e ajuda de cada pessoa que foi citada. Devido à extensão dessa lista, peço desculpas caso tenha me esquecido de alguém.

SUMÁRIO

Agradecimentos	i
Sumário	iii
Índice de tabelas	v
Índice de figuras	vi
Resumo	viii
Abstract	x
Introdução Geral	1
O parasitismo	1
Caracterização do Cerrado	6
Os pequenos mamíferos não-voadores e seus parasitas	7
Capítulo 1- Estrutura da comunidade de pequenos mamíferos em fragmentos de Mata de Galeria no Brasil Central	12
Introdução	12
Material e Métodos	13
Área de Estudo.....	13
Captura dos Animais.....	16
Análise dos dados	19
Resultados	21
Abundância de pequenos mamíferos	21
Composição da comunidade de pequenos mamíferos	24
Discussão	29
Capítulo 2- Ectoparasitas e endoparasitas de tubo digestivo de pequenos mamíferos não-voadores em fragmentos de Mata de Galeria no Brasil Central	34
Introdução	34
Material e Métodos	36
Coleta dos ectoparasitas.....	36
Coleta das fezes	37
Análise dos dados	38
Resultados	40
Endoparasitas	40

Composição, Abundância e Agregação dos Parasitas	40
Variação na prevalência e intensidade de infestação de acordo com o sexo do hospedeiro	47
Variação temporal na prevalência	48
Ectoparasitas	50
Composição, Abundância e Agregação dos Parasitas	50
Variação na prevalência e intensidade de infestação de acordo com o sexo do hospedeiro	58
Variação temporal na prevalência	59
Discussão	61
Composição, Abundância e Agregação dos Parasitas	61
Sexo do hospedeiro e sazonalidade	67
Conclusão	70
Referências Bibliográficas	71

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela I – Espécies capturadas, número de indivíduos (N), número de recapturas dos indivíduos (NR) e proporção relativa dos indivíduos das doze espécies amostradas nos dois fragmentos de mata de galeria da FAL. _____	24
Tabela II - Índices de Diversidade de Shannon-Wiener (H'), modificado de Shannon-Wiener ($N1$), de Simpson (D), índice de Equitabilidade de Simpson ($E1/D$) e Índice de Similaridade de Morisita (IM). _____	31
Tabela III - Ocorrência dos endoparasitas nos hospedeiros com as respectivas prevalências e intensidade média em cada hospedeiro para o transecto 1. _____	44
Tabela IV - Ocorrência dos endoparasitas nos hospedeiros com as respectivas prevalências e intensidade média para o transecto 2 _____	45
Tabela V – Número de amostras analisadas para cada hospedeiro e os valores de prevalência para cada transecto _____	46
Tabela VI – Prevalência e intensidade média de infestação dos endoparasitas analisados para cada transecto _____	47
Tabela VII - Ocorrência dos ectoparasitas nos hospedeiros com as respectivas prevalências e intensidade média em cada hospedeiro para o transecto 1. _____	55
Tabela VIII - Distribuição das espécies de ectoparasitas nas espécies de pequenos mamíferos não-voadores para o transecto 1. _____	56
Tabela IX - Ocorrência dos ectoparasitas nos hospedeiros com as respectivas prevalências e intensidade média em cada hospedeiro para o transecto 2. _____	57
Tabela X - Distribuição das espécies de ectoparasitas nas espécies de pequenos mamíferos não-voadores para o transecto 2. _____	58
Tabela XI - Número de indivíduos analisados para cada hospedeiro e os valores de prevalência e intensidade média para ectoparasitas em cada transecto _____	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Precipitação total ao longo dos meses amostrados na região de Brasília- DF	14
Figura 2- Áreas de estudo, evidenciando a Fazenda Água Limpa (área em contorno azul) e os pontos em que foram estabelecidos cada transecto	15
Figura 3- Fotos das áreas amostradas. Acima o Transecto 1 e abaixo o Transecto 2	16
Figura 4- Número de capturas das espécies amostradas nos dois transectos ao longo do estudo realizado na FAL.	25
Figura 5 - Número de indivíduos (barras) e número de espécies (linha) ao longo dos meses, encontradas no transecto 1 na FAL.	27
Figura 6 - Número de indivíduos (barras) e número de espécies (linha) ao longo dos meses, encontradas no transecto 2 na FAL.	27
Figura 7 - Número de indivíduos das espécies mais abundantes ao longo dos meses encontradas no transecto 1 na FAL.	29
Figura 8 - Número de indivíduos das espécies mais abundantes ao longo dos meses encontradas no transecto 2 na FAL.	30
Figura 9- Distribuição de frequência do número de oocistos por grama de fezes em <i>Gracilinanus agilis</i> para coccídeo	48
Figura 10- Distribuição de frequência do número de ovos por grama de fezes em <i>Gracilinanus agilis</i> para strongilídeo	48
Figura 11 - Distribuição de frequência do número de ovos por grama de fezes em <i>Gracilinanus agilis</i> para <i>Trichuris sp</i>	49
Figura 12 - Distribuição de frequência do número de ovos por grama de fezes em <i>Didelphis albiventris</i> para strongilídeo.	49
Figura 13 - Distribuição de frequência do número de ovos por grama de fezes em <i>Rhipidomys macrurus</i> para strongilídeo.	50
Figura 14 - Distribuição de frequência do número de oocistos por grama de fezes em <i>Rhipidomys macrurus</i> para coccídeo.	50
Figura 15 – Prevalência de endoparasitas e número de indivíduos analisados para o transecto 1 ao longo dos meses	52
Figura 16 – Prevalência de endoparasitas e número de indivíduos analisados para o transecto 2 ao longo dos meses	52
Figura 17 - Distribuição de frequência do número de ectoparasitas em <i>Gracilinanus agilis</i> para <i>Ixodes schulzei</i>	60

Figura 18 - Distribuição de frequência do número de ectoparasitas em <i>Rhipidomys macrurus</i> para Laelapidae spp. _____	60
Figura 19 - Distribuição de frequência do número de ectoparasitas em <i>Rhipidomys macrurus</i> para <i>Laelaps sp.1</i> _____	61
Figura 20 - Distribuição de frequência do número de ectoparasitas em <i>Oecomys bicolor</i> para <i>Gigantolaelaps sp.</i> _____	61
Figura 21 – Prevalência de ectoparasitas e número de indivíduos analisados para o transecto 1 ao longo dos meses _____	63
Figura 22 – Prevalência de ectoparasitas e número de indivíduos analisados para o transecto 2 ao longo dos meses _____	63

RESUMO

O parasitismo em pequenos mamíferos não-voadores tem ganhado destaque devido à grande diversidade desses animais e por serem reservatórios de parasitas causadores de doenças zoonóticas. Este trabalho teve dois focos: a estrutura da comunidade de pequenos mamíferos não-voadores de fragmentos de Mata de Galeria no Brasil Central, comparando as diversidades, a equitabilidade e a similiaridade dos fragmentos; e a interação parasita-hospedeiro, com destaque para os ectoparasitas e endoparasitas gastrintestinais, avaliando a ocorrência e distribuição dos parasitas nos seus hospedeiros e fatores que podem levar a heterogeneidade, como o sexo do hospedeiro e a sazonalidade. Foram amostrados 245 indivíduos das famílias Didelphidae, Cricetidae, Echymidae e Muridae; com um total de 12 espécies. O transecto 1 teve uma maior abundância de pequenos mamíferos, porém com menor riqueza de espécies que o transecto 2. *Gracilinanus agilis* (Burmeister, 1854), *Rhipidomys macrurus* (Gervais, 1855), *Oecomys bicolor* (Tomes, 1860) foram as espécies mais abundantes no transecto 1 e *Gracilinanus agilis* e *Didelphis albiventris* (Lund, 1840) no transecto 2. As duas áreas tiveram índices de diversidade semelhantes e baixos valores de equitabilidade e similaridade. Quanto aos parasitas, foram analisadas 233 amostras de fezes de 197 indivíduos sendo identificadas 11 morfotipos de endoparasitas. 3364 ectoparasitas foram coletados de 236 indivíduos pertencentes a dez gêneros. Coccídeo e strongilídeo estiveram em um maior número de hospedeiros para os endoparasitas e *Gigantolaelaps* sp e *Laelaps* sp1 para os ectoparasitas. Os dois grupos de parasitas apresentaram uma distribuição agregada nos hospedeiros, sendo os endoparasitas o mais agregado. Machos tiveram maior intensidade parasitária para *R. macrurus* com os ectoparasitas Laelapidae spp. e *Laelaps* sp.1 e na prevalência de coccídeos em *G. agilis*. Os endoparasitas foram mais prevalentes na chuva e dentre os ectoparasitas, *G.*

agilis esteve mais parasitado na seca por *Ixodes schulzei*. A diversidade de pequenos mamíferos e seus parasitas destacam o potencial de estudos que esses animais oferecem. As diferenças encontradas entre endoparasitas e ectoparasitas podem estar relacionadas às formas desses parasitas explorarem seus hospedeiros. As diferenças encontradas entre os sexos e na sazonalidade de alguns grupos estão relacionadas as características morfológicas ou fisiológicas dos hospedeiros ou o ciclo de vida dos parasitas.

Palavras chave: heterogeneidade, parasitismo, pequenos mamíferos, sexo, sazonalidade.

ABSTRACT

Parasitism in small non-flying mammals has gained prominence because of the great diversity of these animals and because they are reservoirs of zoonotic parasites that cause diseases. This study had two main objectives: the community structure of small non-flying mammals in forest fragments of Central Gallery Forest in Brasil comparing diversities, the evenness and similiarity of the fragments; and the host-parasite interactions, especially for ectoparasites and endoparasites of the digestive tract, assessing the occurrence and distribution of parasites on their hosts and factors that may lead to hetoregeneity, such sex biases and seasonality. We sampled 245 individuals from families Didelphidae, Cricetidae, Muridae and Echymidae; with a total of 12 species. The transect 1 had a greater abundance of small mammals, but lower species richness than transect 2. *Gracilinanus agilis* (Burmeister, 1854), *Rhipidomys macrurus* (Gervais, 1855), *Oecomys bicolor* (Tomes, 1860) were the most abundant species in transect 1 and *Gracilinanus agilis* and *Didelphis albiventris* (Lund, 1840) in transect 2. Both areas had similar diversity index and low values of equitability and similarity. For parasites, we analyzed 233 faeces samples from 197 individuals and identified 11 morphotypes of endoparasites. 3364 ectoparasites were collected of 236 individuals belonging to ten genera. Coccidia and estromgilidia were on a larger number of hosts for endoparasites and *Gigantolaelaps* sp and *Laelaps* sp1 for ectoparasites. Both groups showed an aggregate distribution of parasites in the host, and endoparasites was the most aggregate. Males had higher parasite intensity for *R. macrurus* with ectoparasites Laelapidae spp. and *Laelaps* sp.1 and for prevalence of coccidia in *G. agilis*. Endoparasites were more prevalent among the rain season and for ectoparasites, *G. agilis* was more parasitized in drought by *I. schulzei*. The diversity of small mammals and their parasites studies highlight the potential of works that these animals offers. The

differences found between endoparasites and ectoparasites may be related to the forms of these parasites exploit their hosts. The differences between the sexes and the seasonality of some groups are related to morphological or physiological characteristics of the host or the parasite life cycle.

Key words: heterogeneity, parasitism, small mammals, sex, seasonality.

Introdução geral

O parasitismo

O parasitismo é uma interação ecológica que exerce um importante papel, influenciando as características demográficas das espécies de hospedeiros, regulando suas densidades populacionais, e desta forma, afetando as dinâmicas de populações, comunidades e apresentando efeitos inclusive ao nível do ecossistema (Scott, 1988; Thomas et al., 2005; Begon et al., 2006). O parasitismo muitas vezes é apresentado com um papel de morbidade e mortalidade dos hospedeiros (Anderson & May 1979; Price 1980), mas sabe-se que parasitas bem adaptados causam pouco dano aos seus hospedeiros de modo a evitar sua erradicação (Grundman et al., 1976). Nesse tipo de interação, o parasita consome parte de seu hospedeiro e vive à custa deste (Rogers, 1962; Barbehennt, 1969), sendo raramente letal em curto prazo e apresentando poucos ou um único indivíduo hospedeiro ao longo de sua vida, descrevendo assim uma relação íntima entre eles (Begon et al., 2006, Ricklefs, 2010).

A relação parasito-hospedeiro é fortemente influenciada pela seleção natural, já que a sobrevivência do parasita e sua progênie são altamente dependentes da sobrevivência do hospedeiro (Anderson & May 1979). O hospedeiro provê o ambiente no qual o parasita sobrevive, e na utilização deste ambiente o parasita danifica seu hospedeiro, seja diretamente pela privação de parte do alimento disponível para o hospedeiro ou pela destruição de tecidos, seja indiretamente por atividades químicas ou físicas tóxicas, sendo que para se estabelecer no hospedeiro, o parasita deve ser capaz de resistir aos fatores desfavoráveis providos pelo hospedeiro, como toxinas, anticorpos e condições físicas (Rogers, 1962). A virulência, definida como a capacidade patogênica de um organismo medida pela mortalidade ou capacidade de causar dano direto aos tecidos de um hospedeiro, associada à resistência do hospedeiro àquele parasita,

possibilita a ocorrência de eventos coevolutivos na relação parasita-hospedeiro (Dobson & Grenfell, 1995). A seleção atuará favorecendo hospedeiros que podem resistir ou tolerar uma determinada carga de parasitas, desenvolvendo sistemas de defesas que vão variar pelo tipo e mecanismo de transmissão parasitária e, por outro lado, selecionando aqueles parasitas que não causam a morte do hospedeiro (direta ou indiretamente) de forma prematura (Cameron 1964, Barbehenn 1969, Ricklefs 2010). Tais fatores podem levar a uma grande variação na especificidade da associação entre parasita e hospedeiro, podendo ser o hospedeiro apenas um provedor temporário de uma associação com um parasita, ou um hospedeiro permanente e único (Rogers, 1962). A exigência do parasita quanto aos seus padrões de requerimentos determinará a especificidade ao seu hospedeiro. Assim, um parasita altamente exigente nos seus recursos provavelmente viverá em apenas uma ou poucas espécies, e aqueles inespecíficos em uma grande variedade de ambientes. (Rogers, 1962). Consequentemente, essa relação leva ao surgimento de eventos de equilíbrio entre as populações de parasitas e hospedeiros, em que estes desenvolvem defesas contra o ataque parasitário, através de respostas imunológicas ou mecanismos que evitam o contato com o parasita, enquanto esse último, por sua vez, busca mecanismos para permanecer em seu hospedeiro (Combes, 2001; Begon 2006, Ricklefs, 2010).

Muitas das adaptações do ciclo de vida parasitário envolvem o aumento da probabilidade do estágio infectivo alcançar o próximo hospedeiro, o que geralmente está relacionado com o aumento no número de agentes infectivos resistentes às condições ambientais e desenvolvimento de padrões comportamentais que levam a um aumento de contato entre parasita e hospedeiro (Rogers, 1962). O termo interações duradouras tem sido utilizado para o conceito de parasitismo, referindo-se a uma estratégia evolutiva na

qual parasitas retiram recursos de outros organismos ao longo de uma longa e íntima relação de vida (Combes, 2001).

A definição do termo parasita é ampla, sendo utilizada para uma variedade de organismos vivos, abrangendo desde vírus e bactérias a organismos eucarióticos, como protozoários, helmintos, artrópodes e até mesmo alguns vertebrados como os morcegos vampiros e cucos. Os estudos com parasitologia buscam definir primeiramente os grupos de parasitas de acordo com características semelhantes que os agrupam. Uma classificação geralmente utilizada por ecólogos consiste em distinguir parasitas pelo seu tamanho em microparasitas e macroparasitas. Microparasitas são pequenos, com frequência, apresentando características de vida intracelulares e que possuem rápida reprodução dentro do seu hospedeiro. Seu tempo de geração é curto, com populações instáveis que aumentam rapidamente, podendo levar a morte do hospedeiro ou desenvolvimento de imunidade ao parasita. Os antígenos geralmente são simples e a imunidade é geralmente por toda a vida do hospedeiro. Esse grupo é constituído principalmente por vírus, bactérias, fungos e protozoários. Por outro lado, macroparasitas são grandes, possuem tempo de geração mais longa, crescem e depois produzem estágios infecciosos especializados, apresentando populações estáveis, que são liberados para infectar novos hospedeiros. Possuem uma grande diversidade de antígenos, tanto que sua imunidade é transiente e é uma função da história de infecção do hospedeiro. Suas infecções tendem a ser crônicas levando a morbidade ao invés de mortalidade. Vivem geralmente sobre o corpo ou em cavidades do hospedeiro, e seus principais grupos incluem os helmintos (vermes) e os artrópodes. (Anderson & May, 1979; Hudson et al., 2002; Begon et al., 2006; Morand et al., 2006a).

Os parasitas também podem ser classificados de acordo com a localização do parasita no corpo do hospedeiro, onde são denominados de ectoparasitas, para aqueles

que vivem na superfície do hospedeiro (maioria dos artrópodes) passando grande parte da sua vida, ou todas as fases, no corpo de seus hospedeiros ou em abrigos, alimentando-se diretamente dos mesmos; ou endoparasitas para os que vivem confinados no interior do organismo, podendo se alimentar direta ou indiretamente do hospedeiro (Croll, 1973; Rhodes, 2001).

Parasitas também podem ser classificados como temporários, quando passam parte de suas vidas nos hospedeiros (carrapatos, pulgas), ou permanentes (nictéribídeos, ácaros). Outra classificação utilizada é considerando sua dependência quanto aos recursos do hospedeiro como parasitas facultativos (alguns nematóides) quando não dependem totalmente dos recursos do seu hospedeiro, ou parasitas obrigatórios (carrapatos), quando são totalmente dependentes dos recursos dos seus hospedeiros (Croll, 1973; Marshall, 1981).

O ciclo de vida dos parasitas pode ser direto, necessitando de apenas um hospedeiro para seu desenvolvimento, ou indireto necessitando de múltiplas espécies de hospedeiros para seu desenvolvimento (Croll, 1973). Considerando a estratégia de busca ao hospedeiro, os parasitas ainda podem ser classificados como ativos, quando respondem ativamente a um sinal do ambiente ou do hospedeiro, ou passivos, caracterizando uma resposta não evidente do parasita ao hospedeiro, podendo esse encontro ocorrer aleatoriamente, ainda que influenciado por adaptações como a amplificação do número de parasitas (Kennedy, 1976).

Dentre os principais fatores que podem ser afetados pelo parasitismo na sua relação com o hospedeiro podemos destacar as seguintes: o impacto na reprodução do hospedeiro, que pode ser tanto diretamente devido a danos nos órgãos reprodutivos, reduzindo a fecundidade ou sobrevivência dos neonatos (Gulland, 1995) ou indiretamente pela redução na taxa de crescimento e, portanto a idade para a primeira

reprodução ou mesmo o comportamento do hospedeiro (Gulland, 1995; Murray et al., 1997, 1998; Ehman & Scott, 2002; Kavaliers et al., 2003); alterações morfológicas e fisiológicas no hospedeiro devido a restrições nutricionais ocasionadas pelos parasitas, com efeitos desde a níveis calóricos como no tamanho dos órgãos dos indivíduos (Kristan & Hammond, 2001; Kristan & Hammond, 2000); impacto na sobrevivência do hospedeiro devido aos efeitos deletérios que podem ser causados nos organismos devido ao nível de virulência dos parasitas, apesar da dificuldade em estimar o quanto o parasitismo influencia na mortalidade dos hospedeiros (Gulland, 1995); e por fim, aumento no risco de predação devido aos efeitos dos parasitas no comportamento do hospedeiro assim como na morbidade, tornando estes indivíduos mais vulneráveis a predação (Hudson et al., 1992).

As diversidades de formas de atuação e características existentes nos parasitas, associadas à variedade de mecanismos de dispersão e superação das barreiras ao parasitismo impostas pelos hospedeiros, juntamente com o contexto ecológico, demonstram a extraordinária diversidade de estratégias adaptativas dos parasitas ao seu ambiente, sendo o provável motivo do grande sucesso de dispersão desses indivíduos (Levins, 1968; Combes, 2001). Trabalhos que envolvem a relação parasita-hospedeiro auxiliam na reconstrução e compreensão das teias alimentares, podendo estar relacionados com o aumento na riqueza de espécies e suas ligações, bem como o número de níveis tróficos, o comprimento da cadeia e sua conectividade (Lafferty et al., 2008).

Devido ao crescente reconhecimento da importância dos parasitas na ecologia das populações e comunidades, essa temática tende a ser um problema a ser cada vez mais considerado atualmente, onde os animais selvagens cada vez mais se concentram em áreas de preservação e possuem seus territórios mais ainda fragmentados pela atividade

humana (Dobson & Grenfell, 1995). A variedade de estruturas e complexidades vegetais existentes nos diferentes biomas associada com a diversidade faunística e o aumento da atividade humana com impacto prejudicial na biodiversidade, torna os estudos sobre parasitas um importante tema a ser abordado para caracterizar e compreender seu papel na manutenção de populações viáveis de diversas espécies ameaçadas nos diferentes biomas existentes, assim como seus efeitos nas dinâmicas populacionais e nas comunidades que habitam essas regiões.

Caracterização do Cerrado

O cerrado representa o bioma de savana no Brasil e a maior formação savânica da América do Sul possuindo uma área de aproximadamente 2 milhões de km² na região do Brasil central (Ratter et al., 1997), o que corresponde a aproximadamente 22% da superfície terrestre do país. O bioma é considerado um dos 34 *hotspots* mundiais (Mittermeier et al., 2004) possuindo uma grande importância na dispersão zoogeográfica, pois apresenta ecótonos com quase todos os outros biomas brasileiros e necessitando assim maior atenção sob uma ótica conservacionista (Redford & Fonseca 1986, Myers et al. 2000).

O clima é típico das savanas com temperatura média anual variando de 18° a 28°C, uma precipitação média para 90% da área entre 800-2000 mm e duas estações bem pronunciadas, uma seca entre os meses de abril e setembro e outra chuvosa de outubro a março (Eiten, 1972; Ratter et al., 1997; Ribeiro & Walter, 2001). O bioma possui fitofisionomias variando de abertas, com campo limpo e campo sujo, a formações mais densas como matas de galeria em áreas úmidas e florestas secas em áreas com solos produtivos (Oliveira-Filho & Ratter 2002).

A grande heterogeneidade na vegetação do Cerrado corresponde a um mosaico que determina diferentes configurações de habitat para a fauna em geral, o que se reflete

na diversidade e variação morfológica das espécies desse bioma (Alho 1981). A fauna de mamíferos do cerrado possui um registro de 251 espécies, 35% do documentado para o Brasil (Paglia et al., 2012), sendo composta principalmente por pequenos mamíferos (animais com massa corporal inferior a 5 kg) (Marinho-Filho et al., 2002).

Os pequenos mamíferos não-voadores e seus parasitas

Dentre os pequenos mamíferos não voadores do continente americano, os marsupiais (ordem Didelphimorfia) e roedores (ordem Rodentia) são os principais integrantes desse grupo de mamíferos, possuindo uma grande diversidade de espécies e uma relação próxima com as atividades humanas (Wilson & Reeder, 2005; Morand et al., 2006a). O Brasil tem registrado 701 espécies de mamíferos, país com a maior riqueza de mamíferos do mundo. A ordem Didelphimorfia compreende a grande maioria dos marsupiais americanos, e possuem distribuição desde o sudeste do Canadá ao sul da Argentina (Nowak, 1999), tendo a família Didelphidae como grupo mais diverso dentro desta ordem para o continente americano (Gardner, 2005).

A ordem Rodentia é a maior entre os mamíferos quanto ao número de espécies (Nowak, 1999; Wilson & Reeder, 2005), e sua ampla variedade de características morfológicas permite esse grupo habitar os mais diversos ambientes, desde extremos, como desertos, até ambientes florestais (Wolff & Sherman, 2007).

No Cerrado, até o momento, foram registradas 78 espécies de roedores e 26 de marsupiais, compondo os principais grupos de pequenos mamíferos não voadores nesse bioma, e onde se destacam as famílias Didelphidae, entre os marsupiais e Cricetidae e Echimyidae entre os roedores (Paglia et al., 2012).

Esse grupo de animais são importantes por comporem a dieta dos predadores e desempenharem serviços essenciais ao ecossistema, especialmente quanto à dispersão e germinação de sementes (Janzen 1971, Morand et al., 2006a). Muitos são considerados

espécies chave, pois a existência de diversos outros animais e plantas é dependente dos pequenos mamíferos (Nowak, 1999). Por outro lado, vários pequenos mamíferos são considerados como pragas agrícolas, bem como hospedeiros e reservatório de espécies de parasitas para diversas doenças que afetam humanos e animais domésticos (Morand et al., 2006a). Essa dualidade como importante componente da biodiversidade e importante fator negativo ao bem estar humano tem levado a um grande esforço de estudos com esse grupo de animais em todo o mundo (Morand et al., 2006a; Wolff & Sherman, 2007).

Para a conservação da diversidade de pequenos mamíferos não voadores, assim como o controle populacional desses animais, é necessário à compreensão dos fatores que governam suas dinâmicas populacionais e suas comunidades, sendo o parasitismo um destes fatores. Seus efeitos na abundância e composição nas populações de hospedeiros são elementos de grande importância a serem estudados e compreendidos nos esforços de manejo das populações de pequenos mamíferos tanto para a visão de conservação quanto para seu controle (Begon et al., 2006, Morand et al., 2006a).

Quatro maiores filos de metazoários são reconhecidos como macroparasitas de pequenos mamíferos, que são eles: Rhabditophorea (cestódeos e trematódeos), Syndermata (acantocéfalos), Nematoda e Arthropoda (pulgas, carrapatos e moscas) (Morand et al., 2006a). Esses parasitas possuem ciclos de vida direto ou indireto, onde os mamíferos podem ser tanto seus hospedeiros intermediários ou definitivos (Combes, 2001). Os artrópodes são em sua maioria ectoparasitas, enquanto os helmintos são endoparasitas (Kellog, 1914; Morand et al., 2006a). O filo Protozoa, pertencente ao domínio Eukaryota, e que abriga organismos unicelulares, possui representantes parasitas de pequenos mamíferos (amebas, coccídeos) sendo classificados quanto ao

tamanho como microparasitas e localização no hospedeiro como endoparasitas (Croll, 1973).

Existe uma grande variação no número de espécies de parasitas que os mamíferos podem hospedar, tanto para endoparasitas quanto para ectoparasitas, sendo que animais de pequeno porte tendem a uma maior diversidade parasitária do que mamíferos de grande porte (Morand et al., 2006a). A grande diversidade de espécies de pequenos mamíferos associada com a especificidade do parasita ao hospedeiro são apontadas como fatores evolutivos de grande influência na diversidade de parasitas que esses animais hospedam. Sabe-se que mesmo entre grupos taxonômicos próximos (família, por exemplo) existe uma variação considerável na riqueza de espécies de parasitas (Kim, 1985).

As características populacionais e da comunidade dos hospedeiros também são fatores a serem considerados para a dispersão e distribuição dos parasitas, como, por exemplo, a densidade dos pequenos mamíferos (Arneberg et al., 1998; Altizer et al., 2003; Bordes et al., 2007). Isso porque a taxa na qual os hospedeiros adquirem os parasitas é determinado pelo número de indivíduos disponíveis para colonização parasitária (Anderson & May, 1979; Morand & Poulin, 1998). Desta forma, uma elevada densidade de hospedeiros facilitaria o processo de transmissão de parasitas tanto entre indivíduos da mesma espécie, quanto de espécies distintas, levando a um maior número de espécies de parasitas por hospedeiro. Quando a densidade dos hospedeiros é claramente afetada pelo parasitismo, seus efeitos são evidentes na reprodução e sobrevivência dos indivíduos (Gulland, 1995; Hudson, 2005).

Dentre os fatores da comunidade, quanto maior a riqueza taxonômica dos hospedeiros simpatricamente relacionados, maior a probabilidade da transferência de parasitas e desta forma aumentando a riqueza de parasitas dos hospedeiros nas

comunidades (Combes, 2001). Analogamente, essas comunidades são estruturadas tanto por fatores intrínsecos, como susceptibilidade do hospedeiro, imunidade e condições hormonais ou fisiológicas; e extrínsecos como exposição do hospedeiro, sazonalidade e características do habitat, fatores estes que vão influenciar a diversidade e a carga parasitária no hospedeiro (Morand et al., 2006a).

Trabalhos sobre parasitas de pequenos mamíferos no Brasil vêm ganhando maior destaque no meio científico ao se constatar que esses animais podem ser importantes reservatórios de parasitas causadores de doenças de importância zoonótica como Leishmaniose, Doença de Chagas e Hantavirose, ou mesmo portando os vetores de algumas doenças, como Doença de Lyme e Febre Maculosa que são transmitidas por carrapatos (Ministério da Saúde, 2010); tornando os pequenos mamíferos importantes objetos de estudo nas áreas de saúde pública. Do mesmo modo existe um campo vasto ainda não explorado acerca do parasitismo nestes animais se considerar a especificidade parasita-hospedeiro que pode ocorrer e a grande riqueza na fauna de hospedeiros existente nos trópicos.

Duas temáticas geralmente abordadas em trabalhos sobre parasitismo em pequenos mamíferos são os ectoparasitas e os endoparasitas de tubo digestivo. Os trabalhos realizados no Brasil com ectoparasitas de pequenos mamíferos não-voadores silvestres são bem diversos, incluindo a especificidade parasita-hospedeiro (Martins-Hatano et al., 2002; Bittencourt & Rocha, 2003; Bossi et al., 2002), a influência de variáveis climáticas na carga e prevalência parasitária (Bossi et al., 2002) e principalmente a simples descrição da ocorrência dos parasitas em seus hospedeiros (Guitton et al., 1986; Yoshizawa et al., 1996; Barros-Battesti et al., 1998; Gettinger et al., 2005; Salvador et al., 2007; Reis et al., 2008). Para endoparasitas de tubo digestivo a quantidade de trabalho é menor e restrita a poucos grupos de pequenos mamíferos ou

endoparasitas (Gomes & Vicente, 1984; Gomes et al., 2003; Lallo et al., 2009; Soares et al., 2008; Kuhnen et al., 2012) A maioria dos trabalhos sobre essa temática no Brasil concentra-se no bioma da Mata Atlântica, sendo os trabalhos em biomas como Amazônia e Cerrado em menor número.

Uma vez que a vegetação possui grande influencia sobre a comunidade de mamíferos de uma determinada região (Alho 1981), e do mesmo modo a área de ocorrência do hospedeiro pode afetar a incidência e prevalência parasitária devido a fatores como composição vegetal, umidade e exposição solar (Gulland, 1995); estes fatores devem influenciar a diversidade de parasitas associada a esses animais. É importante, portanto, a realização de estudos sobre os parasitas de pequenos mamíferos em biomas ainda pouco explorados quanto a essa temática.

Desta forma, o trabalho foi dividido em dois capítulos, onde no primeiro o objetivo foi caracterizar a estrutura da comunidade de pequenos mamíferos não-voadores de fragmentos de Mata de Galeria no Brasil Central; e no segundo analisar as interações parasita-hospedeiro, com destaque para os ectoparasitas e os endoparasitas gastrintestinais, analisando aspectos como a riqueza de espécies de parasitas, suas associações, o nível de agregação parasitária, prevalência, e intensidade média, assim como diferenças entre os sexos dos hospedeiros quanto à prevalência e intensidade média e a ocorrência de sazonalidade na prevalência nos hospedeiros.

Capítulo 1- Estrutura da comunidade de pequenos mamíferos em fragmentos de Mata de Galeria no Brasil Central

Introdução

A estrutura de uma comunidade diz respeito aos padrões de composição, riqueza e abundância de espécies e das forças evolutivas que moldam esses padrões (Begon et al., 2006). Teorias que buscam explicar fenômenos observados em algumas comunidades apontam o aumento da diversidade nas latitudes próximas aos trópicos (Pianka, 1966; Cook, 1969) ou em ambientes de complexidade mais elevada (Simpson, 1964) e a coexistência de espécies de acordo com as diferentes estratégias de competição por recursos (Tilman & Pacala, 1993).

Nos trabalhos que envolvem a comunidade de pequenos mamíferos terrestres, o Cerrado é um dos biomas que tem sido um alvo crescente quanto ao número de pesquisas, onde alguns estudos apontam uma variação na diversidade de espécies de pequenos mamíferos ao longo de diferentes habitats de acordo com sua complexidade vegetal (Alho, 1981; Marinho-Filho et al., 2002). Os pequenos mamíferos são animais de difícil visualização no ambiente, porém um grupo de fácil captura e de abundância relativamente alta, o que possibilita resultados confiáveis e robustos quanto aos seus padrões de distribuição, riqueza e abundância. Esses animais são de grande importância para a dinâmica das paisagens funcionando como predadores e dispersores de sementes (Janzen, 1971; Davidson et al., 1984; Pizo, 1997; Hulme, 1998; Edward & Crawley, 1999; Kauffman & Maron, 2006) e alterações locais da vegetação podem estar intimamente relacionado com a especificidade desses animais ao ambiente. Conseqüentemente, a complexidade da vegetação pode ter uma relação positiva com a riqueza de espécies ou à abundância de pequenos mamíferos terrestres (Alho, 1981).

A continua expansão agrícola e urbana sofrida pelo cerrado nas últimas décadas tem levado a fragmentação e a perda de habitat expressiva nesse bioma (Myers et al., 2000), podendo afetar as comunidades de pequenos mamíferos. Sabe-se que áreas abertas podem funcionar como barreiras para a dispersão das espécies florestais (Pires et al., 2002; Prevedello & Vieira, 2009), podendo levar a extinção local de algumas espécies mais sensíveis ao isolamento de suas populações (Burkey, 1989; Soulé et al., 1992). Desta forma, pode ocorrer o empobrecimento das comunidades em regiões fragmentadas e perturbadas, permanecendo as espécies mais generalistas e/ou mais tolerantes aos processos de antropização e fragmentação da paisagem (Pardini et al., 2010).

Com isso, devido à rápida ocupação e transformação do cerrado, estudos sobre a fauna e flora são de grande importância para o conhecimento das distribuições e padrões de riqueza de espécies desse bioma, constituindo ferramentas para auxiliar nas estratégias de conservação e utilização sustentável destas áreas. O presente estudo tem como objetivo caracterizar a comunidade de pequenos mamíferos terrestres de dois fragmentos de Mata de Galeria no Brasil central, analisando as diferenças na composição, riqueza e abundância de espécies.

Material e Métodos

Área de Estudo

O trabalho foi realizado na Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília, que constitui uma das áreas de proteção da Área de Proteção Ambiental (APA) Gama-Cabeça de Veado. A FAL possui uma área aproximadamente de 4.340 hectares (IBRAM, 2012) possuindo áreas destinadas à preservação, conservação e produção agrícola e pastoril. É considerada uma Área de Relevante Interesse Ecológico - ARIE Capetinga/Taquara, também denominada Estação Ecológica da Universidade de

Brasília. Pertence à área Núcleo da Biosfera do Cerrado, limitando-se ao norte com o Ribeirão do Gama e o Núcleo Rural da Vargem Bonita, ao sul com a BR 251, que liga Brasília a Unai/MG, ao leste com o Córrego Taquara e o IBGE, e ao oeste com a estrada de ferro e o Country Club de Brasília.

Juntamente com as áreas vizinhas da Estação Ecológica do IBGE (1.360 ha) e o Jardim Botânico de Brasília (5.000 ha) (IBRAM 2012), a FAL compõe um fragmento de aproximadamente 10.700 ha de cerrados e matas de galeria. Todas as fitofisionomias do Cerrado do Brasil Central estão representadas na FAL, como as matas de galeria, cerradão, cerrado, campo sujo, campo limpo, vereda, campo rupestre e campo de murundus. O clima, de acordo com a classificação de Koppen, é do tipo AW, com pluviosidade média anual de 1.574 mm. A temperatura do ar varia de 12,0° a 28,5° C (Felfili et al., 1999). Duas estações são definidas para a região, uma seca nos meses de abril a setembro e outra chuvosa de outubro a março (Figura 1).

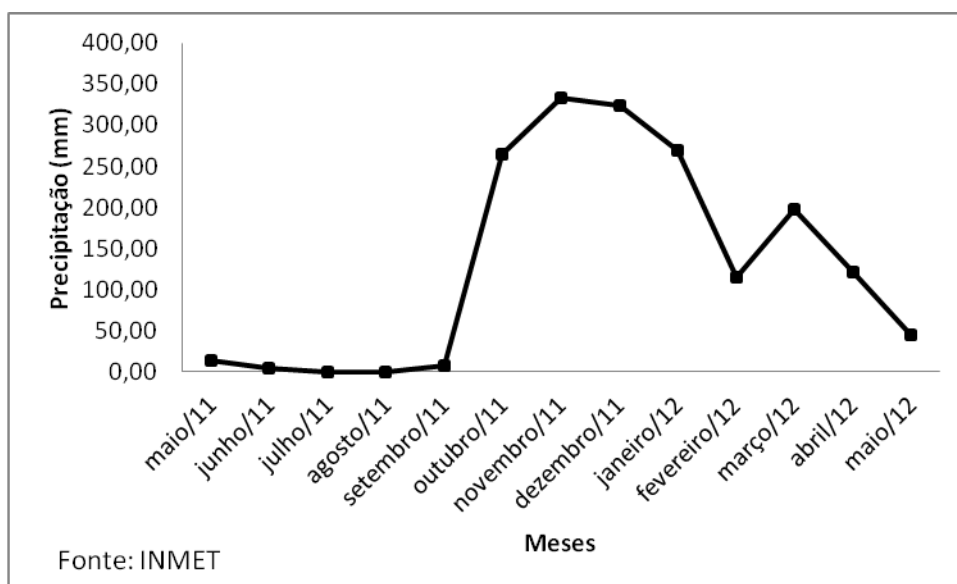


Figura 1- Precipitação total ao longo dos meses amostrados na região de Brasília- DF

O estudo foi realizado em dois fragmentos de mata de galeria localizados na FAL (Figura 2). As matas de galeria são uma fitofisionomia restrita a uma estreita faixa ao longo da borda de rios e córregos variando em largura poucos a algumas centenas de

metros, mas que possuem uma grande diversidade de flora e fauna (Oliveira-Filho & Ratter, 2002). Estas matas são densas e compostas por árvores que podem alcançar 20 metros de altura, possuindo pouca penetração luminosa na maior parte das suas áreas. No solo a vegetação rasteira é escassa e com bastante serrapilheira. As interfaces com outras vegetações, como florestas úmidas, florestas mesofíticas e o próprio cerrado sujeitam essa vegetação a uma grande variedade de influências florísticas e faunísticas, resultando em uma grande heterogeneidade, e eventualmente permitindo o estabelecimento de animais não adaptados as condições de seca das áreas abertas do cerrado nesses ambientes (Redford & Fonseca 1986, Oliveira-Filho & Ratter 2002). Apesar de corresponder a apenas 5% da área total do cerrado, ela abriga 80% das espécies de mamíferos da região (Marinho-Filho et al. 2002).

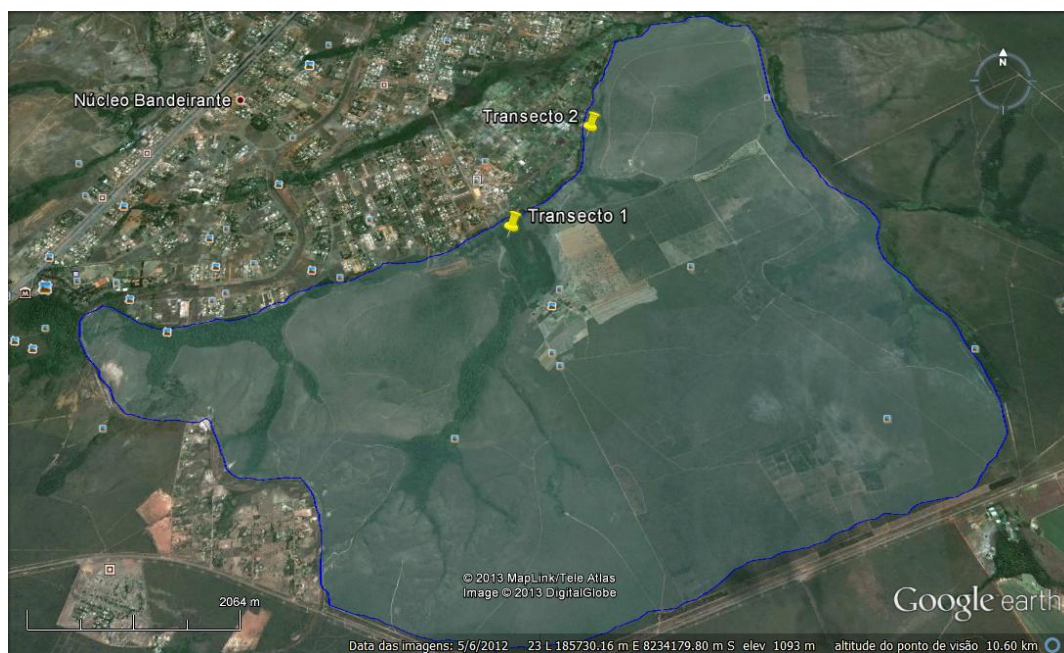


Figura 2- Áreas de estudo, evidenciando a Fazenda Água Limpa (área em contorno azul) e os pontos em que foram estabelecidos cada transecto

Captura dos Animais

Dois transectos foram estabelecidos em duas áreas distintas: Transecto 1 (15°56'25.61"S e 47°56'20.97"W) com maior complexidade vegetal e com maior abundância de vegetação lenhosa e Transecto 2 (15°55'37.78"S e 47°55'48.01"W) com uma menor complexidade vegetal, menor abundância de vegetação lenhosa e maior pressão antrópica caracterizada pela presença de pastos nas proximidade. Este transecto, na segunda campanha de amostragem, passou por uma queimada que atingiu praticamente todos os pontos de amostragem já estabelecidos. Cada transecto apresentava-se distante aproximadamente 1.700 m um do outro.



Figura 3- Fotos das áreas amostradas. Acima o Transecto 1 e abaixo o Transecto 2

Foram colocados 100 pontos de captura identificados por letras e números (A-B-C-D primeiro transecto e A-Z segundo transecto) e espaçados 15 m entre si,

acompanhando o córrego existente na região. Em cada ponto foi colocado uma fita de marcação, indicando os 100 pontos de armadilhagem. Para a captura dos animais nos dois transectos foram utilizadas armadilhas do tipo “live traps” modelos Tomahawk (13 x 13 x 41 cm) e Sherman (tamanhos 12,0 cm x 10,0 cm x 37,5 cm e 9,0 cm x 8,0 cm x 23,5 cm), sendo 40 da primeira e 60 da segunda. As armadilhas eram dispostas alternadamente no solo e no sub-bosque, sendo que as armadilhas tipo Tomahawk sempre ficavam no solo.

Os táxons-alvo foram principalmente os pequenos mamíferos não-voadores, espécies que possuem massa corporal de no máximo 5 kg, que compreendem principalmente os marsupiais e roedores. As iscas utilizadas nas armadilhas eram compostas por uma mistura de sardinha, pasta de amendoim, banana e fubá. Para as armadilhas do tipo Tomahawk, esta mistura era colocada sobre um pedaço de milho verde ou banana. As armadilhas foram montadas e abertas mensalmente, por quatro noites consecutivas, de maio de 2011 a maio de 2012, sendo vistoriadas diariamente sempre no início da manhã. Cada transecto era amostrado alternadamente a cada mês, totalizando seis campanhas de captura em cada transecto.

Os animais capturados foram levados para o laboratório SEMIO na FAL onde eram realizadas as triagens dos indivíduos. Para determinar a abundância das espécies foi utilizada a metodologia de captura-marcação-recaptura dos animais. Os pequenos mamíferos eram marcados com brincos específicos para animais de pequeno porte (National Band & Tags, Mod. 1005-1) para permitir sua posterior identificação. Os animais manipulados eram previamente anestesiados através da utilização de Cetamina com dosagens variando de 10 a 40 mg/Kg, dependendo do tamanho e massa corporal do animal. A etapa de anestesia dos indivíduos foi realizada com a colaboração da equipe de veterinária da Faculdade de Agronomia e Veterinária da UnB, sob a supervisão do

Prof. Dr. Rafael Veríssimo Monteiro. As doses utilizadas foram calculadas baseadas em extrapolação alométrica, baseado em uma dose de 1,61 mg/Kcal para mamíferos placentados e 1,56 mg/Kcal para marsupiais.

Os animais foram identificados até o nível de espécie com auxílio dos trabalhos de Bonvicino e colaboradores (2008) e Rossi & Bianconi (2012) e medidos (comprimento da cabeça, do corpo, da cauda, da orelha direita e da pata traseira direita), pesados e sexados. Foram utilizados para a pesagem Pesola com capacidade para 100g divisão 1,0g, Pesola com capacidade para 500g divisão 2,0g e Pesola com capacidade para 1000g divisão 5,0g. Em roedores foi realizada uma classificação quanto ao seu estágio de desenvolvimento (juvenil e adulto) a partir de características morfológicas externas (comprimento, massa corporal e coloração da pelagem). Foram registrados ainda os seus estágios reprodutivos: fêmeas com ou sem perfuração vaginal, grávidas ou não e lactantes; para os machos adultos foram considerados a posição dos testículos na bolsa escrotal ou intra-abdominal. Para os marsupiais, o estágio reprodutivo foi avaliado apenas para fêmeas adultas, com a presença ou não de filhotes e se apresentavam sinais de amamentação. O estágio de desenvolvimento foi verificado de acordo com a erupção dos dentes segundo Macedo e colaboradores (2006), onde indivíduos com a ausência do terceiro molar, tanto inferiores ou superiores, eram considerados jovens; a partir da presença dos mesmos considerávamos sub-adultos; e com os quatros molares eram considerados adultos. Os primeiros indivíduos de cada espécie foram coletados como espécime testemunho sendo depositados na coleção do Laboratório de Mamíferos do Departamento de Zoologia da UnB.

Após a coleta dos dados todos os animais foram liberados no mesmo dia nos s pontos onde haviam sido previamente capturados. Animais recapturados em uma

mesma campanha (mesmo mês), não eram submetidos a uma nova triagem, apenas analisados quanto a sua condição reprodutiva.

Análise dos dados

Para comparar o número de indivíduos das espécies mais abundantes entre os dois transectos, foi utilizado o Teste de Qui-Quadrado com correção de Yates. O teste também foi utilizado para analisar a associação entre o número de indivíduos das espécies mais abundantes capturados na estação seca e na chuvosa. A estação seca foi considerada de abril a setembro e a chuvosa de outubro a março (Figura 1). Foram consideradas para a análise as espécies com pelo menos 20 registros. Os resultados foram considerados significativos para valores de p menores que 0,05.

Foram também calculados os índices de diversidade dos fragmentos separados e juntos utilizando os índices de Shannon–Wiener (H'), Shannon-Wiener modificado e de Simpson (D). Os índices de diversidade são ferramentas importantes no estudo da estrutura de uma comunidade, pois fornecem informações sobre sua composição, levando em conta a presença de espécies raras e comuns, considerando a abundância das espécies (Begon et al., 2006), e permitindo acessar as informações sobre diversidade de diferentes sistemas naturais de maneiras similares. (Magurran, 1988). O índice de Shannon – Wiener (H') assume que os indivíduos são amostrados aleatoriamente no ambiente e pertencem a uma comunidade grande e onde todas as espécies são representadas na amostra, sendo constantemente utilizado em trabalhos que discutem a diversidade de diferentes ambientes (Magurran, 2004). Seu cálculo é definido como:

$$H' = - \sum P_i \ln P_i,$$

onde P_i corresponde a proporção de indivíduos da espécie i em relação ao total da amostra. Os valores desse índice geralmente estão por volta de 1,5 e 3,5, raramente

superando 4, onde valores menores indicam menor diversidade do que valores maiores (Magurran, 2004).

O Índice Modificado de Shannon – Wiener (N_1) é uma medida que fornece o número de espécies que seria encontrado em uma amostra se todas as espécies fossem igualmente comuns no ambiente facilitando a interpretação dos resultados (Krebs, 1999; Magurran, 2004). Seu calculo é definido como:

$$N_1 = e^{H'}$$

onde: “e” é o número de Euler, um número irracional e constante matemática com valor aproximado de 2.71828 e H' corresponde ao Índice de Shannon-Wiener.

O índice de Simpson fornece a probabilidade de qualquer dois indivíduos retirados aleatoriamente de uma comunidade infinitamente grande pertencer a mesma espécie, e é fortemente sensível as espécies mais abundantes. É um dos índices de diversidade disponível mais robusto e significativo utilizado atualmente (Magurran, 2004). Seu calculo é definido como:

$$D = 1/\sum P_i^2$$

onde P_i corresponde a proporção de indivíduos da espécie i em relação ao total da amostra. Essa análise captura a variância da abundância da distribuição das espécies e os valores obtidos pela medida aumentam conforme a comunidade se torna mais uniforme (Magurran, 2004).

A utilização de mais de um índice de diversidade facilita a comparação e esclarecimentos de questões relacionadas a cada um dos fragmentos amostrados, além de ampliar as possibilidades de comparação com outros estudos realizados.

Para observar como os indivíduos se distribuem entre as espécies, foi calculada a equitabilidade dos fragmentos separados e em conjunto. Foi utilizado o índice de heterogeneidade de Simpson ($E_{1/D}$), que é definido como:

$$E_{1/D} = (1/D)/s$$

onde D é o Índice de Simpson e s é o número total de espécies. Este índice baseia-se no número de espécies observadas na amostra e é calculado a partir do índice recíproco de diversidade de Simpson. Este índice varia de zero a um e é pouco afetado por espécies raras presentes na amostra (Magurran, 2004).

A similaridade das comunidades animais entre as áreas foi calculada utilizando o índice de similaridade de Morisita (IM) (Brower et al., 1997; Krebs, 1999), que varia de zero (total dissimilaridade) a um (total similaridade) e baseia-se na abundância relativa dos indivíduos de cada espécie. Este índice refere-se à probabilidade de indivíduos retirados aleatoriamente de cada uma das comunidades pertencerem à mesma espécie e é pouco afetado pelo tamanho e diversidade das amostras (Brower et al., 1997).

O teste de Qui-Quadrado com correção de Yates foi calculado utilizando o software R 2.15.1, assim como os índices de diversidade, com o auxílio do pacote vegan.

Resultados

Abundância de pequenos mamíferos

O esforço total de captura foi de 4.800 armadilhas/noite, tendo sido amostrados 245 indivíduos, capturados 442 vezes, distribuídos em quatro famílias, Didelphidae, Cricetidae, Echymidae e Muridae; sendo dez espécies de roedores e duas espécies de marsupiais (Tabela 1). Nas doze campanhas de captura realizadas nos anos de 2011 e 2012, o esforço em cada transecto foi de 1.200 armadilhas/ noite no período seco e igual número no período chuvoso. O sucesso de captura variou entre os transectos, obtendo o transecto 1 sucesso de 15% e 13% nos períodos de seca e chuva, respectivamente, enquanto o transecto 2 foi de 7% e 3% nos mesmos períodos.

No transecto 1 foram capturadas oito espécies sendo 170 indivíduos capturados 331 vezes. *Gracilinanus agilis* (Burmeister, 1854) foi à espécie mais abundante correspondendo a 35,29% dos indivíduos capturados no transecto (60 indivíduos capturados 128 vezes) seguido de *Rhipidomys macrurus* (Gervais, 1855) com 30,0% (51 indivíduos capturados 115 vezes) e *Oecomys bicolor* (Tomes, 1860) com 21,8% (37 indivíduos capturados 50 vezes). No transecto 2 foram capturadas dez espécies sendo 75 indivíduos capturados 111 vezes. *Gracilinanus agilis* também foi a espécie mais abundante neste transecto correspondendo a 40,0% dos indivíduos capturados (30 indivíduos capturados 48 vezes), seguido de *Didelphis albiventris* (Lund, 1840) com 36,0% (27 indivíduos capturados 42 vezes). As oito espécies restantes capturadas tiveram proporções relativamente baixas e algumas foram encontradas exclusivamente em uma das áreas (

Tabela I. Quanto as espécies mais abundantes, foram encontradas associações significativas no número de capturas das espécies considerando os dois transectos para a espécie *D. albiventris* ($X^2=53,307$, $p < 0,001$), *O.bicolor* ($X^2=10,757$, $p = 0,001$) e *R. macrurus* ($X^2=12,903$, $p < 0,001$), mas não encontrado para *G. agilis* ($X^2=0,314$, $p =$

Espécie	Transecto 1			Transecto 2		
	N	NR	%	N	NR	%
Didelphidae						
<i>Didelphis albiventris</i>	4	3	2,4	27	15	36,0
<i>Gracilinanus agilis</i>	60	68	35,3	30	18	40,0
Cricetidae						
<i>Calomys expulsus</i>	-	-	-	2	0	2,7
<i>Calomys tener</i>	-	-	-	1	0	1,3
<i>Hylaeamys megacephalus</i>	4	1	2,4	3	2	4,0
<i>Nectomys squamipes</i>	-	-	-	1	0	1,3
<i>Oecomys bicolor</i>	37	13	21,8	3	0	4,0
<i>Oecomys cf. catherinae</i>	5	12	2,9	-	-	-
<i>Oligoryzomys nigripes</i>	8	0	4,7	1	0	1,3
<i>Rhipidomys macrurus</i>	51	64	30,0	6	1	8,0
Echymidae						
<i>Proechimys roberti</i>	1	0	0,6	-	-	-
Muridae						
<i>Rattus norvegicus</i>	-	-	-	1	0	1,3
Total	170	161		75	36	

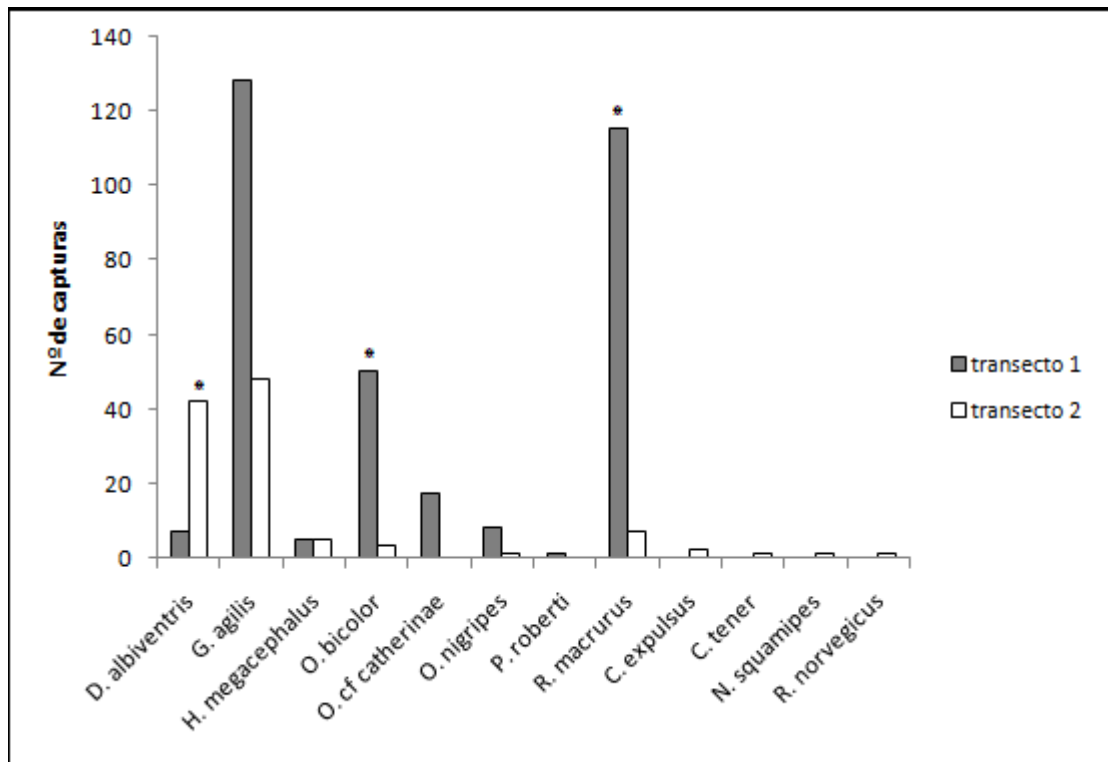


Figura 4).

Tabela I – Espécies capturadas, número de indivíduos (N), número de recapturas dos indivíduos (NR) e proporção relativa dos indivíduos das doze espécies amostradas nos dois fragmentos de mata de galeria da FAL.

Espécie	Transecto 1			Transecto 2		
	N	NR	%	N	NR	%
Didelphidae						
<i>Didelphis albiventris</i>	4	3	2,4	27	15	36,0
<i>Gracilinanus agilis</i>	60	68	35,3	30	18	40,0
Cricetidae						
<i>Calomys expulsus</i>	-	-	-	2	0	2,7
<i>Calomys tener</i>	-	-	-	1	0	1,3
<i>Hylaeamys megacephalus</i>	4	1	2,4	3	2	4,0
<i>Nectomys squamipes</i>	-	-	-	1	0	1,3
<i>Oecomys bicolor</i>	37	13	21,8	3	0	4,0
<i>Oecomys cf. catherinae</i>	5	12	2,9	-	-	-
<i>Oligoryzomys nigripes</i>	8	0	4,7	1	0	1,3
<i>Rhipidomys macrurus</i>	51	64	30,0	6	1	8,0
Echymidae						
<i>Proechimys roberti</i>	1	0	0,6	-	-	-
Muridae						
<i>Rattus norvegicus</i>	-	-	-	1	0	1,3
Total	170	161		75	36	

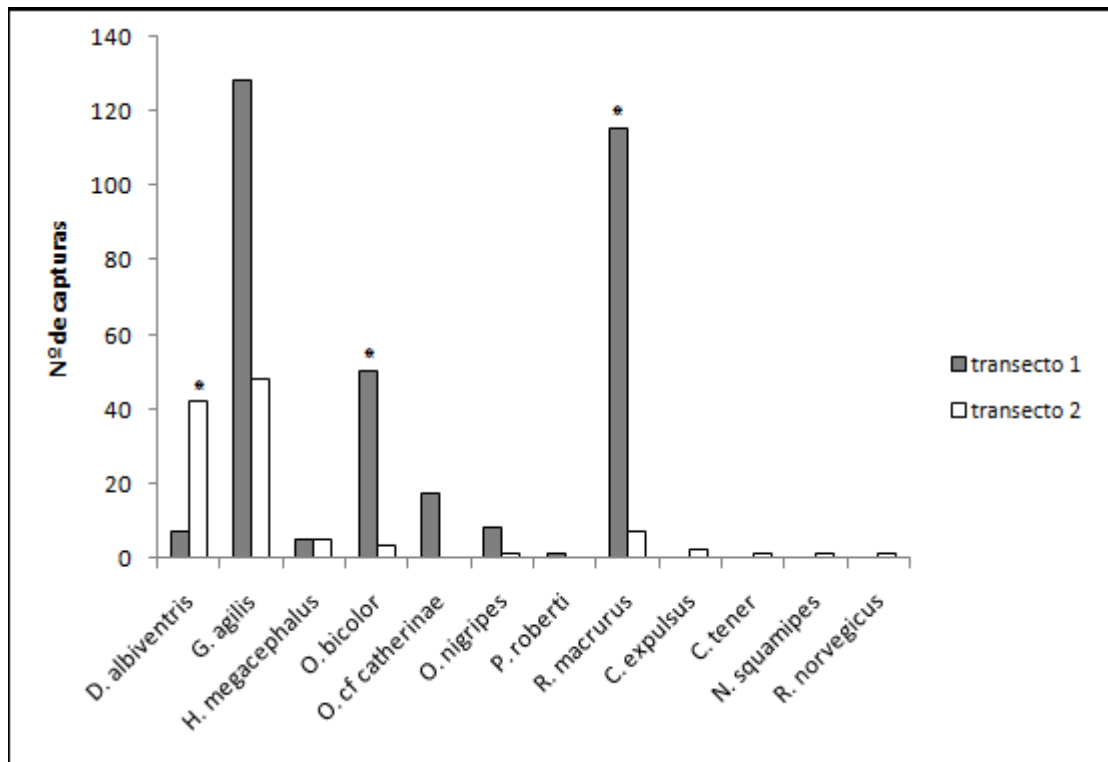


Figura 4- Número de capturas das espécies amostradas nos dois transectos ao longo do estudo realizado na FAL Asteriscos indicam diferenças significativas no número de capturas entre os transectos.

Composição da comunidade de pequenos mamíferos

Houve variação no número de indivíduos e de espécies nas duas áreas (

Tabela I). No transecto 1 o pico no número de espécies ocorreu nos meses de agosto a dezembro e a abundância dos indivíduos teve um pico no mês de agosto e a menor abundância no mês de fevereiro (Figura 5). No transecto 2 o pico no número de

espécies é alcançado no mês de março, mas não corresponde a maior abundância de indivíduos, que foi alcançada no mês de julho (Figura 6).

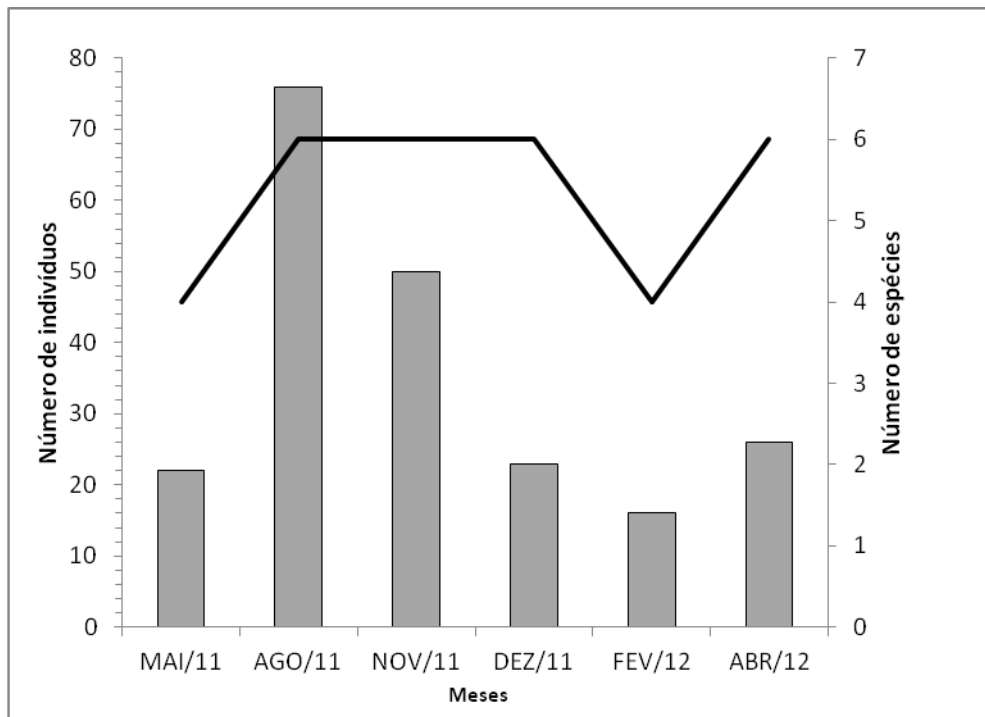


Figura 5 - Número de indivíduos (barras) e número de espécies (linha) ao longo dos meses, encontradas no transecto 1 na FAL.

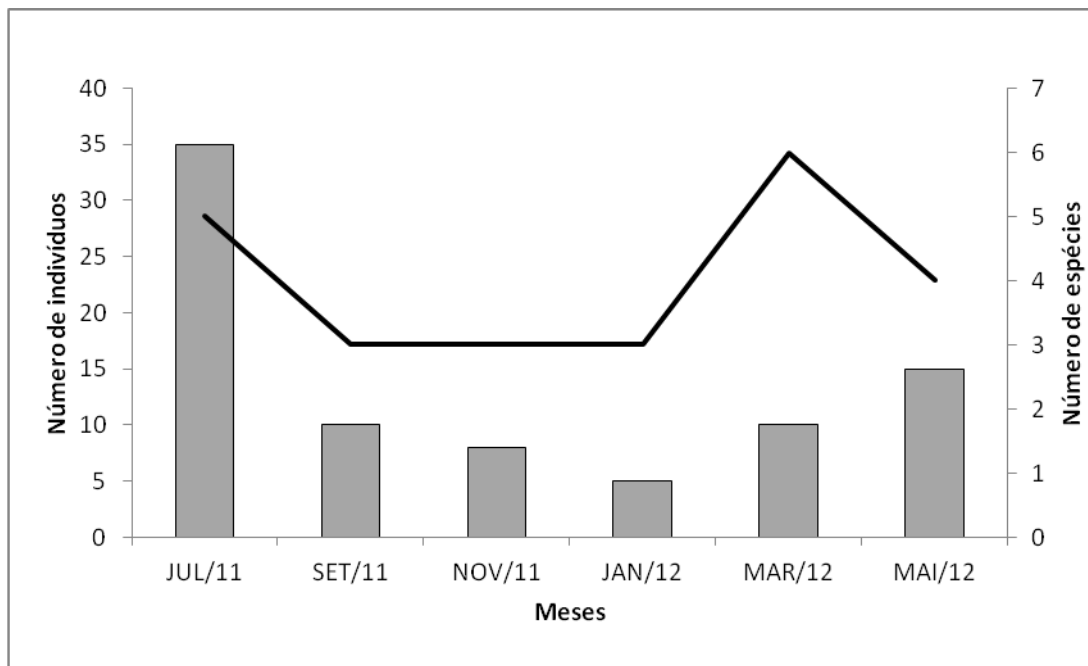


Figura 6 - Número de indivíduos (barras) e número de espécies (linha) ao longo dos meses, encontradas no transecto 2 na FAL.

Analisando o número de indivíduos das três espécies mais abundantes no transecto 1, podemos ver que *G. agilis* é a espécie dominante nos meses de maio e agosto. Entretanto, esta espécie tem uma redução considerável no número de indivíduos nos meses seguintes, chegando inclusive a não ser capturado no mês de fevereiro, reaparecendo novamente no mês de abril. O seu número de capturas foi significativamente maior na seca do que na chuva ($X^2 = 19,678$, $p < 0,001$) (Figura 7). Para o roedor *R. macrurus* constatamos um aumento gradativo no número de indivíduos ao longo dos meses iniciais da amostragem, obtendo um pico no mês de novembro, acompanhando a queda no número de indivíduos de *G. agilis*; e reduzindo nos meses de dezembro e fevereiro, vindo a ter um pequeno aumento a partir do mês de abril. O número de capturas dessa espécie foi significativamente maior na chuva do que na seca ($X^2 = 15,057$, $p < 0,001$) (Figura 7). Para *O. bicolor* o número de indivíduos foi mais constante ao longo dos meses, superando *R. macrurus* nos meses de maio e agosto e possuindo uma redução maior no mês de dezembro. Não houve associação significativa no seu número de capturas em relação às estações ($X^2 = 0,018$, $p = 0,894$) (Figura 7).

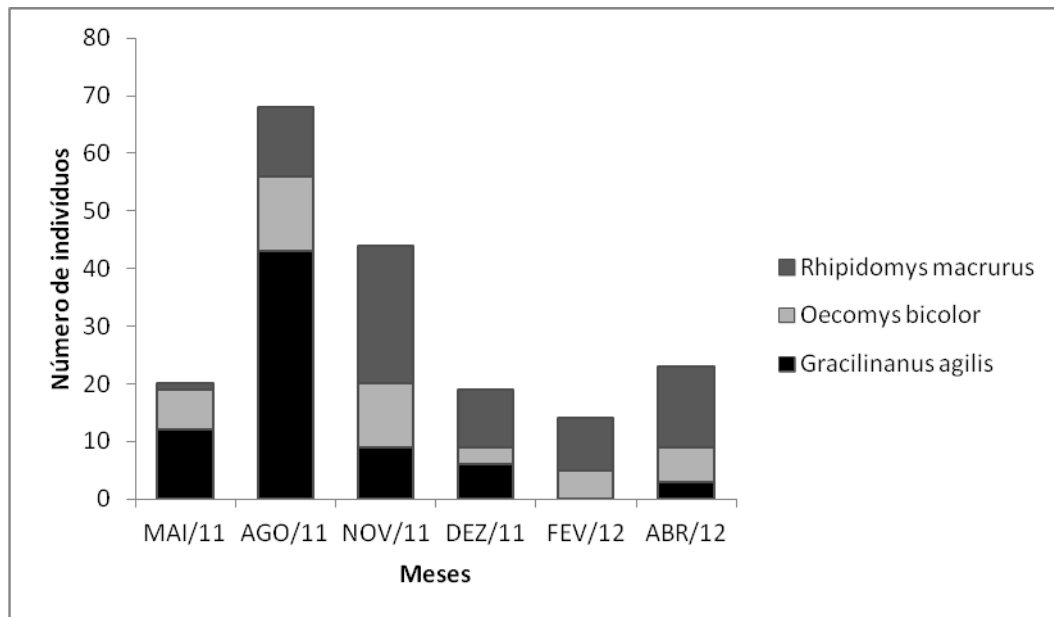


Figura 7 - Número de indivíduos das espécies mais abundantes ao longo dos meses encontradas no transecto 1 na FAL.

Para o transecto 2, analisando as duas espécies mais abundantes é possível ver que *G. agilis* apresenta um pico no mês de julho, reduzindo-se expressivamente nos meses seguintes e obtendo os menores valores nos meses de novembro a março, com um leve aumento no mês de maio. O seu número de capturas foi significativamente maior na seca do que na chuva ($X^2 = 6,412$, $p = 0,011$) (Figura 8). Já *D. albiventris* apresenta uma abundância baixa, mas constante ao longo das amostragens, deixando de ocorrer no mês de janeiro, e chegando a superar *G. agilis* nos meses de novembro, março e maio. Não houve associação significativa no seu número de capturas em relação às estações ($X^2 = 0,517$, $p = 0,472$) (Figura 8).

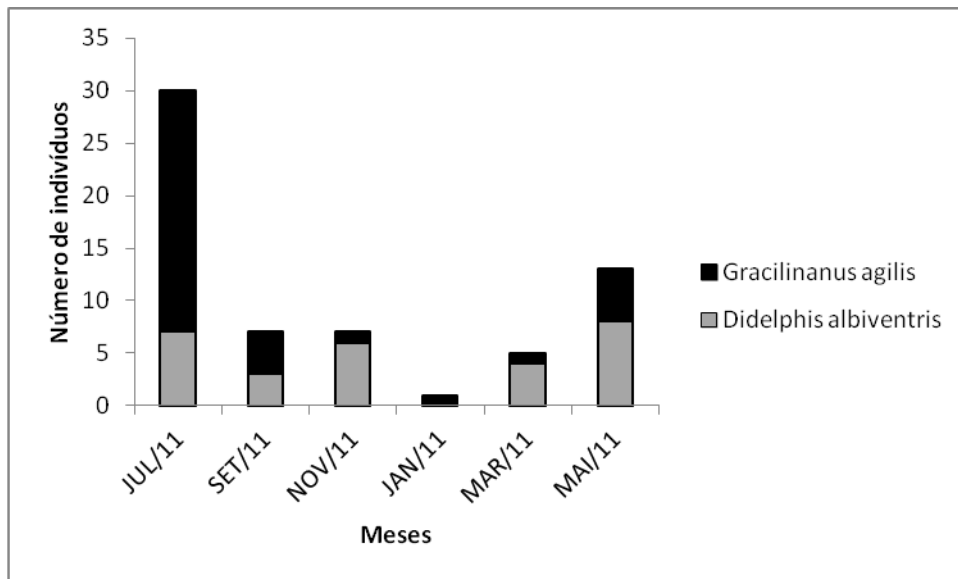


Figura 8 - Número de indivíduos das espécies mais abundantes ao longo dos meses encontradas no transecto 2 na FAL.

Quando o número de indivíduos e com suas respectivas capturas em ambas as áreas são comparados com o número de espécies ou com os índices de diversidade, observamos uma proporção inversa, onde o transecto com maior índice de diversidade (transecto 2) apresentou um menor número de indivíduos e de capturas do que o transecto 1. As recapturas no transecto 2 foram inferiores ao número de indivíduos capturados, com aproximadamente 32% de todas as capturas realizadas nesse fragmento, com indivíduos capturados poucas vezes ou apenas uma vez. No transecto 1 as recapturas foram mais frequentes, cerca de 95% de todas as capturas, indicando uma maior permanência dos indivíduos nesse fragmento (

Tabela I).

A diversidade encontrada foi semelhante para as duas áreas amostradas, apesar do índice de Shannon-Wiener e o modificado de Shannon-Wiener serem sutilmente maiores para o transecto 2 enquanto o de Simpson foi maior para o transecto 1 (Tabela II).

As medidas de equitabilidade obtidas mostram que em ambos transectos o número de indivíduos não esteve homogeneamente distribuído, sendo que no transecto 2 essa heterogeneidade foi mais evidente. Quando analisadas em conjunto, a equitabilidade é ainda menor, que indica que as espécies e o número de indivíduos de cada espécie não se apresentam homogeneamente distribuídos, ou seja, a abundância de determinadas espécies é muito superior a outras (Tabela II).

O valor do índice de similaridade de Morisita foi de 33%, um valor baixo, indicando que as comunidades de pequenos mamíferos nessas duas áreas de mata de galeria diferem consideravelmente quanto a composição de suas espécies (Tabela II).

Tabela II - Índices de Diversidade de Shannon-Wiener (H'), modificado de Shannon-Wiener (N_1), de Simpson (D), índice de Equitabilidade de Simpson ($E_{1/D}$) e Índice de Similaridade de Morisita (I_M).

	H'	N_1	D	$E_{1/D}$	I_M
Transecto 1	1,52	4,56	0,73	0,17	
Transecto 2	1,53	4,61	0,70	0,14	
Transecto 1 e 2	1,69	5,46	0,76	0,11	33%

Discussão

Trabalhos realizados nos principais biomas brasileiros (Cerrado, Mata Atlântica, Amazônia) relatam uma fauna de mamíferos bastante heterogênea quanto à ocupação dos ambientes (Johnson et al., 1999; Bonvicino et al., 2002, Marinho-Filho et al., 2002), sendo que em áreas de maior complexidade vegetal a riqueza e diversidade de espécies são maiores. Para o Cerrado, vários estudos apontam a mata de galeria como a fitofisionomia que abriga um maior número de espécies de pequenos mamíferos (Fonseca & Redford, 1984; Nitikman & Mares, 1987; Mares & Ernest, 1995). Mares e colaboradores (1986) verificaram que a mata de galeria apresentou maior riqueza de espécies quando comparado com outras fitofisionomias, como campos e cerrado *sensu strictu*. Alho (1982) discute que a diversidade de espécies aumentaria com a densidade das árvores, e desta forma variando de baixos valores em áreas abertas a valores elevados em formações florestais mais densas. Esta complexidade da estrutura influenciaria a quantidade de recursos disponíveis (como alimento, nicho, abrigo e locais para acasalamento), permitindo assim uma maior quantidade de nichos e assim a coexistência de um maior número de espécies.

O número de espécies encontradas neste trabalho foi compatível com o encontrado neste tipo de fitofisionomia quando comparado a outros trabalhos, que apresentam registro desde 6 até 16 espécies (Mares et al., 1986; Mares & Ernest, 1995; Bonvicino et al., 1996; Vieira e Marinho-Filho, 1998; Lacher & Alho, 2001; Bonvicino et al., 2002; Hannibal & Caceres 2010). Os índices de diversidade de cada transecto e em conjunto também tiveram valores intermediários. Marinho-Filho e colaboradores (1994) comparando estudos sobre pequenos mamíferos não-voadores em diferentes localidades e fitofisionomias no cerrado, encontraram valores do índice de Shannon - Wiener de 3,09 até 0,57, sendo que os maiores valores foram encontrados em ambientes de maior complexidade vegetal. Marinho-Filho e Guimarães (2001) analisaram a

diversidade de mamíferos em áreas de Mata de Galeria do Distrito Federal em diferentes trabalhos e encontraram índices de Shannon-Wiener variando de 2,65 a 1,13, sendo que os pequenos mamíferos representavam as espécies mais abundantes. Apesar das diferenças, cuidados devem ser tomados nas comparações entre trabalhos devido a diferenças entre a metodologia e esforço de captura utilizados, que influenciam a abundância de pequenos mamíferos e o número de espécies observadas.

Considerando as áreas separadamente, o transecto 2 apresentou o valor do índice de diversidade de Shannon-Wiener pouco maior que o transecto 1 e o valor do índice de Simpson um pouco menor, porém próximo. Entretanto, neste caso também se deve adotar cautela antes de tirar conclusões sobre estes valores. O transecto 2 possuía uma menor complexidade vegetal em relação ao transecto 1 e passou por uma queimada que contribuiu ainda mais para a redução da cobertura e biomassa vegetal nessa área, sendo estes fatores de grande importância para o estabelecimento da comunidade de pequenos mamíferos não-voadores que habitam essa fitofisionomia.

Analisando a composição das espécies das duas áreas, *G. agilis*, *R. macrurus* e *O. bicolor* foram as mais abundantes no transecto 1, espécies típicas desse tipo de fitofisionomia (Gastal 1997; Lacher e Alho 2001, Palma, 2002; Alho, 2005). No transecto 2, apesar de *G. agilis* ainda ser a mais abundante, *D. albiventris* foi a segunda com maior abundância. Este marsupial é generalista quanto ao seu habitat, encontrado desde campos cerrados até matas de galeria (Palma, 2002 e Alho, 2005) com ampla distribuição geográfica desde as porções leste e centro-oeste do Brasil, o Paraguai, o Uruguai, as regiões norte e central da Argentina e o sul da Bolívia (Cerqueira & Tribe, 2008). São frequentemente encontrados em áreas urbanas (Cáceres, 2000; Rossi & Bianconi, 2012), e sua dieta onívora e generalista (Cordero & Nicolas, 1987; Cáceres, 2002;) permite este animal se adaptar aos ambientes mais alterados. A espécie *R.*

norvegicus, a popular ratazana, teve uma ocorrência no transecto 2. Trata-se de um animal restrito a habitats antropizados (Bonvicino et al., 2008). Com origem no leste asiático, esta espécie foi introduzida nas Américas pela colonização européia e possui distribuição geográfica mundial (Ruedas, 2008). Pode possuir hábito semi-aquático e geralmente não procura habitação humana, mas vive em suas proximidades. Sua ocorrência é um forte indicador de degradação ambiental de uma localidade.

As espécies *C. tener* e *C. expulsus*, também coletadas no transecto 2, são espécies típicas de fitofisionomias mais abertas, como campos e cerrado *sensu strictu* (Palma, 2002; Alho 2005; Bonvicino et al., 2008) sendo *C. tener* uma espécie abundante em áreas de queimadas recentes (Briani et al., 2004). A ocorrência dessas espécies pode ter sido aumentada pela queimada que ocorreu na região em 2011. Suas frequências de captura foram baixas, o que também é compatível com o observado em outros estudos e sugere uma tendência ao retorno à situação anterior ao episódio de fogo.

Apesar da evidente alteração na composição das espécies e uma baixa similaridade entre as áreas amostradas, foi constatada a presença de espécies típicas de mata-de-galeria, como os mais abundantes *R. macrurus*, *G. agilis* e *O. bicolor*; e as espécies *N. squamipes*, *O. nigripes*, *H. megacephalus* e *P. roberti* (Alho, 2005) que foram mais raros. A ocorrência dessas espécies é indicativa de que apesar da área estar degradada e sofrendo impacto antrópico, a região ainda possui uma riqueza e composição de espécies considerável. No caso do segundo transecto, que se encontra em processo de sucessão na vegetação após a passagem do fogo, os pequenos mamíferos, como potenciais dispersores de sementes, desempenham um papel fundamental no estabelecimento das plantas. Deve ser considerado também que, como neste trabalho a metodologia apresentava apenas armadilhas no solo e no sub-bosque, pequenos mamíferos que utilizam o dossel das matas podem não ter sido capturados,

como *Caluromys lanatus*, espécie essencialmente arborícola encontrada em estratos arbustivos e arbóreos entre 5 e 15 m acima do solo (Rossi & Bianconi, 2012).

Houve uma distribuição diferencial evidente de *G. agilis* ao longo dos meses com uma presença mais expressiva na estação seca. Mares e colaboradores (1989), Nitikman e Mares (1987), e Mares e Ernest (1995) em seus trabalhos constataram uma redução na captura de indivíduos adultos na estação chuvosa e uma maior captura de indivíduos jovens, sugerindo que a estação reprodutiva desta espécie seja em épocas de maior pluviosidade. Como no nosso estudo os indivíduos capturados dessa espécie eram predominantemente adultos, podemos supor que na estação reprodutiva a espécie evite as armadilhas, seja pela maior disponibilidade de alimentos no ambiente ou devido a aspectos comportamentais.

A região da APA Gama Cabeça de Veado foi criada com o objetivo de proteger os mananciais hídricos da bacia dos Ribeirões Gama e Cabeça de Veado, a biodiversidade local e a manutenção de pesquisas nessa região. A região encontra-se bastante impactada devido às áreas habitacionais e atividades de produção de hortaliças dos núcleos rurais da Vargem Bonita e do Córrego da Onça, além das áreas de atividades aeroportuárias de Brasília que são limítrofes a essa Unidade de Conservação. Além disso, a região frequentemente sofre com queimadas na estação seca devido a baixa umidade e ação humana. Durante a amostragem realizada na FAL, foi constatada a presença de animais domésticos nesta localidade, como cães e gado (observação pessoal). Todos estes fatores são de grande impacto para a comunidade de pequenos mamíferos na região.

Muito das iniciativas referentes à conservação da diversidade biológica estão voltadas para espécies “bandeiras”, por serem mais carismáticas e possuírem maior aceitação pública. Os pequenos mamíferos não-voadores ainda não compõem essa

realidade, apesar de serem reconhecidos como fornecedores de importantes serviços ao ecossistema, como a dispersão de sementes e componentes importantes das cadeias alimentares, servindo como presas para uma diversidade de espécies de vertebrados (Bueno & Motta-Junior, 2006; Magrini & Facure, 2008).

Este trabalho mostrou que a diversidade de pequenos mamíferos não-voadores nas duas áreas amostradas é considerável quando comparado a outros trabalhos desenvolvidos em fitofisionomias semelhantes, apesar de apresentar espécies invasoras e generalistas em sua composição. Trata-se de um conjunto de organismos que evoluiu juntamente com as condições que compõem este tipo de ambiente e fitofisionomias associadas, mostrando que a região ainda possui uma riqueza e diversidade de espécies típicas de mata de galeria. Uma maior atenção, incluindo a efetiva recuperação das áreas degradadas, deve ser dada para as áreas limítrofes da FAL que compõem a APA Gama Cabeça de Veado, visto que ainda possuem remanescentes de vegetação natural, incluindo matas de galeria às quais está associada esta rica e diversa comunidade de pequenos mamíferos.

Capítulo 2- Endoparasitas gastrintestinais e ectoparasitas de pequenos mamíferos não-voadores em fragmentos de Mata de Galeria no Brasil Central

Introdução

Macroparasitas em geral, incluindo helmintos e artrópodes, são encontrados de forma agregada nas populações de hospedeiros, com muitos indivíduos possuindo um baixo número de parasitas e poucos indivíduos hospedando muitos parasitas (Shaw & Dobson, 1995). Essa distribuição é influenciada tanto por fatores bióticos quanto abióticos que modificam a relação parasita-hospedeiro ao longo do tempo (Wilson et al. 2002). Em mamíferos e alguns outros taxa, o sexo do indivíduo é apontado como fator diferencial para a prevalência e intensidade de infestação por parasitas, onde machos de espécies de vertebrados tendem a exibir taxas maiores de parasitismo e doenças do que fêmeas (Bundy, 1988; Zuk, 1990; Zuk & Mckean, 1996). As principais causas apontadas são relacionadas a mecanismos ecológicos e fisiológicos. Dentre os mecanismos ecológicos temos as diferenças no comportamento entre os sexos, pois machos podem apresentar uma maior susceptibilidade aos estágios infecciosos dos parasitas devido à sua maior dispersão e área de vida (Tinsley, 1989); à composição da dieta (Kennedy, 1969; Poole et al., 1983) e ao tamanho corporal, já que em mamíferos os machos geralmente são maiores que as fêmeas, existindo evidências de que a carga parasitária esteja correlacionada com o tamanho do hospedeiro, seja pelo fato dos grandes animais ingerirem mais estágios infectivos ou oferecem maiores áreas para infecção (Arneberg et al., 1998).

Quanto aos fatores fisiológicos, os níveis de diversos hormônios esteroides, incluindo testosterona, progesterona e estrogênio, variam bastante entre os sexos, e sabe-se que estes hormônios possuem efeitos diretos ou indiretos nos componentes do

sistema imunológico e/ou no crescimento e desenvolvimento parasitário (Grossman, 1985; Schuurs & Verheul, 1990).

Dentre os fatores abióticos, os mais apontados são a sazonalidade e a ocorrência geográfica do hospedeiro. A variação sazonal pode ser ocasionada tanto pela fisiologia do hospedeiro, que pode variar de acordo com as mudanças sazonais do ambiente (níveis hormonais e época reprodutiva); assim como pela exposição deste aos estágios parasitários infectivos, devido ao fato do desenvolvimento e /ou taxa de mortalidade dos parasitas de vida-livre (ou de seus hospedeiros intermediários) ser dependente da temperatura ou sensível a variação na umidade (Wilson et al., 2002). A composição da vegetação, umidade, exposição ao sol e fauna associada são fatores geográficos que podem alterar a prevalência de parasitas (Gulland, 1995).

O Cerrado apresenta grande diversidade de pequenos mamíferos não-voadores, um grupo em potencial para estudos sobre parasitismo devido a sua elevada abundância e facilidade de captura. Dentre os parasitas que são encontrados nestes animais, os ectoparasitas e endoparasitas gastrintestinais são grupos de fácil estudo, dada a possibilidade de trabalho com poucos recursos. Os trabalhos envolvendo parasitas de pequenos mamíferos não-voadores no Cerrado ainda são poucos e possuem uma abordagem mais descritiva da composição e associação do parasita ao seu hospedeiro (Gettinger, 1987, 1992; Yoshizawa et al., 1996, Cáceres et al., 2007). No Distrito Federal, não existe registro para trabalhos com endoparasitas gastrintestinais.

O aumento gradual da fragmentação desse Bioma, o aumento no número de zoonoses, das quais pequenos mamíferos são potenciais reservatórios; e a grande riqueza de espécies de hospedeiros existentes são fatores que tornam necessário conhecer e compreender os aspectos ecológicos do parasitismo neste grupo de animais. Desta forma, este trabalho avaliou os ectoparasitas e endoparasitas gastrintestinais de

pequenos mamíferos não-voadores de área de mata de galeria do Cerrado focando nas seguintes perguntas: 1) Quais são os endoparasitas gastrintestinais e ectoparasitas associados aos pequenos mamíferos não-voadores das Matas de Galeria?; 2) Os parasitas mais prevalentes seguem uma distribuição agregada nos hospedeiros? 3) Existe sazonalidade na prevalência de ectoparasitas e endoparasitas gastrintestinais na comunidade de pequenos mamíferos não-voadores associado as Matas de Galeria do Cerrado? 4) Existe diferença na prevalência e intensidade média de infestação de ectoparasitas e endoparasitas gastrintestinais entre os sexos dos hospedeiros?

Material e Métodos

A área de estudo e captura dos animais está descrita em detalhes no capítulo 1.

Coleta dos ectoparasitas

Todos os animais coletados eram previamente sedados de acordo com a metodologia descrita no capítulo 1. Os animais foram inspecionados em relação à presença de ectoparasitas. Cada indivíduo era colocado em pequenos sacos plásticos individuais de modo a deixar sua cabeça exposta. Dentro do saco foi colocado um pedaço de algodão embebido em éter dietílico para anestésiar os ectoparasitas presentes. Os pequenos mamíferos foram posteriormente penteados sobre um saco plástico transparente em uma bancada branca para a retirada dos ectoparasitas, sendo estes colocados com o auxílio de pinças ou pincéis em tubos contendo álcool 70% identificados com o número do hospedeiro e data para futura identificação e contagem. Os pentes e sacos utilizados eram limpos após cada utilização com álcool etílico 70%, buscando evitar contaminações entre diferentes hospedeiros.

Os ectoparasitas coletados foram identificados e contados com auxílio de lupa (Leica S8AP0) buscando chegar ao grupo taxonômico mais baixo possível. Foram

utilizados os trabalhos de Serra-Freire & Mello (2006) para identificação de ixodídeos e sifonápteras e Wenzel & Tipton (1966) e Furman (1972) para lelapídeos.

Coleta das fezes

Amostras de fezes foram coletadas dos indivíduos capturados, recolhendo-se aquelas disponíveis nas armadilhas, contudo dando preferência para as fezes frescas do animal obtidas durante a manipulação do mesmo. As fezes eram acondicionadas em tubos identificados com formol 4 % para posterior análise dos endoparasitas. As armadilhas em que houve capturas dos animais eram devidamente higienizadas para evitar contaminação ao coletar as fezes de outros indivíduos que caíssem posteriormente.

As fezes foram analisadas através da técnica de Ritchie modificada, a qual permite a determinação da contagem de ovos de endoparasitas de tubo digestivo por grama de fezes (Monteiro et al., 2007). Os tubos contendo as fezes foram pesados e as fezes com o diluente foram suspensas, filtradas através de um filtro de gaze e retornado ao mesmo tubo e repesado. O peso das fezes foi obtido através da diferença entre as duas medidas. O filtrado foi então centrifugado por 10 min a 2500 RPM, sendo o sobrenadante removido e o pellet ressuspendido com 5ml de água destilada e 5 ml de éter dietílico. A mistura foi centrifugada por 2min a 1500 RPM, sendo o sobrenadante após isso descartado e o pellet resultante foi ressuspendido em formaldeído 4% para um volume final de 1.0 ml. Oito uL da solução final foram colocados sob uma lamínula de 22mm x 22m, e todos os ovos foram contados em microscópio óptico sob aumento de 400x (Olympus CX4ORF200). A contagem de ovos por grama de fezes foi calculada para cada amostra de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{COF} = (\text{OC} \times 100/8)/\text{PF},$$

onde COF, contagem de ovos por grama de fezes; OC, ovos contados; PF, peso das fezes em gramas.

Por se tratar de exames coproparasitológico, existem limitações quanto à identificação taxonômica dos ovos, tanto por não ser possível ter o espécime adulto disponível, assim como não se ter disponível literatura sobre morfologia de ovos de endoparasitas conhecidos para pequenos mamíferos da região neotropical. Os helmintos e protozoários foram identificados ao menor táxon possível através da morfologia dos ovos, sendo identificados com o auxílio do trabalho de Sloss (1999), e sua classificação seguiu Amin (1985) para acantocéfalos e Vicente e colaboradores (1997) para nematódeos.

Após a coleta dos ectoparasitas e fezes, todos os animais foram liberados nos mesmos pontos onde haviam sido previamente capturados. Animais recapturados em uma mesma campanha (mesmo mês), não eram submetidos a uma nova triagem, apenas analisados quanto a sua condição reprodutiva. Contudo, se recapturados em outra campanha eram novamente analisados quanto à presença de ectoparasitas e tinham suas fezes coletadas.

Análise dos dados

Foram calculadas a prevalência e intensidade média de infestação dos ectoparasitas e endoparasitas nos hospedeiros. Prevalência: pequenos mamíferos parasitados x 100 / total de pequenos mamíferos. Intensidade média: nº de ectoparasitas (ou ovos/ocistos por grama de fezes) / nº de pequenos mamíferos parasitados. Os cálculos de intensidade média de ectoparasitas não foram realizados para o hospedeiro *Didelphis albiventris*, pois na sua manipulação os ectoparasitas foram coletados apenas através da retirada direta, por amostragem, não sendo possível coletar a totalidade dos seus ectoparasitas.

O teste Exato de Fisher para amostras independentes foi utilizado para comparar as diferenças entre as prevalências para os períodos de seca e chuva e entre o sexo dos indivíduos de cada espécie. Este teste é utilizado para a análise de dados categóricos organizados em tabelas de contingência especialmente nas tabelas 2 X 2 (Gotelli & Ellison, 2004; Zar, 2010). Nas comparações entre os sexos, foram excluídos da análise os indivíduos que possuíam múltiplas recapturas e nas análises de comparação de seca e chuva foram consideradas as recapturas que ocorressem uma vez em cada estação. A estação seca e chuvosa foi determinada de acordo com a pluviosidade, sendo o período de seca de abril a setembro e o chuvoso de outubro a março (Figura 1). Foi utilizado para a análise as espécies de hospedeiros que possuíssem pelo menos 20 amostras.

Para as análises de comparação de médias os dados foram conferidos primeiramente quanto à normalidade e homocedasticidade para assegurar a possibilidade do uso do teste. Para comparar a diferença na intensidade média dos parasitas entre os sexos, foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney. A escolha do método não paramétrico foi devido à quebra das premissas do teste t, o método paramétrico. Os testes Exato de Fisher e o de Mann-Whitney foram realizados utilizando o software R 2.15.1. Os testes foram considerados significativos para um valor de $p < 0,05$.

Para a medida do grau de agregação parasitária foi calculado o parâmetro k . Esse coeficiente é derivado da distribuição binomial, que é definido como $s^2 = m + m^2/k$. O coeficiente k é portanto uma medida inversa da agregação parasitária entre os indivíduos da população de hospedeiros (valores baixos de k significam que a grande parte dos parasitas são concentrados em poucos indivíduos) (Gregory & Woolhouse, 1993; Shaw et al., 1998), e seu valor é melhor estimado pela seguinte fórmula para o momento correto estimado de k (Wilson et al., 2002): $k = (m^2 - s^2/n)/(s^2 - m)$, onde m é número

médio de parasitas contados (ectoparasitas ou ovos por grama de endoparasitas para cada morfotipo), s^2 é a variância de cada morfotipo de parasita e n é o número de hospedeiros analisados.

Resultados

Endoparasitas

Composição, abundância e agregação dos parasitas

Foram coletadas e identificadas 233 amostras de fezes de 197 indivíduos distribuídos em quatro famílias, Didelphidae, Cricetidae, Echymidae e Muridae, sendo oito espécies de roedores e duas de marsupiais. Foram identificadas 11 morfotipos de endoparasitas nos pequenos mamíferos. *Gracilinanus agilis* foi a espécie com o maior número de indivíduos analisados ($n = 87$) seguido de *Rhipidomys macrurus* ($n = 46$), *Oecomys bicolor* ($n = 24$) e *Didelphis albiventris* ($n = 20$).

No transecto 1 foram amostradas oito espécies de pequenos mamíferos, sendo seis roedores e dois marsupiais. Foram identificadas nove morfotipos de endoparasitas neste local. A maior riqueza de endoparasitas foi encontrada para *G. agilis*, com sete morfotipos de endoparasitas, seguido de *O. bicolor* com quatro morfotipos. Estrongilídeo foi o morfotipo de endoparasita presente em um maior número de hospedeiros, um total de sete, seguido pelos coccídeos presentes em cinco espécies de hospedeiros. Nos hospedeiros mais abundantes, coccídeo foi o mais prevalente em *G. agilis* e *R. macrurus*, sendo que estrongilídeo também teve uma prevalência considerável em *R. macrurus* assim como *Trichuris sp.* em *G. agilis*. Não foram encontrados endoparasitas nas fezes de *Proechmys roberti* (Tabela III).

Tabela III- Ocorrência dos endoparasitas nos hospedeiros com as respectivas prevalências e intensidade média em cada hospedeiro para o transecto 1.

Hospedeiro	Endoparasita	Prevalência(%)	Intensidade Média
		n ¹ /n	n ² /n ¹
<i>H. megacephalus</i>	Estrongilídeo	1/4(25,0)	14,2/1(14,2)
	<i>Trichuris</i> sp.	1/4(25,0)	4,7/1(4,7)
<i>O. bicolor</i>	Estrongilídeo	3/29(10,3)	46/3(15,3)
	<i>Trichuris</i> sp.	3/29(10,3)	162,5/3(54,2)
	Protostrongylidae	1/29(3,5)	1188,8/1(1188,8)
<i>O. nigripes</i>	Coccídeo	2/29(6,9)	400,5/2(200,3)
	Coccídeo	1/7(14,3)	1750,0/1(1750,0)
	Estrongilídeo	1/7(14,3)	31,9/1(31,9)
	<i>Subulura</i> sp.	1/7(14,3)	25,0/1(25,0)
<i>R. macrurus</i>	Coccídeo	18/52(34,6)	6294,1/18(349,7)
	Estrongilídeo	16/52(30,8)	4468,4/16(279,2)
	<i>Trichuris</i> sp.	5/52(9,6)	154,2/5(30,8)
<i>O. cf. catherinae</i>	Coccídeo	1/4(25,0)	25/1(25,0)
	Estrongilídeo	3/4(75,0)	50,9/3(17,0)
<i>P. roberti</i>	-	-	-
<i>D. albiventris</i>	Estrongilídeo	2/3(66,7)	220,9/2(110,4)
	Ascarídeo	1/3(33,3)	11,4/1(11,4)
	Protostrongylidae	1/3(33,3)	7,9/1(7,9)
<i>G. agilis</i>	Coccídeo	35/72(48,6)	312999,8/35(894,3)
	Spiruridae	3/72(4,2)	21,9/3(7,3)
	Estrongilídeo	8/72(11,1)	454,0/8(56,7)
	<i>Capillaria</i> sp.	3/72(4,2)	88,8/3(29,6)
	<i>Trichuris</i> sp.	33/72(45,8)	2229,8/33(67,6)
	Ascarídeo	2/72(2,8)	154,6/77(3)
	Cestódeo	4/72(5,6)	544,3/4(136,1)

n: número de hospedeiros analisados; n¹: número de hospedeiros parasitados; n²: número de ovos por grama de fezes

Para o transecto 2 também foram amostradas oito espécies de pequenos mamíferos, sendo seis roedores e dois marsupiais. Foram identificadas oito morfotipos de endoparasitas. Tanto *G.agilis* como *D. albiventris* tiveram uma riqueza de endoparasitas semelhante, totalizando seis morfotipos. Estrongilídeo foi o morfotipo de endoparasita presente em um maior número de hospedeiros, um total de quatro, seguido pelos coccídeos presentes em três espécies de hospedeiros. Estes parasitas também foram os mais prevalentes nos hospedeiros mais abundantes deste transecto. Não foram encontrados parasitas nas fezes dos roedores *Oligorizomys nigripes*, *Oecomys bicolor*, *Rhipidomys macrurus* e *Rattus norvegicus* (Tabela IV).

Tabela IV - Ocorrência dos endoparasitas nos hospedeiros com as respectivas prevalências e intensidade média para o transecto 2

Hospedeiro	Endoparasita	Prevalência(%)	Intensidade Média	
		n ¹ /n	n ² /n ¹	
<i>H. megacephalus</i>	Estrongilídeo	1/3(33,3)	7,9/1(7,9)	
	Coccídeo	1/3(33,3)	7,9/1(7,9)	
<i>O. bicolor</i>	-	-	-	
<i>O. nigripes</i>	-	-	-	
<i>R. macrurus</i>	-	-	-	
<i>C.tener</i>	Estrongilídeo	1/1(100,0)	15,1/1(15,1)	
<i>R.norvegicus</i>	-	-	-	
<i>D. albiventris</i>	Coccídeo	8/17(47,1)	50930,5/8(6366,3)	
	Estrongilídeo	15/17(88,2)	5358,9/15(357,3)	
	Ascarídeo	2/17(11,8)	154,3/2(77,2)	
	<i>Trichuris</i> sp.	1/17(5,9)	69,1/1(69,1)	
	Spiruridae	4/17(23,5)	1388,5/4(346,9)	
	<i>G. agilis</i>	Coccídeo	10/33(30,3)	930,0/10(93,0)
		Estrongilídeo	4/33(12,1)	49,4/4(12,4)
Cestódeo		1/33(3,0)	8,9/1(8,9)	
<i>Strongyloides</i> sp.		1/33(3,0)	26,6/1(26,6)	
Oxiurídeo		1/33(3,0)	8,9/1(8,9)	

n: número de hospedeiros analisados; n¹: número de hospedeiros parasitados; n²: número de ovos por grama de fezes

De todas as amostras analisadas, em 136 (58,4%) foram encontradas parasitas. Considerando as quatro espécies de pequenos mamíferos com pelo menos 20 amostras analisadas, *D. albiventris* teve a maior prevalência com todos seus indivíduos parasitados (100%), seguido de *G. agilis* (65,7%), *R. macrurus* (53,6%) e *O. bicolor* (26,7%). Coccídeo foi o morfotipo mais prevalente nos indivíduos, estando presente em 32,6% dos indivíduos analisados seguido de estrongilídeo, presente em 23,6% dos indivíduos e *Trichuris* sp. em 18,5% dos indivíduos. Os outros morfotipos apresentaram prevalência inferior a 5% dos indivíduos analisados.

Os pequenos mamíferos do transecto 1 tiveram uma prevalência um pouco maior de endoparasitas (59,9%) do que os indivíduos do transecto 2 (54,1%). Para o primeiro transecto, a prevalência de endoparasitas foi maior em *G. agilis* com 76,4% seguido de *R. macrurus* com 57,7 % e *O. bicolor* com 27,6%. No transecto 2, todos indivíduos de *D. albiventris* estavam parasitados (100%) enquanto para *G. agilis* apenas 42,4% dos indivíduos estavam parasitados (Tabela V). Dos endoparasitas mais prevalentes,

coccídeo teve os maiores valores de intensidade média seguido por *estrongilídeo* e *Trichuris sp.* para o transecto 1, enquanto no transecto 2 *estrongilídeo* foi o mais prevalente, porém a intensidade média de parasitas foi maior para os coccídeos (Tabela VI).

Tabela V – Número de amostras analisadas para cada hospedeiro e os valores de prevalência para cada transecto

Hospedeiro	Número de amostras		Prevalência(%)	
	TR1	TR2	TR1	TR2
<i>G. agilis</i>	72	33	76,4	42,4
<i>D. albiventris</i>	3	17	100,0	100,0
<i>C. tener</i>	-	1	-	100,0
<i>H. megacephalus</i>	4	3	25,0	33,3
<i>O. bicolor</i>	29	1	27,6	0,0
<i>O. nigripes</i>	7	1	28,6	0,0
<i>R. macrurus</i>	52	4	57,7	0,0
<i>O. cf. catherinae</i>	4	-	100,0	-
<i>P. roberti</i>	1	-	0,0	-
<i>R. norvegicus</i>	-	1	-	0,0
TOTAL	172	61	59,9	54,1

Tabela VI – Prevalência e intensidade média de infestação dos endoparasitas analisados para cada transecto

Endoparasita	Prevalência(%)		Intensidade Média	
	TR1	TR2	TR1	TR2
Coccídeo	33,1	31,1	697,70	2729,91
Estrongilídeo	19,8	34,4	155,47	258,63
<i>Capillaria sp.</i>	1,7	0	29,59	0
<i>Trichuris sp.</i>	24,4	1,6	59,34	69,06
<i>Subulura sp.</i>	0,5	0,0	25	0
Ascarídeo	1,7	3,3	55,34	77,17
Protostrongylidae	1,2	0,0	598,35	0,0
Spiruridae	1,7	6,5	7,30	63,31
<i>Strongyloides sp.</i>	0,0	1,6	0,0	26,60
Cestódeo	2,3	1,6	136,07	8,87
Oxiurídeo	0,0	1,6	0,0	8,87

O coeficiente k foi calculado para os três morfotipos de endoparasitas mais prevalentes nas três espécies de pequenos mamíferos mais abundantes. Seus valores indicam um padrão agregado de distribuição na população dos hospedeiros, com k próximo a 1. *Trichuris sp.* foi o grupo de endoparasita que esteve menos agregado dos analisados em *G. agilis*, enquanto coccídeo foi o morfotipo mais agregado, tanto em *G. agilis* como *R. macrurus* (Figuras 7 a 12)

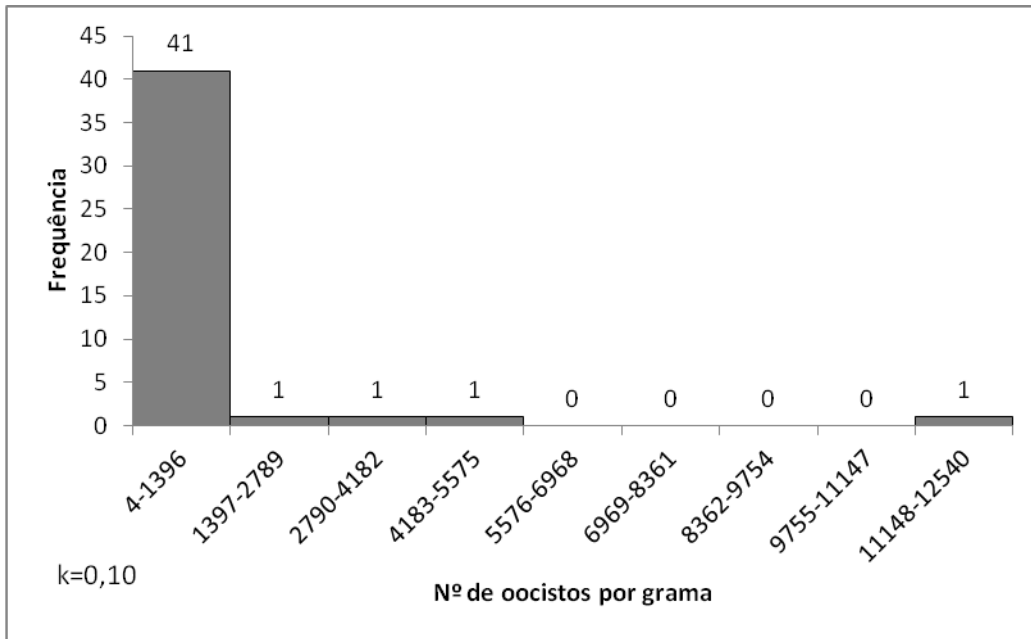


Figura 9- Distribuição de frequência do número de oocistos por grama de fezes em *Gracilinanus agilis* para coccídeo

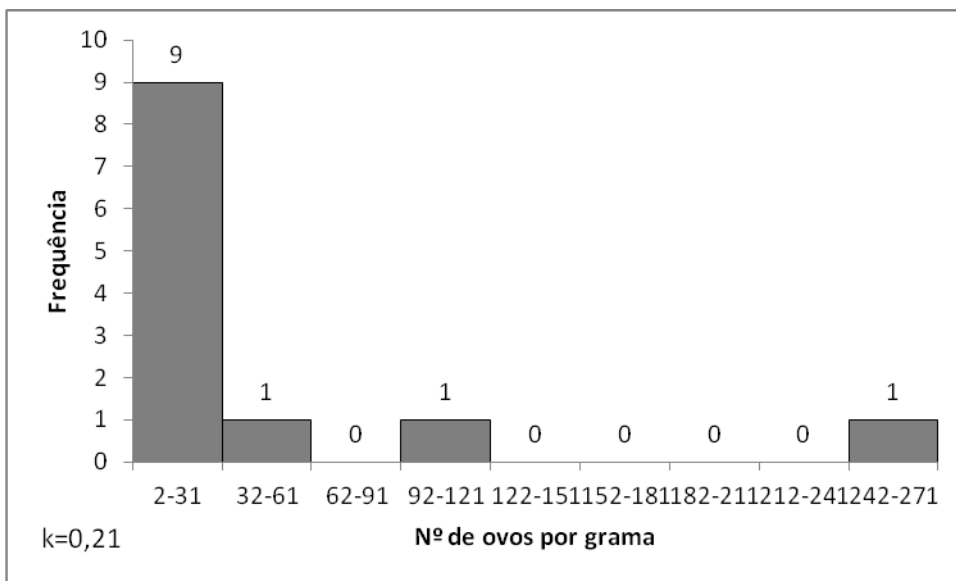


Figura 10- Distribuição de frequência do número de ovos por grama de fezes em *Gracilinanus agilis* para strongilídeo

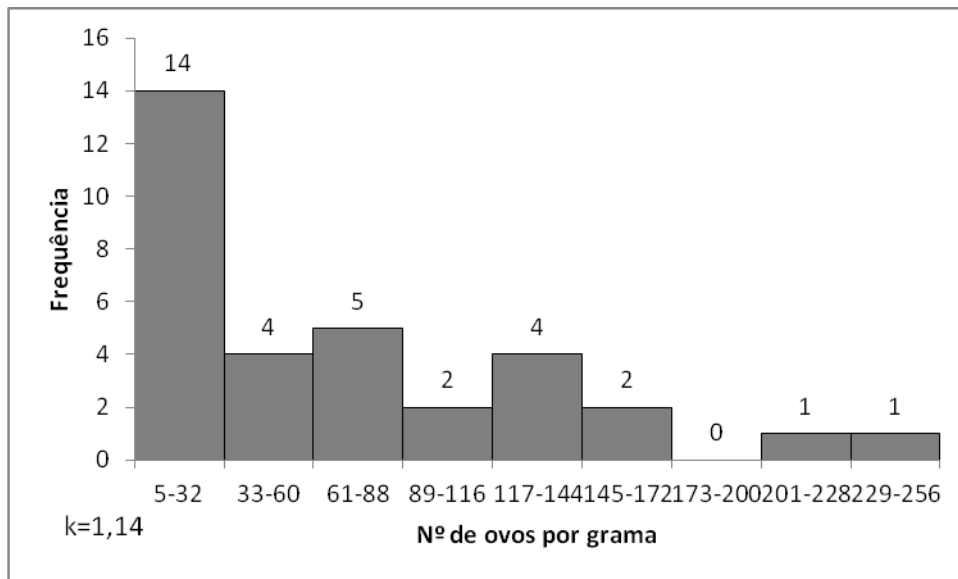


Figura 11 - Distribuição de frequência do número de ovos por grama de fezes em *Gracilinanus agilis* para *Trichuris sp*

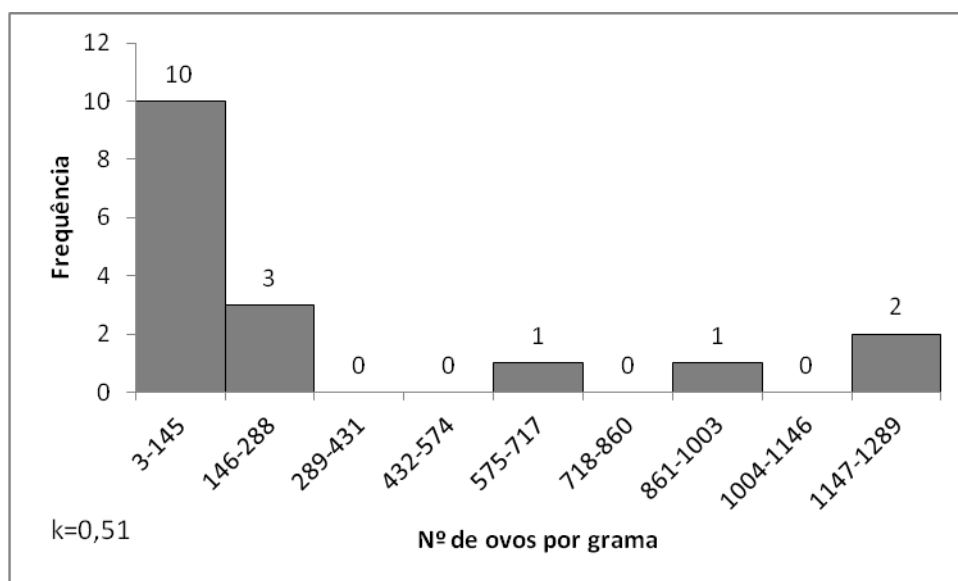


Figura 12 - Distribuição de frequência do número de ovos por grama de fezes em *Didelphis albiventris* para estrongilídeo.

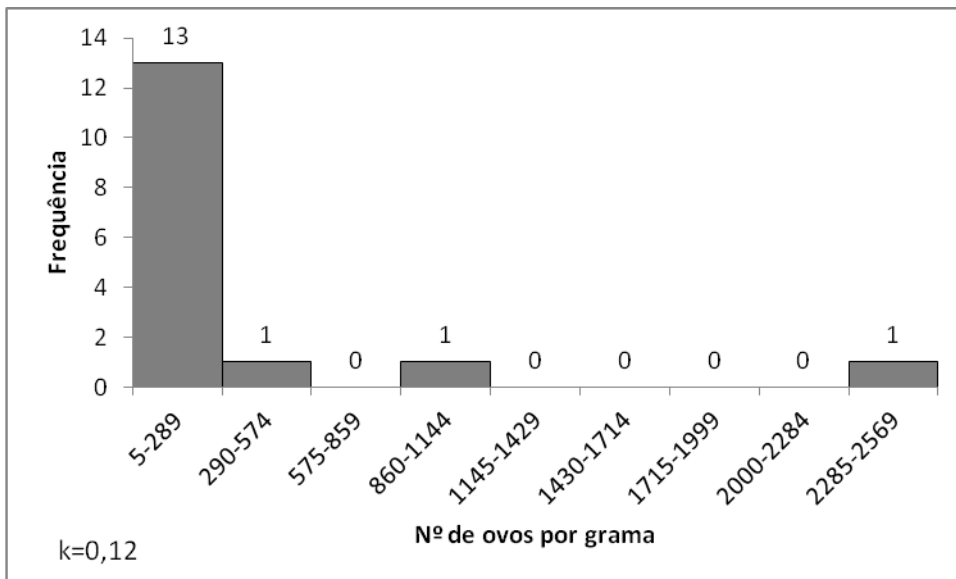


Figura 13 - Distribuição de frequência do número de ovos por grama de fezes em *Rhipidomys macrurus* para estrongilídeo.

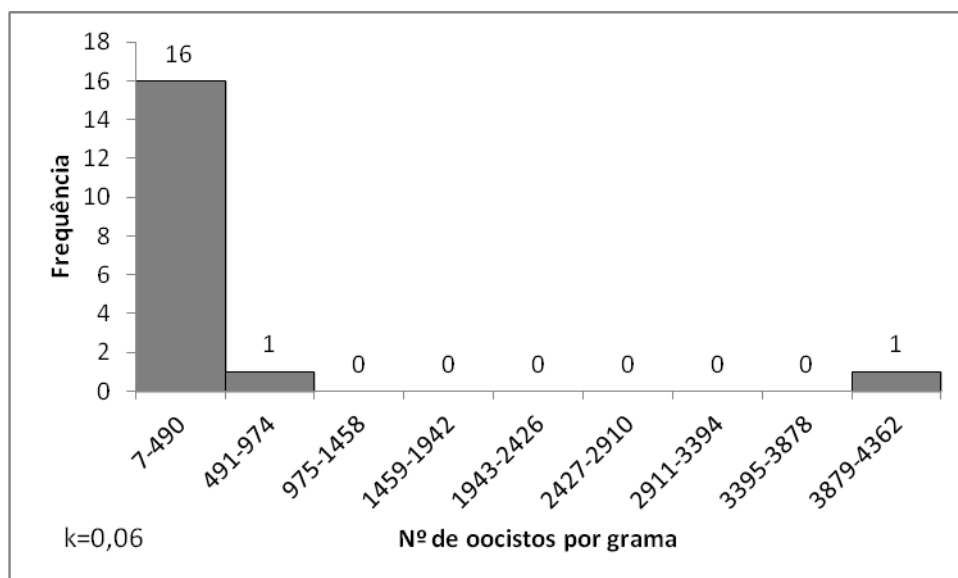


Figura 14 - Distribuição de frequência do número de oocistos por grama de fezes em *Rhipidomys macrurus* para coccídeo.

Variação na prevalência e intensidade de infestação de acordo com o sexo do hospedeiro

Analisando o sexo dos hospedeiros considerando todas as espécies juntas, não houve associação entre sexo e prevalência de endoparasitas entre machos (59,0%) e fêmeas (55,0%) (teste exato de Fisher, $p = 0,0664$). Considerando apenas as espécies *R. macrurus*, *O. bicolor*, *G. agilis* e *D. albiventris*, os hospedeiros mais abundantes, e os

endoparasitas coccídeo, estrombilídeo e *Trichuris sp.*, os mais prevalentes, houve diferença significativa na prevalência de machos parasitados de *G. agilis* (56,1%) quando comparado as fêmeas (26,1%) para coccídeo (teste exato de Fisher, $p = 0,0081$). Não foram encontradas diferenças significativas para nenhuma das outras comparações realizadas (teste exato de Fisher, $p > 0,05$). A intensidade média de ovos por grama foi comparada entre os sexos das espécies *G. agilis* para os endoparasitas coccídeo, estrombilídeo e *Trichuris sp.*; *R. macrurus* para coccídeo e estrombilídeo e *D. albiventris* também para coccídeo e estrombilídeo. Não foram encontradas diferenças significativas em nenhuma destas análises. ($p > 0,05$).

Variação temporal na prevalência

A prevalência dos endoparasitas ao longo dos meses foi relativamente alta, onde em mais da metade dos meses amostrados a prevalência foi maior que 50% e variando ao longo deles. O transecto 1 teve em metade das amostragens realizadas a prevalência maior que 50% com um pico no mês de novembro de 2011(81,8%) e a menor prevalência no mês de fevereiro (25%) (Figura 15). No transecto 2 apenas o mês de junho a prevalência foi menor que 50%, que também foi o mês com maior número de indivíduos analisados para os endoparasitas. Neste transecto o número de amostras de fezes analisadas foi menor comparado ao transecto 1, e os meses com maior prevalência foram novembro e março, ambos com 83% e 80% respectivamente. (Figura 16)

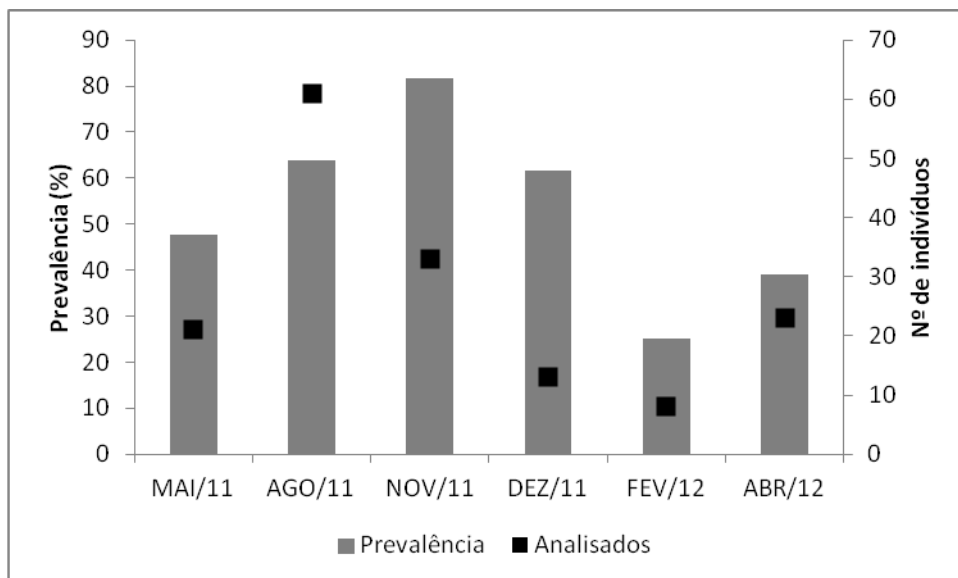


Figura 15 – Prevalência de endoparasitas e número de indivíduos analisados para o transecto 1 ao longo dos meses

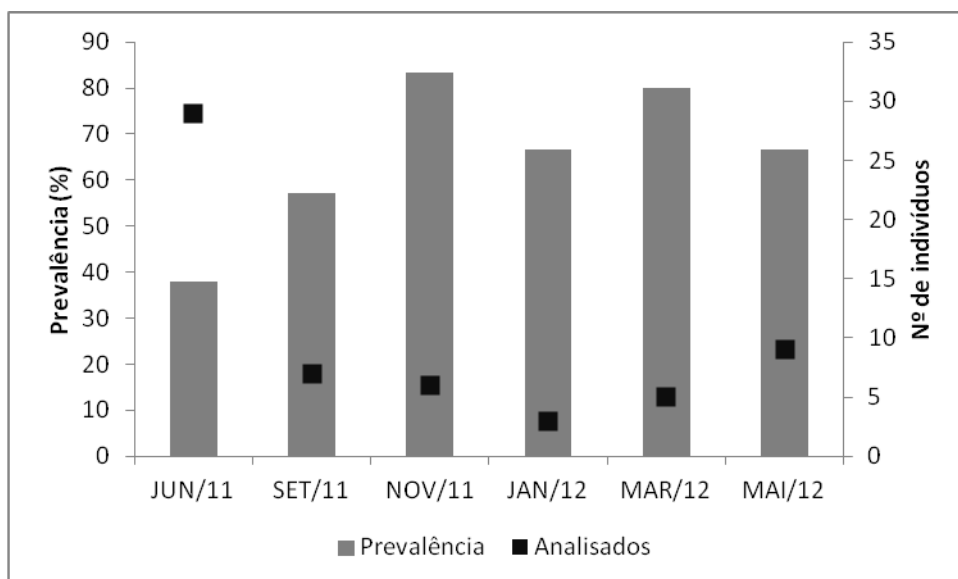


Figura 16 – Prevalência de endoparasitas e número de indivíduos analisados para o transecto 2 ao longo dos meses

Avaliando a influência da sazonalidade na prevalência dos endoparasitas, considerando todos os transectos juntos, foi encontrada associação entre as estações, estando os indivíduos mais parasitados na chuva (80,0%) do que na seca (52,3%) (teste exato de Fisher, $p = 0,0117$). Considerando os transectos separadamente, não foi encontrada associação entre a prevalência e as estações para o transecto 1 (teste exato de Fisher, $p = 0,1256$) nem para o transecto 2 (teste exato de Fisher, $p = 0,0635$).

Considerando as espécies de hospedeiros mais abundantes (*R. macrurus*, *O. bicolor*, *D. albiventris* e *G. agilis*) e os endoparasitas mais prevalentes (coccídeo, estrombilídeo e *Trichuris sp.*), não foram encontradas diferenças significativas nas prevalências para as duas estações (teste exato de Fisher, $p > 0,05$).

Ectoparasitas

Composição, abundância e agregação dos parasitas

Foram coletados e analisados 285 amostras de ectoparasitas de 236 indivíduos distribuídos em quatro famílias, Didelphidae, Cricetidae, Echymidae e Muridae, sendo dez espécies de roedores e duas de marsupiais. Foram coletados 3364 ectoparasitas pertencentes a duas Classes (Arachnida e Insecta), a quatro ordens (Gamasida, Ixodida, Diptera e Siphonaptera), cinco famílias (Ixodidae, Laelapidae, Pulicidae, Leptopsyllidae, Cuterebridae) e dez gêneros (*Gigantolaelaps*, *Androlaelaps*, *Laelaps*, *Mysolaelaps*, *Echinolaelaps*, *Ixodes*, *Amblyomma*, *Metacuterebra*, *Xenopsylla* e *Leptopsylla*). *Gracilinanus agilis* foi a espécie de pequeno mamífero com maior número de indivíduos analisados ($n = 90$) seguido de *Rhipidomys macrurus* ($n = 55$), *Oecomys bicolor* ($n = 36$) e *Didelphis albiventris* ($n = 29$). Algumas espécies de ectoparasitas foram encontradas apenas em uma espécie de hospedeiro, como *Mysolaelaps sp.* encontrado em *O. nigripes*, *Gigantolaelaps goyanensis* em *N. squamipes*, *Echinolaelaps echidinus* em *R. rattus*, *I. loricatus* e *Xenopsylla sp.* em *D. albiventris* e *Metacuterebra apicalis* e *Leptopsylla sp.* ambos em *G. agilis*. (Tabela VIII e X). Todos os espécimes coletados de *Amblyomma sp.* e *Ixodes schulzei* eram estágios imaturos (ninfas ou larvas). Das espécies de hospedeiros analisadas, apenas *Proechmys roberti* não estava parasitada.

O transecto 1 teve um total de oito espécies de pequenos mamíferos analisados, sendo seis roedores e dois marsupiais. Foram identificadas onze espécies de ectoparasitas distribuídas em quatro famílias e oito gêneros com um morfotipo identificado em nível de família. Os roedores *O. nigripes* e *R. macrurus* tiveram a maior riqueza de ectoparasitas com sete morfotipos cada. Dos ectoparasitas, *Gigantolaelaps* sp e *Laelaps* sp1 foram os morfotipos presentes em um maior número de hospedeiros, totalizando cinco espécies cada. Nas espécies de hospedeiros mais abundantes, *Gigantolaelaps* sp. foi o mais prevalente em *O. bicolor*, Laelapidae spp. em *R. macrurus* e *Ixodes schulzei* em *G. agilis* (Tabela VII e VIII)

Tabela VII - Ocorrência dos ectoparasitas nos hospedeiros com as respectivas prevalências e intensidade média em cada hospedeiro para o transecto 1.

Hospedeiro	Ectoparasita	Prevalência(%)	Intensidade Média
		n ¹ /n	n ² /n ¹
<i>H. megacephalus</i>	<i>Laelaps</i> sp1.	1/3(33,3)	1/1(1,0)
	<i>Androlaelaps</i> sp.	1/3(33,3)	10/1(10,0)
	<i>Gigantolaelaps</i> sp.	3/3(100,0)	99/3(33,0)
<i>O. bicolor</i>	<i>Laelaps</i> sp2.	6/41(14,6)	12/6(2,0)
	<i>Ixodes schulzei</i>	4/41(9,8)	6/4(1,5)
	<i>Laelaps</i> sp1.	2/41(4,9)	3/2(1,5)
	<i>Androlaelaps</i> sp.	1/41(2,4)	1/1(1,0)
	<i>Laelapidae</i> spp.	1/41(2,4)	14/1(14,0)
	<i>Gigantolaelaps</i> sp.	29/41(70,7)	282/29(9,7)
	<i>Laelaps</i> sp2.	3/8(37,5)	40/3(13,3)
<i>O. nigripes</i>	<i>Mysolaelaps</i> sp.	1/8(12,5)	11/1(11,0)
	<i>Ixodes schulzei</i>	1/8(12,5)	1/1(1,0)
	<i>Laelaps</i> sp1.	6/8(75,0)	37/6(6,2)
	<i>Laelapidae</i> spp.	1/8(12,5)	8/1(8,0)
	<i>Amblyomma</i> sp.	2/8(25,0)	2/2(1,0)
	<i>Gigantolaelaps</i> sp.	7/8(87,5)	34/7(4,9)
	<i>Laelaps</i> sp2.	8/67(11,9)	58/8(7,3)
	<i>Ixodes schulzei</i>	1/67(1,5)	1/1(1,0)
<i>R. macrurus</i>	<i>Laelaps</i> sp1.	49/67(73,1)	475/49(9,7)
	<i>Androlaelaps</i> sp.	2/67(3,0)	7/2(3,5)
	<i>Laelapidae</i> spp.	54/67(80,6)	971/54(18,0)
	<i>Amblyomma</i> sp.	1/67(1,5)	1/1(1,0)
	<i>Gigantolaelaps</i> sp.	8/67(11,9)	44/8(5,5)
	<i>Laelaps</i> sp2.	4/7(57,1)	134/4(33,5)
	<i>Laelaps</i> sp1.	1/7(14,3)	3/1(3,0)
<i>O. cf. catherinae</i>	<i>Androlaelaps</i> sp.	2/7(28,6)	3/2(1,5)
	<i>Amblyomma</i> sp.	2/7(28,6)	3/2(1,5)
	<i>Gigantolaelaps</i> sp.	5/7(71,4)	92/5(18,4)
	-	-	-
	-	-	-
<i>P. roberti</i>	-	-	-
<i>D. albiventris</i>	<i>Ixodes loricatus</i>	3/5(60,0)	*
	<i>Amblyomma</i> sp.	4/5(80,0)	*
<i>G. agilis</i>	<i>Ixodes schulzei</i>	31/73(42,5)	94/31(3,0)
	<i>Metacuterebra apicalis</i>	3/73(4,1)	3/3(1,0)
	<i>Leptopsylla</i> sp.	2/73(2,7)	2/2(1,0)

n: número de hospedeiros analisados; n¹: número de hospedeiros parasitados; n²: número de ectoparasitas

* Não foi calculada a intensidade média para esta espécie

No transecto 2 foram analisados dez espécies de pequenos mamíferos, sendo oito roedores e dois marsupiais. Dez morfotipos de ectoparasitas foram identificados, distribuídos em três famílias e sete gêneros com um morfotipo identificado em nível de família. Os roedores *H. megacephalus* e *R. macrurus* tiveram a maior riqueza de ectoparasitas com quatro morfotipos cada. Dos ectoparasitas, *Amblyomma* sp foi o

morfofoto presente em um maior número de hospedeiros, totalizando cinco espécies, seguido por *Ixodes schulzei* e *Gigantolaelaps* sp. encontrados em quatro hospedeiros. *Amblyomma* sp. e *Ixodes loricatus* foram os mais prevalentes em *D. albiventris*, enquanto *I. schulzei* foi o mais prevalente em *G. agilis*. (Tabela IX e X)

Tabela VIII - Distribuição das espécies de ectoparasitas nas espécies de pequenos mamíferos não-voadores para o transecto 1.

	<i>Gracilinanus agilis</i>	<i>Didelphis albiventris</i>	<i>Hylaeamys megacephalus</i>	<i>Oecomys cf. catherinae</i>	<i>Oecomys bicolor</i>	<i>Oligoryzomys nigripes</i>	<i>Rhipidomys macrurus</i>
Laelapidae							
<i>Gigantolaelaps</i> sp.			X	X	X	X	X
<i>Androlaelaps</i> sp.			X	X			X
<i>Laelapidae</i> spp.					X	X	X
<i>Laelaps</i> sp1			X	X	X	X	X
<i>Laelaps</i> sp2				X	X	X	X
<i>Mysolaelaps</i> sp.						X	
Ixodidae							
<i>Ixodes schulzei</i>	X				X	X	X
<i>Ixodes loricatus</i>		X					
<i>Amblyomma</i> sp.		X		X		X	X
Cuterebridae							
<i>Metacuterebra apicalis</i>	X						
Leptopsyllidae							
<i>Leptopsylla</i> sp.	X						

Tabela IX - Ocorrência dos ectoparasitas nos hospedeiros com as respectivas prevalências e intensidade média em cada hospedeiro para o transecto 2.

Hospedeiro	Ectoparasita	Prevalência(%)	Intensidade Média
		n ¹ /n	n ² /n ¹
<i>C. expulsus</i>	<i>Laelaps</i> sp1	1/2(50,0)	26/1(26,0)
<i>C. tener</i>	<i>Laelaps</i> sp1	1/1(100,0)	2/1(2,0)
<i>H. megacephalus</i>	<i>Androlaelaps</i> sp	3/5(60,0)	37/3(12,3)
	<i>Amblyomma</i> sp	1/5(20,0)	2,00
	<i>Ixodes schulzei</i>	1/5(20,0)	2,00
	<i>Gigantolaelaps</i> sp	5/5(100,0)	195/5(39,0)
	<i>Gigantolaelaps goyanensis</i>	1/1(100,0)	12/1(12,0)
<i>N. squamipes</i>	<i>Amblyomma</i> sp	1/1(100,0)	7/1(7,0)
<i>O. bicolor</i>	<i>Ixodes schulzei</i>	2/2(100,0)	3/2(1,5)
	<i>Amblyomma</i> sp	1/2(50,0)	2/1(2,0)
	<i>Gigantolaelaps</i> sp	2/2(100,0)	31/2(15,5)
<i>O. nigripes</i>	<i>Laelapidae</i> spp	1/1(100,0)	12/1(12,0)
	<i>Gigantolaelaps</i> sp.	1/1(100,0)	6/1(6,0)
<i>R. macrurus</i>	<i>Laelaps</i> sp1	2/6(33,3)	64/2(32,0)
	<i>Laelapidae</i> spp.	3/6(50,0)	52/3(17,3)
	<i>Gigantolaelaps</i> sp.	1/6(16,7)	3/1(3,0)
	<i>Ixodes schulzei</i>	3/6(50,0)	3/3(1,0)
<i>R. norvegicus</i>	<i>Echinolaelaps echidinus</i>	1/1(100,0)	1/1(1,0)
	<i>Amblyomma</i> sp	1/1(100,0)	1/1(1,0)
<i>D. albiventris</i>	<i>Ixodes loricatus</i>	17(65,4)	*
	<i>Xenopsylla</i> sp.	1/26(3,9)	*
	<i>Amblyomma</i> sp.	23/26(88,5)	*
<i>G. agilis</i>	<i>Ixodes schulzei</i>	24/35(68,6)	152/24(4,6)

n: número de hospedeiros analisados; n¹: número de hospedeiros parasitados; n²: número de ectoparasitas

* Não foi calculada a intensidade média para esta espécie

Tabela X - Distribuição das espécies de ectoparasitas nas espécies de pequenos mamíferos não-voadores para o transecto 2.

	<i>Gracilinanus agilis</i>	<i>Didelphis albiventris</i>	<i>Calomys expulsus</i>	<i>Calomys tener</i>	<i>Hylaeamys megacephalus</i>	<i>Nectomys squamipes</i>	<i>Oecomys bicolor</i>	<i>Oligoryzomys nigripes</i>	<i>Rattus norvegicus</i>	<i>Rhipidomys macrurus</i>
Laelapidae										
<i>Gigantolaelaps</i> sp.					X		X	X		X
<i>Androlaelaps</i> sp.					X					
<i>Gigantolaelaps goyanensis</i>						X				
<i>Laelapidae</i> spp.								X		X
<i>Laelaps</i> sp1			X	X						X
<i>Echinolaelaps echidinus</i>									X	
Ixodidae										
<i>Ixodes schulzei</i>	X				X		X			X
<i>Ixodes loricatus</i>		X								
<i>Amblyomma</i> sp.		X			X	X	X		X	
Pulicidae										
<i>Xenopsylla</i> sp.		X								

A prevalência total incluindo os dois transectos foi de 77,2%. Considerando as quatro espécies de hospedeiros mais frequentes no trabalho, *R. macrurus* foi a que teve a maior prevalência (94,5%) seguido de *D.albiventris* (93,5%) e *O. bicolor* (79,1%). Considerando a infestação média de ectoparasitas, *R. macrurus* foi o que teve o maior valor, com 24,36 ectoparasitas em média, seguido de *O. bicolor* com 8,36 e *G. agilis* com 3,63. Dos ectoparasitas, o mais prevalente foi *Ixodes schulzei* encontrado em 23,5% dos hospedeiros analisados seguido por *Laelaps sp1*, *Gigantolaelaps sp* e *Laelapidae spp* com prevalência de 22,1%, 21,8% e 21,1% respectivamente.

Tabela XI - Número de indivíduos analisados para cada hospedeiro e os valores de prevalência e intensidade média para ectoparasitas em cada transecto

Hospedeiro	Número de indivíduos		Prevalência(%)		Intensidade Média	
	TR1	TR2	TR1	TR2	TR1	TR2
<i>G. agilis</i>	73	35	49,3	68,6	2,8	6,3
<i>D. albiventris</i>	5	26	80,0	96,2	*	*
<i>C. expulsus</i>	-	2	-	50,0	-	26,0
<i>C. tener</i>	-	1	-	100,0	-	2
<i>H. megacephalus</i>	3	5	100,0	100,0	36,7	47,2
<i>N. squamipes</i>	-	1	-	100,0	-	19,0
<i>O. bicolor</i>	41	2	78,0	100,0	10,1	18,0
<i>O. nigripes</i>	8	1	100,0	100,0	17,0	18,0
<i>R. macrurus</i>	67	6	97,0	66,7	24,0	30,5
<i>O. cf. catherinae</i>	7	-	100,0	-	33,6	-
<i>P. roberti</i>	1	-	0,00	-	0,0	-
<i>R. norvegicus</i>	-	1	-	100,0	-	2,0
Total	205	80	75,6	81,3	16,3	15,2

* Não foi calculada a intensidade média para esta espécie

Os pequenos mamíferos do transecto 1 tiveram uma menor prevalência de ectoparasitas do que os indivíduos do transecto 2, porém, a intensidade média de ectoparasitas dos indivíduos do transecto 1 foi maior do que os indivíduos do segundo transecto. Considerando as espécies de hospedeiros de cada transecto, com pelo menos vinte amostras analisadas, *R. macrurus* e *O. bicolor* foram as espécies com a maior prevalência e intensidade média de ectoparasitas no transecto 1 e *D. albiventris* e *G. agilis* foram as únicas espécies que tiveram pelo menos vinte amostras analisadas, onde *D. albiventris* teve a maior prevalência (Tabela XI). Não foi calculada a intensidade média de ectoparasitas para *D. albiventris* em nenhum dos transectos.

O coeficiente k foi calculado para as três espécies de pequenos mamíferos mais abundantes e seus ectoparasitas mais prevalentes. Seus valores indicam um padrão agregado de distribuição na população dos hospedeiros, com k próximo a 1. *Laelaps* sp.1 foi o ectoparasita que esteve mais agregado dos analisados em *R. macrurus*, enquanto *Gigantolaelaps* sp. foi o menos agregado em *O. bicolor* (Figuras 15 a 18).

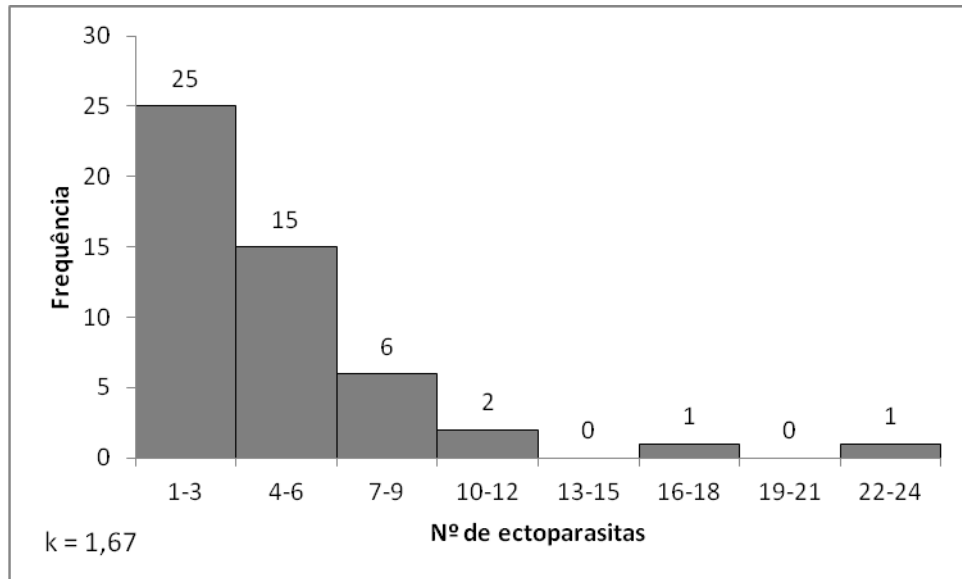


Figura 17 - Distribuição de frequência do número de ectoparasitas em *Gracilinanus agilis* para *Ixodes schulzei*

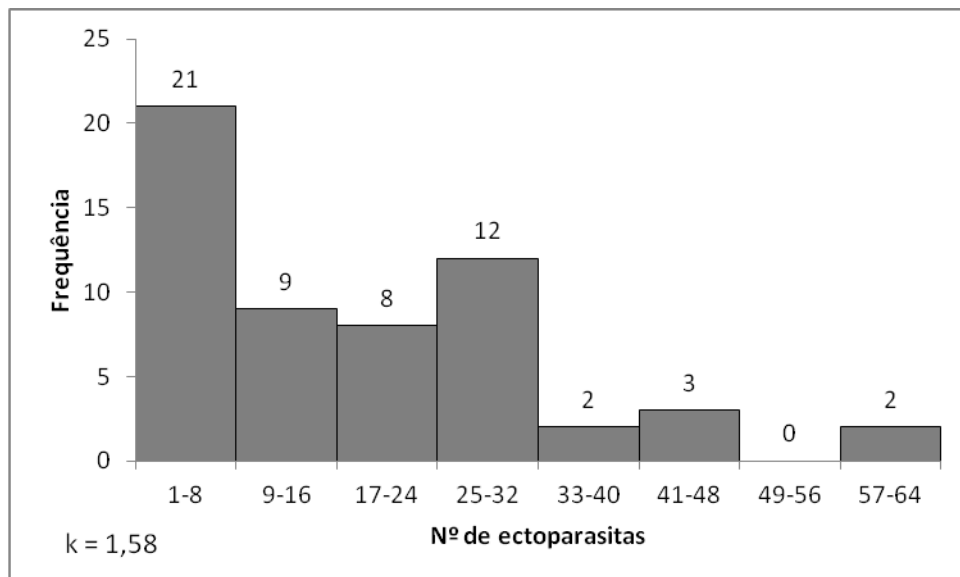


Figura 18 - Distribuição de frequência do número de ectoparasitas em *Rhipidomys macrurus* para Laelapidae spp.

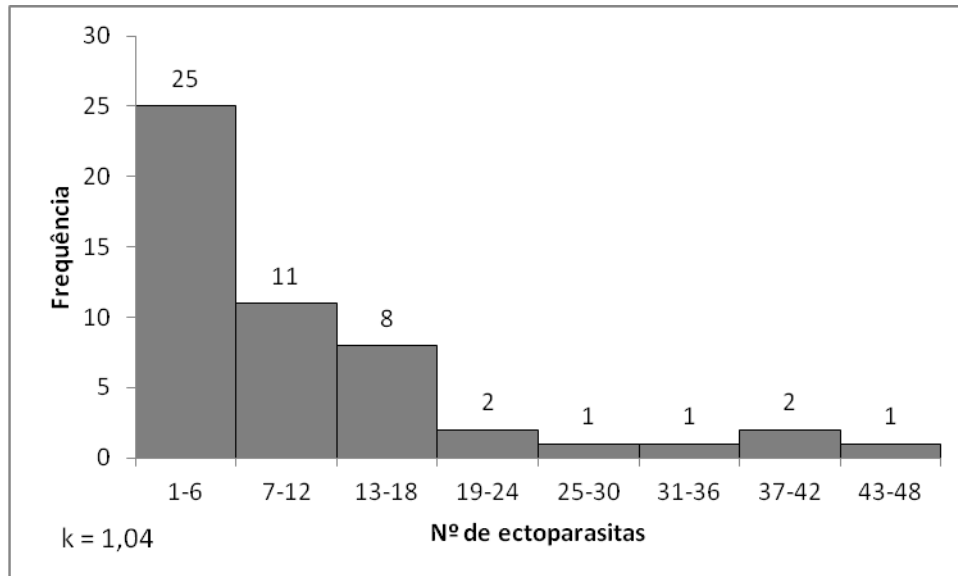


Figura 19 - Distribuição de frequência do número de ectoparasitas em *Rhipidomys macrurus* para *Laelaps* sp.1

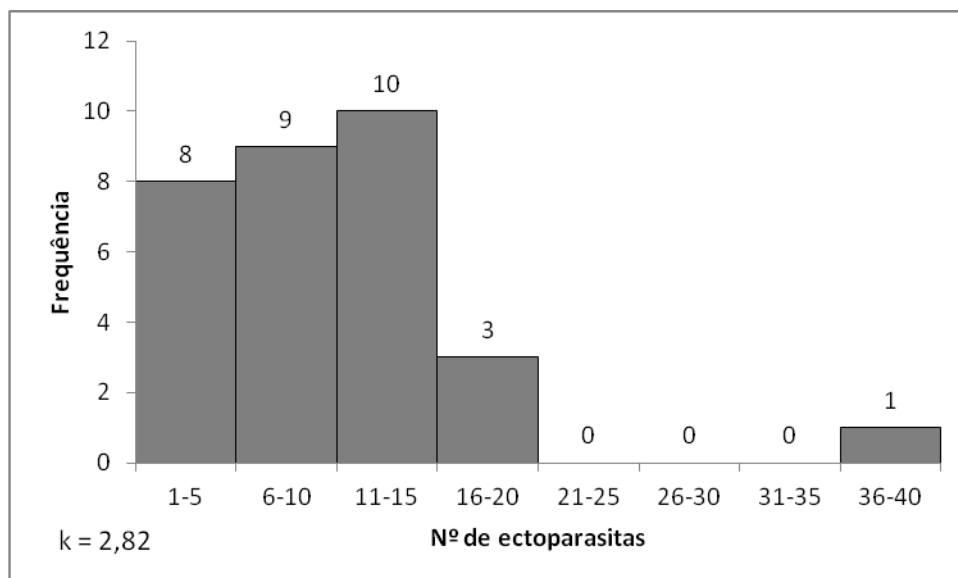


Figura 20 - Distribuição de frequência do número de ectoparasitas em *Oecomys bicolor* para *Gigantolaelaps* sp.

Variação na prevalência e intensidade de infestação de acordo com o sexo do hospedeiro

Considerando todas as espécies de hospedeiros juntas para a análise, não houve associação entre a prevalência de ectoparasitas e o sexo dos hospedeiros (machos: 80,2% e fêmeas: 75,0%) (teste exato de Fisher, $p = 0,8752$). Considerando as quatro

espécies de hospedeiros com maior número de amostras analisadas, não foi encontrada associação na prevalência de ectoparasitas entre machos e fêmeas dos hospedeiros mais abundantes (*R. macrurus*, *O. bicolor*, *G. agilis* e *D. albiventris*) e seus respectivos ectoparasitas mais prevalentes (Laelapidae spp., *Laelaps* sp.1, *Gigantolaelaps* sp., *Amblyomma* sp., *I. loricatus* e *I. schulzei*) (teste exato de Fisher, $p > 0,05$). Analisando a diferença da intensidade média de ectoparasitas entre os sexos, foi encontrada diferença significativa para *R. macrurus* tanto para Laelapidae spp. ($U = 232,0$; $p = 0,0080$) quanto para *Laelaps* sp.1 ($U = 188,5$; $p = 0,0131$), onde os machos apresentavam em média maior número de parasitas do que as fêmeas. Não foi encontrada diferença para *G. agilis* quanto a *I. schulzei* ($U = 591,0$; $p = 0,2651$) e para *O. bicolor* quanto a *Gigantolaelaps* sp. ($U = 104,5$; $p = 0,5649$).

Varição temporal na prevalência

Ambos transectos apresentaram prevalência alta de ectoparasitas nos hospedeiros ao longo dos meses analisados. No transecto 1 o pico na prevalência ocorreu no mês de fevereiro de 2012 (93,4%) e a menor ocorreu no mês de maio de 2011 (42,1%) (Figura 21). No transecto 2 o pico ocorreu no mês de novembro de 2011 com todos os indivíduos analisados parasitados e a menor prevalência no mês de setembro de 2011 (50,0%) (Figura 22).

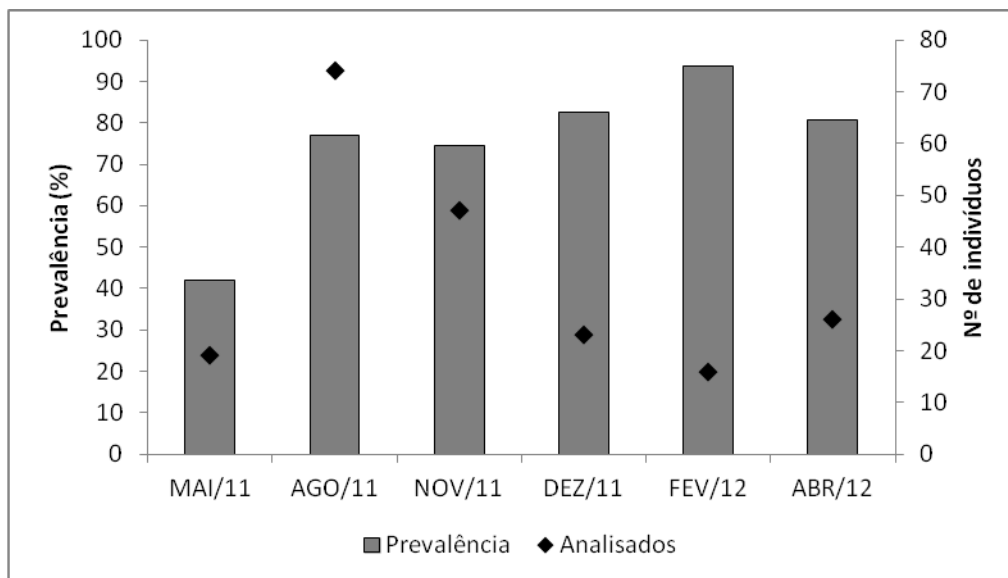


Figura 21 – Prevalência de ectoparasitas e número de indivíduos analisados para o transecto 1 ao longo dos meses

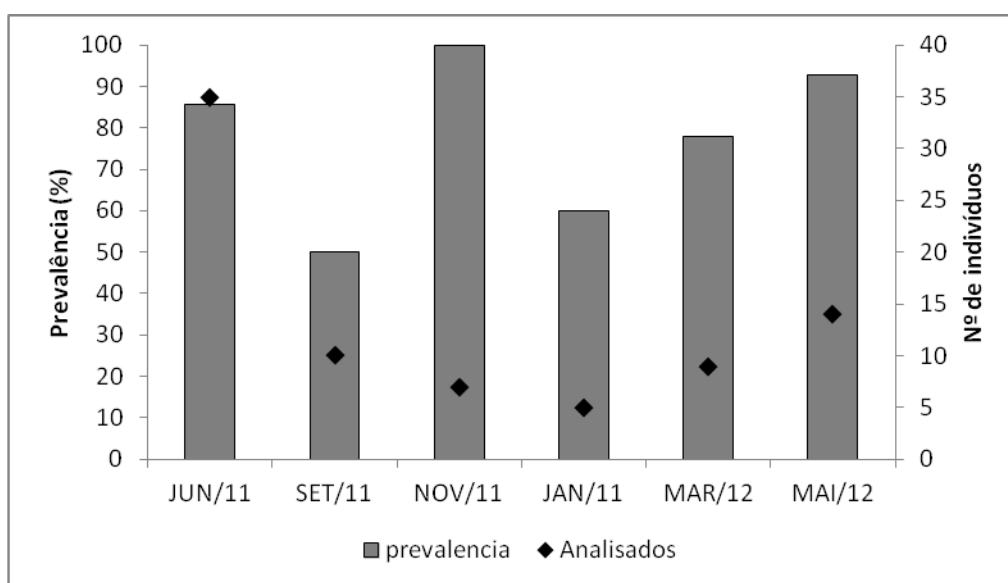


Figura 22 – Prevalência de ectoparasitas e número de indivíduos analisados para o transecto 2 ao longo dos meses

Não foram encontradas associações entre as prevalências de ectoparasitas nos hospedeiros nas estações seca e chuvosa considerando todos os transectos juntos (teste exato de Fisher, $p = 0,4427$) ou para o transecto 1 (teste exato de Fisher, $p = 0,3870$) e para o transecto 2 (teste exato de Fisher, $p = 1,000$) separadamente. Considerando as espécies de hospedeiros mais abundantes (*R. macrurus*, *O. bicolor*, *D. albiventris* e *G.*

agilis) e seus respectivos ectoparasitas mais prevalentes (*Laelapidae* spp., *Laelaps* sp.1, *Gigantolaelaps* sp., *Amblyomma* sp., *I. loricatus* e *I. schulzei*), foi encontrada associação na prevalência para as duas estações apenas para *G. agilis* com o ectoparasita *I. schulzei*, pois uma maior proporção dos indivíduos estavam mais parasitados na seca (56,2%) do que na chuva (22,2%) (teste exato de Fisher, $p = 0,01$).

Discussão

Composição, Abundância e Agregação dos Parasitas

A diversidade parasitária encontrada neste trabalho para ectoparasitas e endoparasitas de tubo digestivo foi bem próxima para as duas áreas amostradas, sendo que o transecto 1 em ambos os casos teve uma maior diversidade. As diferenças na abundância de pequenos mamíferos capturados nos dois transectos pode ter sido um fator diferencial. Wilson e colaboradores (2002) discutem que quando um pequeno número de hospedeiros são amostrados, a probabilidade de detectar as espécies de parasitas mais raras ou os indivíduos com maior carga parasitária é menor. A menor complexidade da cobertura vegetal associada à queimada que ocorreu no transecto 2 são fatores que influenciam nessa menor abundância de pequenos mamíferos observada.

Os endoparasitas mais prevalentes neste trabalho foram os coccídeos, os estrombilídeos e *Trichuris* sp. Os estrombilídeos e *Trichuris* sp. são componentes do filo Nematoda, considerado o segundo mais especioso depois do filo Arthropoda (Morand et al., 2006b). Estes parasitas apresentam desenvolvimento uniforme e estrutura anatômica simples, mas apresentam uma grande diversidade no seu ciclo de vida (Mehlhorn, 2008). Sua letalidade nos mamíferos é baixa, mas possuem potencial para regular a população dos seus hospedeiros devido ao impacto na reprodução e sobrevivência do hospedeiro (Morand et al., 2006b). Dentre os pequenos mamíferos, os roedores

apresentam a maior diversidade de nematoides. As rotas de infecção pelo parasita em sua maior parte são pela ingestão oral de itens contendo os estágios infectivos, que podem ser tanto ovos como as larvas, sugerindo que a infecção por estes parasitas esteja relacionado com a dieta e comportamento dos hospedeiros (Morand et al., 2006b). A alta prevalência de *Trichuris sp.* neste trabalho provavelmente está relacionada com a sua grande ocorrência em *G. agilis*, o hospedeiro mais abundante em ambos os transectos. Estrongilídeo foi o endoparasita presente em um maior número de hospedeiros, apesar de não ser o mais prevalente nas diferentes espécies de hospedeiros.

Os coccídeos parasitas do epitélio gastrintestinal dos vertebrados são protozoários intracelulares (Lima, 2004; Mehlhorn, 2008). Dos parasitas coletados neste trabalho, estes são os únicos considerados como microparasitas devido às suas dimensões e ciclo de vida. Assim como os nematódeos, raramente são letais, e seu maior dano no hospedeiro é a redução da absorção de nutrientes pelo mesmo, que pode acarretar prejuízos no crescimento e reprodução do hospedeiro (Lima, 2004). Estes endoparasitas foram os mais prevalentes neste trabalho considerando as duas áreas, onde apenas no transecto 2 houve uma prevalência um pouco menor que os estrongilídeos. Foi o principal endoparasita do hospedeiro mais abundante, *G. agilis*, o que provavelmente contribuiu para sua alta prevalência neste trabalho.

Os ectoparasitas foram representados neste trabalho principalmente pela família Laelapidae nos roedores e a família Ixodidae nos marsupiais. A família Laelapidae compõe o grupo dos ácaros, e é a família com maior número de espécies na ordem Mesostigmata. Estes são encontrados em uma grande variedade de pequenos mamíferos, com os roedores compondo um dos principais grupos de hospedeiros (Morand et al., 2006). Os gêneros *Gigantolaelaps* e *Laelaps* foram os ectoparasitas mais abundantes e prevalentes nos roedores deste trabalho. Gettinger (1987, 1992), trabalhando em áreas

do cerrado no Distrito Federal, descreve a ocorrência desses gêneros de ectoparasitas em pequenos mamíferos, constatando a ocorrência de especificidade na relação parasita-hospedeiro para algumas espécies destes ectoparasitas. As espécies *E. echidinus* e *G. goyanensis* foram encontrados em apenas um hospedeiro neste trabalho (*R. norvegicus* e *N. squamipes* respectivamente), concordando com dados da literatura que descrevem a relação íntima desses parasitas com seus hospedeiros (Wenzell & Tipton, 1966; Furman, 1972; Guitton et al. 1986; Gettinger, 1987; Yoshizawa, 1996; Martins-Hatano et al., 2002). *Mysolaelaps* sp. também foi encontrado em apenas um hospedeiro (*O. nigripes*), apesar de alguns trabalhos apresentarem espécies do gênero como generalistas (Wenzell & Tipton, 1966; Furman, 1972; Nieri-Bastos et al., 2004) e outras como especialistas (Barros-Battesti et al., 1998; Martins-Hatano et al., 2002). Apesar das outras espécies de lelapídeos terem sido encontradas em mais de um hospedeiro, foi possível notar a maior prevalência de algumas espécies em determinados hospedeiros, como *Laelapidae* spp. e *Laelaps* sp.1 em *R. macrurus*; e *Gigantolaelaps* sp. em *O. bicolor*. Alguns trabalhos apresentam a ocorrência de lelapídeos em marsupiais (Martins-Hatano et al., 2000; Bittencourt & Rocha, 2003; Reis et al., 2008), contudo não foi encontrado a presença destes nas duas espécies capturadas neste trabalho.

A família Ixodidae é composta pelos popularmente conhecidos carrapatos. Todos são hematófagos obrigatórios (Oliver Jr., 1989; Klompen et al., 1996) e possuem uma ampla distribuição geográfica sendo encontrados em diferentes grupos de mamíferos (Klompen et al., 1996; Horak et al., 2002; Durden, 2006). No presente estudo foram representados pelas espécies *I. loricatus*, *I. schulzei* e *Amblyomma* sp., que ocorreram principalmente nos marsupiais. *Ixodes loricatus* tem sua ocorrência frequentemente associada aos marsupiais do gênero *Didelphis* (Barros & Baggio, 1992; Gómez et al.,

2000; Muller et al., 2005; Horta et al., 2006) apesar de também ocorrer em roedores (Yoshizawa et al., 1996; Beldomenico et al., 2005, Lareschi, 2010). *Ixodes schulzei* é uma espécie de carrapato endêmica do Brasil e com descrição ainda recente (Barros-Battesti et al., 2007), não possuindo muitos dados da sua ocorrência nos hospedeiros. O gênero *Amblyomma* possui 29 espécies reconhecidas para o Brasil e seus indivíduos são considerados generalistas quanto ao hospedeiro nos seus estágios imaturos, sendo encontrados em diferentes ordens de mamíferos (Jones et al., 1972, Oliver Jr., 1989). Neste trabalho o gênero foi mais prevalente em *D. albiventris*, apesar de ter ocorrido com menor prevalência em outras espécies de roedores.

Comparando os ixodídeos com os lelapídeos, foi constatada uma intensidade consideravelmente maior deste último grupo nos pequenos mamíferos neste trabalho. Esses ectoparasitas pertencem a ordens diferentes e apesar de possuírem semelhanças no método de explorar seus hospedeiros, os lelapídeos geralmente possuem apenas um hospedeiro para realizar seu ciclo biológico, ao contrário dos ixodídeos que geralmente precisam de mais de um hospedeiro ao longo do seu desenvolvimento (Oliver Jr., 1989; Jongejan & Uilenberg, 2004; Durden, 2006; Serra-Freire, 2006), sendo que geralmente os estágios imaturos são mais prevalentes em pequenos mamíferos, enquanto adultos são encontrados mais em mamíferos de médio e grande porte (Klompen et al., 1996; Rosà et al., 2006) . Needham e colaboradores (1991) discutem também que os carrapatos podem passar até 95% da sua vida fora do hospedeiro. Com isso, a dispersão dos carrapatos ao longo do seu ciclo de vida levaria a uma menor abundância do parasita no hospedeiro quando comparado aos lelapídeos, que podem ter todos os estágios de desenvolvimento do parasita no mesmo hospedeiro.

As ordens Siphonaptera e Diptera tiveram baixa ocorrência neste trabalho. As pulgas são ectoparasitas recorrentes nos trabalhos com pequenos mamíferos, apesar de

ocorrer em abundâncias menores que os carrapatos e os ácaros. Neste estudo foram coletados apenas em marsupiais, sendo *Leptopsylla sp.* em *G. agilis* e *Xenopsylla sp.* em *D. albiventris*. Ambos os gêneros já foram registrados em pequenos mamíferos conforme a literatura (Yoshizawa, 1996; Salvador et al., 2007; Oliveira et al., 2009) e apresentam espécies que funcionam como vetores de importantes zoonoses, como a peste bubônica (Serra-Freire, 2006). Para *G. agilis* é a primeira descrição da ocorrência de *Leptopsylla sp.* no Bioma estudado. A ordem Diptera foi representada pelos cuterebrídeos, que são larvas parasitas de tecido subcutâneo, com ocorrência restrita ao Novo Mundo, e descrição da sua ocorrência em pequenos mamíferos e primatas (Guimarães & Papavero, 1999). A espécie *Metacuterebra apicalis*, coletada neste trabalho em *G. agilis*, tem descrição da sua ocorrência no cerrado para este mesmo hospedeiro (Vieira, 1993; Pujol-Luz et al., 2004). Sua prevalência e intensidade foram baixas, não sendo encontrado mais que uma larva por hospedeiro, provavelmente devido às dimensões e aos efeitos deste possivelmente deletérios deste parasita.

Tanto para os endoparasitas quanto para os ectoparasitas foi constatado um padrão agregado nos hospedeiros, onde poucos indivíduos possuíam muitos parasitas e a maior parte dos hospedeiros apresentou poucos parasitas. Tal padrão foi evidenciado inclusive para os coccídeos, que são classificados como microparasitas. Os endoparasitas estiveram em geral mais agregados em seus hospedeiros quando comparados com os ectoparasitas. Shaw e Dobson (1995), examinando um conjunto de dados de diferentes trabalhos sobre parasitismo, constataram diferenças no nível de agregação de ectoparasitas e endoparasitas nos seus hospedeiros. Os autores argumentam que essas diferenças podem ser resultado da natureza do processo de infecção do parasita e a história evolutiva destes, pois os ectoparasitas são limitados pela área de superfície externa disponível para infecção, enquanto os endoparasitas são restritos ao volume

interno que habitam, no caso o sistema digestivo do hospedeiro, possuindo este uma maior área de superfície para seu estabelecimento. Quanto às adversidades, ectoparasitas enfrentam variações climáticas devido à sua exposição ao ambiente, enquanto endoparasitas passam por heterogeneidades na resposta imune do hospedeiro. Outro fator importante é que os endoparasitas são geralmente de menores dimensões permitindo um maior incremento na produção de estágios infectantes, e sendo assim mais numerosos que os ectoparasitas. Muitos dos endoparasitas são dispersos no ambiente através das fezes dos indivíduos infectados, e dependem do forrageamento do hospedeiro para que possam ser ingeridos, o que leva a uma grande perda de estágios infectivos. Esse método de transmissão passivo resulta na seleção de linhagens que maximizem a produção de estágios infectivos no interior do hospedeiro. Como a produção de estágios infectivos é acompanhada pela redução dos recursos efetivamente disponíveis para o hospedeiro, a patogenicidade desse grupo de parasitas ocorre em parte devido a sua necessidade de transmissão.

Shaw e Dobson (1995) e Shaw e colaboradores (1998) argumentam que parasitas que entram no hospedeiro passivamente tendem a ter um maior nível de agregação e maiores intensidades no hospedeiro do que parasitas ativos, o que está de acordo com os resultados deste trabalho onde endoparasitas estiveram mais agregados que os ectoparasitas em geral, apresentando maiores valores de intensidade média de infestação e menores valores do coeficiente k . Os coccídeos apresentaram os menores valores do coeficiente neste trabalho, tanto para *R. macrurus* quanto para *G. agilis*, enquanto *Trichuris sp* foi o que apresentou os maiores valores. Os coccídeos produzem estágios infectivos (denominados oocistos) de pequeno tamanho se comparado aos ovos dos helmintos, que implica em um menor gasto energético para sua produção e consequentemente, explicaria a maior intensidade e os baixos valores do coeficiente k .

Para os ectoparasitas, *Laelaps sp.1* em *R. macrurus* apresentou o menor valor do coeficiente enquanto *Gigantolaelaps sp.* em *O. bicolor* apresentou o maior valor. As características que podem levar a diferenças no nível de agregação de ectoparasitas são multifatoriais, podendo ser desde fatores ligados ao hospedeiro, como imunocompetência, tamanho corporal e área de vida; assim como aqueles relacionados aos parasitas, como patogenicidade, e interações com outros parasitas (Presley, 2010), tornando difícil estabelecer com precisão qual destes possui maior influência. O alto valor do coeficiente k de *Gigantolaelaps sp.* é um indicativo que o impacto da intensidade desse ectoparasita no seu hospedeiro pode ser menor quando comparado a *Laelaps sp* para *R. macrurus*.

Sexo do hospedeiro e sazonalidade

Sexo do hospedeiro e sazonalidade são fatores recorrentemente apontados na literatura como geradores de heterogeneidades na prevalência e intensidade de parasitas nos hospedeiros (Bundy, 1988; Zuk, 1990; Shaw & Dobson, 1995; Shaw et al., 1998; Wilson et al., 2002; Rosà et al., 2006). Geralmente, machos de vertebrados (como aves e mamíferos) possuem maior densidade de parasitas do que fêmeas devido a diferenças corporais relacionadas ao sexo, imunocompetência ou área de vida (Krasnov et al., 2005). Para essas taxa, o decréscimo na capacidade de transporte de parasitas relacionados com pequenos tamanhos corporais, aumento nas respostas imunes relacionados aos andrógenos e menor frequência de encontros com parasitas devido às menores áreas de vida trabalham em conjunto para reduzir a abundância de parasitas em fêmeas quando comparado aos machos (Krasnov et al., 2005; Morand et al., 2004). Desta forma, os fatores que ocasionam heterogeneidades na prevalência e intensidade de infestação nos hospedeiros são gerados pela variação entre indivíduos na sua exposição

aos estágios infectivos parasitários e na sua susceptibilidade uma vez que o agente foi encontrado (Wilson et al., 2002).

No presente trabalho, a diferença entre os sexos foi constatada apenas para a prevalência de coccídeos em *G. agilis*, com os machos apresentando maior prevalência; e a intensidade média dos ectoparasitas Laelapidae spp. e *Laelaps sp.1* em *R. macrurus*, com os machos também apresentando em média maior número de parasitas. Pouco ainda se conhece sobre os fatores que poderiam levar a essas heterogeneidades dos parasitas entre os sexos dos hospedeiros para os pequenos mamíferos do cerrado, pois ainda é uma área ainda pouco explorada. Machos do gênero *Gracilinanus* apresentam em média maior massa corporal que as fêmeas, indicando um possível dimorfismo sexual. Essa diferença é apontada entre alguns autores como fator que poderia estar relacionado a maiores áreas de vida dos machos dessa espécie devido à maior necessidade de aporte energético (Costa et al., 2003; Martins et al., 2006; Fernandes, 2007), o que aumentaria a chance de encontros com estágios infectivos. Outra possibilidade apontada é a ocorrência de diferenças fisiológicas devido aos níveis de hormônios esteroides entre os sexos. Em *R. macrurus*, foi constatada diferença na intensidade média de parasitas. Como não há evidências claras de dimorfismo na espécie, aspectos comportamentais, como a retirada dos ectoparasitas ou o ato de evitar ambientes com alta densidade de parasitas assim como aspectos fisiológicos e imunológicos podem estar envolvidos.

A literatura referente à influência de fatores sazonais na prevalência dos parasitas é em sua maior parte referente à região temperada, onde as estações são bem definidas sujeitando as espécies a grandes variações climáticas ao longo do ano (Morand et al., 2006). Nas regiões tropicais tal padrão não é muito evidente, com exceção de algumas regiões como o cerrado que apresentam uma variação marcante na sua pluviosidade ao

longo do ano. Esse fator pode ter grande influência nos parasitas dos pequenos mamíferos devido ao stress hídrico em épocas de seca.

Endoparasitas e ectoparasitas tiveram distribuição das prevalências distintas entre as estações. A única diferença significativa constatada para os endoparasitas foi considerando todos os transectos juntos, onde houve uma maior prevalência na estação chuvosa. No transecto 2, apesar de não ser constatada associação significativa entre as estações e a prevalência, o resultado do teste foi próximo ao nível de significância. Os endoparasitas de tubo digestivo são liberados no ambiente pelas fezes para a infecção de um novo hospedeiro. Estes parasitas são sensíveis às flutuações climáticas, necessitando de um ambiente úmido e quente para a sobrevivência dos ovos e larvas (Cattadori et al., 2006). Como no transecto 2 havia uma menor cobertura vegetal comparada ao transecto 1, no período de seca os endoparasitas estariam mais susceptíveis aos fatores climáticos do ambiente, como dessecação devido à baixa umidade relativa, aumentando a sua perda e reduzindo a prevalência nesta estação. Já para os ectoparasitas, a diferença foi encontrada apenas para a espécie *G. agilis* com o ectoparasita *I. schulzei*, mais parasitado na seca do que na chuva. Os ectoparasitas, por estarem sobre o tegumento do hospedeiro e em contato com o ambiente externo, apresentam adaptações às variações climáticas quando comparados aos endoparasitas. Autores apontam que, para os carrapatos, as ninfas e larvas apresentam maior atividade nos períodos de menor pluviosidade, menor fotoperíodo e menores temperaturas (Oliver Jr., 1989; Dreyer et al., 1998; Labruna et al., 2002; Labruna et al., 2009) coincidindo com a estação seca no cerrado. Isso explicaria a maior prevalência de *I. schulzei* nesta estação, em que foi representado principalmente por estágios imaturos.

Conclusão

Este trabalho apresentou novas informações quanto aos endoparasitas e ectoparasitas de pequenos mamíferos no Brasil central. Dentre elas, destaque para a grande prevalência de estrongilídeos e coccídeos nos hospedeiros e a ocorrência do ectoparasita *I. shculzei* em *G. agilis*. Não menos importante foi a confirmação da ocorrência de interações espécie-específicas já mencionadas em outros trabalhos de diferentes biomas, como *E. echidinus* e *G. goyanensis* em *R. rattus* em *N. squamipes* respectivamente.

Tanto ectoparasitas quanto endoparasitas apresentaram um padrão agregado de distribuição nos hospedeiros, sendo que os primeiros estiveram mais agregados. Essas características devem-se ao seu ciclo de vida e sua forma de explorar os recursos do hospedeiro, distintas dos ectoparasitas. Heterogeneidade na prevalência e intensidade dos parasitas quanto ao sexo do hospedeiros foi constatado para as espécies mais abundantes, *R. macrurus* e *G. agilis*. Os fatores que devem ocasionar esses fenômenos observados ainda são incertos, sendo necessários estudos quanto à influência desses parasitas na fisiologia e comportamento dos hospedeiros. Já a sazonalidade apontou um padrão temporal diferenciado dos ectoparasitas e endoparasitas nos hospedeiros, novamente devido às diferenças no ciclo de vida desses parasitas.

Existem ainda muitas dúvidas na identificação dos pequenos mamíferos e principalmente dos seus parasitas, sendo um desafio futuro para as áreas de taxonomia. O bioma do cerrado, apesar do crescente número de estudos, é um campo em potencial para trabalhos sobre parasitismo em pequenos mamíferos que busquem compreender essas lacunas existentes.

Referencias Bibliográficas

- ALHO, C. J. R. 1981. Small mammal populations of Brazilian Cerrado: the dependence of abundance and diversity on habitat complexity. *Revista Brasileira de Biologia* 41:223-230.
- ALHO, C. J. R. 1982. Brazilian rodents: their habitats and habits, p. 143-166. *In*: Mares, M. A. & Genoways, H. H (Eds). *Mammalian Biology in South America*. Pittsburgh, Pymatuning Laboratory of Ecology, 539p.
- ALHO, C. J. R. 2005. Intergradation of habitats of non-volant small mammals in the patchy cerrado landscape. *Arquivos do Museu Nacional*, 63(1): 41-48.
- ALTIZER, S., NUNN, C. L., THRALL, P. H., GITTLEMAN, J. L., ANTONOVICS, J., CUNNINGHAM, A. A., DOBSON, A. P., EZENWA, V., JONES, K. E., PEDERSEN, A. B., POSS, M. & PULLIAM, J. R. C. 2003. Social Organization and Parasite Risk in Mammals: Integrating Theory and Empirical Studies. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34(1): 517-547.
- AMIN, O. M., 1985. Classification. *In*: Crompton, D.W.T., Nickol, B.B. (Eds.), *Biology of the Acanthocephala*. University Press, Cambridge, pp. 22–71.
- ANDERSON, M. R. & MAY, R. M. 1979. Population biology of infectious diseases: Part I. *Nature*, 280 (2): 361-367.
- ARNEBERG, P., SKORPING, A., GRENFELL, B., & READ, A. 1998. Host densities as determinants of abundance in parasite communities. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, v. 265, n. 1403, p. 1283-1289
- BARBEHENNT, K. R. 1969. Host-Parasite Relationships and Species Diversity in Mammals: An Hypothesis. *Diversity*, 1(2): 29-35.

- BARROS, D. M. & BAGGIO, D. 1992. Ectoparasites Ixodida Leach, 1817 on Wild Mammals in the State of Paraná, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 87(2): 291-296.
- BARROS-BATTESTI, D. M., ONOFRIO, V. C., FACCINI, J. L. H., LABRUNA, M. B., ARRUDA-SANTOS, A. D., & GIACOMIN, F. G. 2007. Description of the immature stages and redescription of the female of *Ixodes schulzei* Aragão Fonseca, 1951 (Acari: Ixodidae), an endemic tick species of Brazil. *Systematic Parasitology*, 68, 157–16
- BARROS-BATTESTI, M. D., ARZUA, M., LINARDI, P. M., BOTELHO, J. R., & SBALQUEIRO, I. J. 1998. Interrelationship between ectoparasites and wild rodents from Tijucas do Sul, State of Paraná, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 93(6): 719-725.
- BEGON, M., TOWNSEND, C. R. & HARPER, J. L. 2006. *Ecologia de Indivíduos a Ecosistemas*. 4ªed, Artmed, Porto Alegre.
- BELDOMENICO, P. M., LARESCHI, M., NAVA, S., MANGOLD, A. J. & GUGLIEMONE, A. A. 2005. The parasitism of immature stages of *Ixodes loricatus* (Acari: Ixodidae) on wild rodents in Argentina. *Experimental and Applied Acarology*, 36: 139-148.
- BITTENCOURT, E. B., & ROCHA, C. F. D. 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. *Memória Instituto Oswaldo Cruz*, 98(6): 793-798
- BONVICINO, C. R., CERQUEIRA, R., SOARES, V. A. 1996. Habitat use by small mammals of upper Araguaia River. *Revista Brasileira de Biologia*, 56(4): 761-767.
- BONVICINO, C. R., LINDBERGH, S. M., & MAROJA, L. S. 2002. Small non-flying mammals from conserved and altered areas of Atlantic Forest and Cerrado: comments on their potential use for monitoring environment. *Brazilian Journal of Biology*, 62(4B): 765-774.

- BONVICINO, C. R.; OLIVEIRA, J. A. & D'ANDREA, P. S. 2008. Guia dos Roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos. Rio de Janeiro, Centro Pan-Americano de Febre Aftosa. 120p
- BORDES, F., BLUMSTEIN, D. T., & MORAND, S. 2007. Rodent sociality and parasite diversity. *Biology Letters*, 3(6):692-694.
- BOSSI, D. E. P., LINHARES, A. X., & BERGALLO, H. G. 2002. Parasitic Arthropods of Some Wild Rodents from Juréia-Itatins Ecological Station, State of São Paulo, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 97(7): 959-963
- 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.
- BROWER, J. E.; ZAR, J. H. & VON ENDE, C. N. 1997. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Boston, McGraw-Hill, 4 ed., 273p.
- BUENO, A. A. & MOTTA-JUNIOR, J. C. 2006. Small mammal selection and functional response in the diet of the maned wolf, *Chrysocyon brachyurus* (Mammalia: Canidae), in Southeast Brazil. *Mastozoología Neotropical*, 13(1): 11- 19.
- BUNDY, D. A. P. 1988. Gender-dependent patterns of infections and disease. *Parasitology Today*, 4(7): 186-189.
- BURKEY, T. V. 1989. Extinction in nature reserves: the effect of fragmentation and the importance of migration between reserve fragments. *Oikos*, 75-81.
- CÁCERES, N. C. 2000. Population ecology and reproduction of the white-eared opossum *Didelphis albiventris* (Mammalia, Marsupialia) in an urban environment of Brazil. *Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science*, 52(3): 171-174.

- CÁCERES, N. C. 2002. Food Habits and Seed Dispersal by the White-Eared Opossum *Didelphis albiventris* in Southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 37: 1-8.
- CÁCERES, N. C., NAPOLI, R. P., LOPES, W. H., CASELLA, J. & GAZETA, G. S. 2007. Natural history of the marsupial *Thylamys macrurus* (Mammalia, Didelphidae) in fragments of savannah in southwestern Brazil. *Journal of Natural History*, 000(000): 1-10.
- CATTADORI, I. M., HAUKISALMI, V., HENTTONEN, H., & HUDSON, P. J. 2006. Transmission ecology and the structure of parasite communities in small mammals, p. 349-370. *In*: MORAND, S., KRASNOV, B. R., & POULIN, R. *Micromammals and Macroparasites: From Evolutionary Ecology to Management*. Tokyo, Japan, Springer.
- CERQUEIRA, R. & TRIBE, C. J. 2008. Genus *Didelphis* Linnaeus, 1758, p. 17-25. *In*: Gardner, A. L. (Ed.). *Mammals of South America. Vol. 1. Marsupials, xenarthrans, shrews, and bats*. Chicago: Chicago university Press.
- COMBES, C. 2001. *Parasitism. The ecology and evolution of intimate interactions*. Univ Chicago Press, Chicago.
- COOK, R. E. 1969. Variation in species density of North American birds. *Systematic Biology*, 18(1), 63-84.
- CORDERO, G. A. R & NICOLAS, R. A. B. 1987. Feeding habitats of the opossum (*Didelphis marsupialis*) in Northern Venezuela. *Fieldiana Zoology*, 39: 125-131.
- COSTA, L. P, LEITE, Y. L. R. & PATTON, J. L. 2003. Phylogeography and systematic notes on two species of gracile mouse opossums, genus *Gracilinanus* (Marsupialia: Didelphidae) from Brazil. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 116: 275:292

- CROLL, N. A. 1973. Parasitism and other associations. Pitman Medical, Reino Unido, 98p.
- DAVIDSON, D. W ., INOUE, R. S., BROWN, J. H. 1984. Granivory in a Desert Ecosystem : Experimental Evidence for Indirect Facilitation of Ants by Rodents. *Ecology* 65(6), 1780-1786.
- DOBSON, A. P. & GRENFELL. 1995. Ecology of Infectious Diseases in Natural Populations. Cambridge University Press, Reino Unido, 521p.
- DREYER, K., FOURIE, L. J., & KOK, D. J. 1998. Tick diversity, abundance and seasonal dynamics in a resource-poor urban environment in the Free State Province. *The Onderstepoort journal of veterinary research*, 65(4): 305.
- DURDEN, L. A. 2006. Taxonomy, host associations, life cycles and vectorial importance of ticks parasitizing small mammals, p. 91-102. *In: MORAND, S., KRASNOV, B. R., & POULIN, R. Micromammals and Macroparasites: From Evolutionary Ecology to Management.* Tokyo, Japan, Springer.
- EDWARD, G. R., & CRAWLEY, M. J. 1999. Rodent seed predation and seedling recruitment in mesic grassland. *Oecologia*, 118(3), 288-296.
- EHMAN, K. D. & SCOTT, M. E. 2002. Female mice mate preferentially with nonparasitized males. *Parasitology* 125:461-466.
- EITEN, G. 1972. The Cerrado vegetation of Brazil. *Botanical Review* 38:201-341.
- FELFILI, J.M., SILVA JÚNIO, M.C., DIAS, B.J. & REZENDE, A. V. 1999. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens*(Mart.) Coville no cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 22:83-90.
- FERNANDES, F. R. 2007. Area de vida de *Gracilinanus microtarsus* (Didelphimorphia: Didelphidae) : inferencias baseadas nos metodos do poligono convexo minimo e da modelagem Catatistica. 36p. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Estadual de Campinas

- FONSECA, G. A. B. & REDFORD, K. H. 1984. The mammals of IBGE's ecological reserve, Brasília, and an analysis of the role of gallery forests in increase diversity. *Revista Brasileira de Biologia*, 44(4): 517-523.
- FURMAN, D. P. 1972. Laelapid Mites (Laelapidae: Laelapinae) of Venezuela. *Brigham Young University Science Bulletin*, 17(3): 1-64.
- GARDNER, A. L. 2005. Order Didelphimorphia. In: WILSON, D. E., & REEDER, D. M. *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*, 3. ed. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- GASTAL, M. L. A., 1997. *Ecologia de comunidades de pequenos mamíferos em matas de galeria de Brasília*. Brasília. 124p. Tese de Doutorado, Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília.
- 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(1): 71-77.
- GETTINGER, D., MARTINS-HATANO, F., LARESCHI, M. & MALCOM, J. R. 2005. Laelapine mites (Acari: Laelapidae) associated with small mammals from Amazonas, Brazil, including a new species from marsupials." *Journal of Parasitology* 91(1): 45-48.
- GOMES, D. C. & VICENTE, J. J., 1984. Helminthos parasitos de *Nectomys squamipes* (Brants) do Município de Sumidouro, R.J. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 79: 67-73.

- GOMES, D. C., CRUZ, R. P., VICENTE, J. J. & PINTO, R. M., 2003. Nematode parasites of marsupials and small rodents from the Brazilian Atlantic Forest in the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20: 699-707.
- GÓMEZ, L., SANTA CRUZ, A. M., BORDA, J. T., LOMBARDERO, O. J. 2000. New localization in Argentina of *Ixodes loricatus* Neumann, 1899 (Acari: Ixodidae), parasitizing *Didelphis albiventris*. *Revista de Medicina Veterinária*, 81(5): 340-341.
- GOTELLI, N. J. & ELLISON, A. M. 2004. *A Primer of Ecological Statistics*. Editora Sinauer Associates, Massachusetts, 510p.
- GREGORY, R. D., & WOOLHOUSE, M. E. J. 1993. Quantification of parasite aggregation: a simulation study. *Acta Tropica*, 54(2): 131-139.
- GROSSMAN, C. J. 1985. Interactions between the gonadal steroids and the immune system. *Science*, 227: 257-261.
- GUIMARÃES, J.H. & PAPAVERO, N. 1999. Myiasis in man and animals in the Neotropical Region. Bibliographic database. Editora Plêiade/Fapesp. 308 p.
- GUITTON, N., FILHO, N. A. A., & SHERLOCK, I. A. 1986. Ectoparasitos de Roedores e Marsupiais no Ambiente Silvestre de Ilha Grande, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 81(2): 233-234
- GULLAND, F. M. D. 1995. The Impact of Infectious Diseases on Wild Animal Populations- A Review. p: 20-51. In: DOBSON, A. P. & GRENFELL(EDS.). *Ecology of Infectious Diseases in Natural Populations*. Cambridge University Press, Reino Unido, 521p.
- HANNIBAL, W. & CACERES, N. C. 2010. Use of vertical space by small mammals in gallery forest and woodland savannah in south-western Brazil. *Mammalia*, 74: 247-255.

- HORAK, I., CAMICAS, J-L., & KEIRANS, J. E. 2002. The Argasidae, Ixodidae and Nutalliellidae (Acari: Ixodida): A world list of valid tick names. *Experimental & applied acarology*, 28: 27–54
- HORTA, M. C., PINTER, A., SCHUMAKER, T. T. S., LABRUNA, M. B. 2006. Natural Infection, Transovarial Transmission, and Transstadial Survival of *Rickettsia bellii* in the Tick *Ixodes loricatus* (Acari: Ixodidae) from Brazil. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1078: 285-290.
- HUDSON, P. 2005. Parasites, diversity, and ecosystem. p: 1-12. In: THOMAS, F., RENAUD, F. & GUÉGAN, J-F. (Eds.). *Parasitism & Ecosystems*. Oxford University Press, Nova Iorque, 232p.
- HUDSON, P. J., DOBSON, A. P. & NEWBORN, D. 1992. Do parasites make prey vulnerable to predation? Red grouse and parasites. *Journal of animal Ecology*, 61: 681-692.
- HUDSON, P. J., RIZZOLI, A. P., GRENFELL, B. T., HEESTERBEEK, J. A. P. & DOBSON, A. P. 2002. Ecology of wildlife diseases. p: 1-5. In: HUDSON, P. J., ANNAPAOULA, R., GRENFELL, B. T., HEESTERBEEK, H. & DOBSON, A. P. (Eds.). *The Ecology of Wildlife Diseases*. Oxford University Press, Nova Iorque, 197p.
- HULME, P. 1998. Post-dispersal seed predation: consequences for plant demography and evolution. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 1(1), 32-46.
- IBRAM. 2012. Reserva da Biosfera do Cerrado no DF. Disponível em: <<http://www.ibram.df.gov.br/informacoes/meio-ambiente/reserva-da-biosfera.html>>. Acessado em: dez. 2012
- JANZEN, D. H. 1971. Seed Predation by Animals. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 2(1), 465-492.
- JOHNSON, M. A., SARAIVA, P. M. & COELHO, D. 1999. The role of gallery forests in the distribution of cerrado mammals. *Revista Brasileira de Biologia*, 59(3): 421-427

- JONES, E. K., CLIFFORD, C. M., KEIRANS, J. E. & KOHLS, G. M. 1972. The ticks of Venezuela (Acarina: Ixodoidea) with a key to the species of *Amblyomma* in the western hemisphere. *Brigham Young University Science Bulletin*, 17(4): 1-40.
- JONGEJAN, F. & UILEMBERG, G. 2004. The global importance of ticks. *Parasitology*, 129: S3-S14.
- KAUFFMAN, M. J. & MARON, J. L. (2006). Consumers limit the abundance and dynamics of a perennial shrub with a seed bank. *The American Naturalist*, 168(4), 454-470.
- KAVALIERS, M. FUDGE, M. A., COLWELL, D. D., & CHOLERIS, E. 2003. Aversive and avoidance responses of female mice to the odors of males infected with an ectoparasite and the effects of prior familiarity. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 54: 423-430.
- KELLOG, L. V. 1914. Ectoparasites of Mammals. *The American Naturalist*, 48(569): 257-279.
- KENNEDY, C. R. 1969. Seasonal incidence and development of the cestode *Caryophyllaeus laticeps* (Pallas) in the River Avon. *Parasitology*, 59(4): 783-794.
- KENNEDY, C. R. 1976. *Ecological Aspects of Parasitology*. North Holland Publishing Company, Holanda.
- KLOMPEN, J. S. H., BLACK IV, W. C., KEIRANS, J. E., & OLIVER JR, J. H. 1996. Evolution of ticks. *Annual Review of Entomology*, 41(1): 141-161.
- KRASNOV, B. R., MORAND, S., HAWLENA, H., KHOKHLOVA, I. S., & SHENBROT, G. I. 2005. Sex-biased parasitism, seasonality and sexual size dimorphism in desert rodents. *Oecologia*, 146(2): 209-217.
- KREBS, C. J. 1999. *Ecological Methodology*. Nova York, Addison Wesley Longman, 2 ed., 581p.

- KRISTAN, D. M., & HAMMOND K. A. 2000. Combined effects of cold exposure and sublethal intestinal parasites on host morphology and physiology. *The Journal of Experimental Biology* 203:3495-3504.
- KRISTAN, D. M., & HAMMOND K. A. 2001. Parasite infection and caloric restriction induce physiological and morphological plasticity. *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 281:502-510.
- KUHNEN, V. V., GRAIPEL, M. E. & PINTO, C. J. C. 2012. Differences in richness and composition of gastrointestinal parasites of small rodents (Cricetidae, Rodentia) in a continental and insular area of the Atlantic Forest in Santa Catarina state, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 72(3): 563-567.
- LABRUNA, M. B., KASAI, N., FERREIRA, F., FACCINI, J. L., & GENNARI, S. M. 2002. Seasonal dynamics of ticks (Acari: Ixodidae) on horses in the state of São Paulo, Brazil. *Veterinary Parasitology*, 105(1): 65-77.
- LABRUNA, M. B., TERASSINI, F. A., & CAMARGO, L. M. A. 2009. Notes on population dynamics of *Amblyomma* ticks (Acari: Ixodidae) in Brazil. *Journal of Parasitology*, 95(4): 1016-1018.
- LACHER, T. E. & ALHO, C. J. R. 2001. Terrestrial Small Mammal Richness and Habitat Associations in an Amazon Forest–Cerrado Contact Zone. *Biotropica*, 33(1): 171-181.
- LAFFERTY, K. D.; ALLESINA, S.; ARIM, M.; BRIGGS, C. J.; DE LEO, G.; DOBSON, A. P.; DUNNE, J. A.; JOHNSON, P. T. J.; KURIS, A. M.; MARCOGLIESE, D. J.; MARTINEZ, N. D.; MEMMOTT, J.; MARQUET, P. A.; MCLAUGHLIN, J. P.; MORDECAI, E. A.; PASCUAL, M.; POULIN, R. & THIELTGES, D. W. 2008. Parasites on food webs: the ultimate missing links. *Ecology Letters* 11: 533-546.

- LALLO, M. A., PEREIRA, A., ARAÚJO, R., FAVORITO, S. E., BERTOLLA, P., & BONDAN, E. F. 2009. Ocorrência de *Giardia*, *Cryptosporidium* e microsporídios em animais silvestres em área de desmatamento no Estado de São Paulo, Brasil. *Ciência Rural*, 39(5): 1465-1470.
- LARESCHI, M. 2010. Ectoparasite Occurrence Associated with Males and Females of Wild Rodents *Oligoryzomys flavescens* (Waterhouse) and *Akodon azarae* (Fischer) (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae) in the Punta Lara Wetlands, Argentina. *Neotropical Entomology*, 39(5): 818-822.
- LEVINS, R. 1968. Evolution in changing environments: some theoretical explorations. *Monographs in Population Biology*, 2: 1-120.
- LIMA, J. D. 2004. Sarcocystis, Isospora e Cryptosporidium, p. 173-180. In: Neves, D. P., Melo, A. L., Linardi, P. M. & Vitor, R. W. A. *Parasitologia Humana*, 11. ed (Eds). Editora Atheneu, 498p.
- MACEDO, J., LORETTO, D., VIEIRA, M. V., & CERQUEIRA, R. 2006. Classes de Desenvolvimento em Marsupiais: Um Método para Animais Vivos. *Mastozoologia Neotropical*, 13(1): 133-136.
- MAGRINI, L. & FACURE, K. G. 2008. Barn owl (*Tyto alba*) predation on small mammals and its role in the control of hantavirus natural reservoirs in a periurban area in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 68(4): 733-740.
- MARES, M. A. & ERNEST, K. A. 1995. Population and community ecology of small mammals in a gallery Forest of central Brazil. *Journal of Mammalogy*, 76(3): 750-768.
- MARES, M. A., & GETTINGER, D. 1989. Observations on the distribution and ecology of the mammals of the cerrado grasslands of central Brazil. *Annals of carnegie museum*, 58(1), 1-60.

- MARES, M. A., ERNEST, K. A. & GETTINGER, D. D. 1986. Small mammal community structure and composition in the Cerrado Province of central Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge, 2: 289-300.
- MARINHO-FILHO, J. & M.M. GUIMARÃES. 2001. Mamíferos das matas de galeria e das matas ciliares do Distrito Federal, p. 529-557. In: J.F. RIBEIRO; J.C. SILVA & C.E.L. FONSECA (Eds). *Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria*. Planaltina, Embrapa Cerrados, 899p.
- MARINHO-FILHO, J.; RODRIGUES, F. H. G. & JUAREZ, K. M. 2002. The Cerrado Mammals: Diversity, Ecology, and Natural History, p: 267-284. In: OLIVEIRA, P. S. & MARQUIS, R. J. *The Cerrado of Brazil*. Editora Columbia University, Nova Iorque, 398p.
- MARINHO-GILHO, J., REIS, M. L., OLIVEIRA, P. S., VIEIRA, E. M. & PAES, M. N. 1994. Density and small mammal numbers: Conservation of the Cerrado Biodiversity. *Anais Academia Brasileira de Ciências*, 66: 149-157.
- MARSHALL, A.G. 1981. *The ecology of ectoparasitic insects*. Academic Press, London, 459p.
- MARTINS, E. G., BONATO, V., PINHEIRO, H. P. & REIS, S. F. 2006. Diet of the gracile mouse opossum (*Gracilinanus microtarsus*) (Didelphimorphia: Didelphidae) in a Brazilian Cerrado: patterns of food consumption and intra-population variation. *Journal of Zoology*, 269: 21-28.
- MARTINS-HATANO, F. GETTINGER, D., & BERGALLO, H. G. 2002. Ecology and Host Specificity of Laelapine Mites (Acari: Laelapidae) of small Mammals in an Atlantic Forest Area of Brazil. *Journal of Parasitology*, 88(1): 36-40.
- MARTINS-HATANO, F.; GETTINGER, D.; BERGALLO, H. G. 2000. *Androlaelaps marmosops* (Acari: Laelapidae), a new species associated with mouse opossum

- Marmasops incanus* (Lund, 1840) in the Atlantic forest of Rio de Janeiro state, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 61, n.4, p. 685-688.
- MEHLHORN, H. 2008. *Encyclopedia of Parasitology*. 3. Ed. Springer, Nova Iorque, 1592p.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. 2010. *Doenças infecciosas e parasitárias: guia de bolso*. Editora MS, Brasil, 448p.
- MITTERMEIER, R.A., ROBLES GIL, P., HOFFMANN, M., PILGRIM, J., BROOKS, T., MITTERMEIER, C.G., LAMOREUX, J., & DA FONSECA, G.A.B. 2004. *Hotspots Revisited*. Mexico: CEMEX.
- MONTEIRO, R. V., DIETZ, J. M., BECK, B. B., BAKER, A. J., MARTIN, A. M. & JANSEN, A. M. 2007. Prevalence and intensity of intestinal helminths found in free-ranging golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*, Primates, Callitrichidae) from Brazilian Atlantic forest. *Veterinary Parasitology*, 145(2007): 77-85.
- MORAND, S. & POULIN, R. 1998. Density, body mass and parasite species richness of terrestrial mammals. *Evolutionary Ecology* 12(6): 717-727.
- MORAND, S. BOUAMER, S. & HUGOT, J.-P. 2006b. Nematodes, p. 63-80. *In*: MORAND, S., KRASNOV, B. R., & POULIN, R. *Micromammals and Macroparasites: From Evolutionary Ecology to Management*. Tokyo, Japan, Springer.
- MORAND, S., DE BELLOCQ, J. G., STANKO, M., & MIKLISOVA, D. 2004. Is sex-biased ectoparasitism related to sexual size dimorphism in small mammals of Central Europe? *Parasitology*, 129(4): 505-510.
- MORAND, S., KRASNOV, B. R., & POULIN, R. 2006a. *Micromammals and Macroparasites: From Evolutionary Ecology to Management*. Tokyo, Japan, Springer.

- MULLER, G., BRUM, J. G. W., LANGONE, P. Q., MICHELS, G. H., SINKOC, A. L., RUAS, J. L., BERNE, M. E. A. 2005. *Didelphis albiventris* Lund, 1841, parasitado por *Ixodes loricatus* Neumann, 1899, e *Amblyomma aureolatum* (Pallas, 1772) (Acari: Ixodidae) no Rio Grande do Sul. Arquivo do Instituto de Biologia, 72(3): 319-324.
- MURRAY, D. L., CARY, J. R. & KEITH, L. B. 1997. Interactive Effects of Sublethal Nematodes and Nutritional Status on Snowshoe Hare Vulnerability to Predation. Journal of Animal Ecology, 66(2): 250-264.
- MURRAY, D. L., KEITH, L. B., & CARY J. R. 1998. Do parasitism and nutritional status interact to affect production in snowshoe hares? Ecology 79:1209–1222.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., DA FONSECA, G. A., & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403(6772), 853-858.
- NEEDHAM, GLEN R., & PETE D. TEEL. 1991. Off-host physiological ecology of ixodid ticks. Annual Review of Entomology, 36(1): 659-681.
- NIERI-BASTOS, F. A., BATTESTI-BARROS, D. M., LINARDI, P. M., AMAKU, M., MARCILI, A., FAVORITO, S. E., & PINTO-DA-ROCHA, R. 2004. Ectoparasites of Wild Rodents from Parque Estadual da Cantareira (Pedra Grande Nuclei), São Paulo, Brazil. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, 13(1): 29-35.
- NITIKMAN, L. Z. & MARES, M. A. 1987. Ecology of small mammals in a gallery forest of Central Brazil. Annals of Carnegie Museum, Pittsburgh, 56: 75-95.
- NOWAK, R. M. Walker's Mammals of the World. 1999. 6.ed. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

- OLIVEIRA, G. M. D., TAVARES, C., ALVES, L. C., & DE ALMEIDA, A. M. P. 2009. Sifonápteros de roedores no foco de peste da Chapada do Araripe, Pernambuco, Brasil, 2002-2008. *Revista de Patologia Tropical*, 38(3): 213:219.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. & RATTER, J.A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome, p. 91-119. *In*: OLIVEIRA, P. S. & MARQUIS, R. J. The Cerrado of Brazil. Editora Columbia University, Nova Iorque, 398p.
- OLIVER JR, J. H. 1989. Biology and systematics of ticks (Acari: Ixodida). *Annual Review of Ecology and Systematics*, 397-430.
- PAGLIA, A.P., FONSECA, G.A.B. DA, RYLANDS, A. B., HERRMANN, G., AGUIAR, L. M. S., CHIARELLO, A. G., LEITE, Y. L. R., COSTA, L. P., SICILIANO, S., KIERULFF, M. C. M., MENDES, S. L., TAVARES, V. DA C., MITTERMEIER, R. A. & PATTON J. L. 2012. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil / Annotated Checklist of Brazilian Mammals. 2ª Edição / 2nd Edition. *Occasional Papers in Conservation Biology*, No. 6. Conservation International, Arlington, VA. 76p.
- PALMA, A.R.T., 2002. Estrutura de comunidades de pequenos mamíferos no Cerrado. Brasília. 126p. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Ecologia, Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília.
- PARDINI, R., DE ARRUDA BUENO, 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.
- PIANKA, E. R. 1966. Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. *American Naturalist*, 33-46.
- PIRES, A. S., KOELER LIRA, P., FERNANDEZ, F. A., SCHITTINI, G. M., & OLIVEIRA, L. C. 2002. Frequency of movements of small mammals among Atlantic Coastal Forest fragments in Brazil. *Biological Conservation*, 108(2), 229-237.

- PIZO, M. A. 1997. Seed dispersal and predation in two populations of *Cabralea canjerana* (Meliaceae) in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 13(4), 559-577.
- POOLE, B. C., CHADEE, K. & DICK, T. A. 1983. Helminth parasites of pine marten, *Martes Americana* (Turton), from Manitoba, Canada. *Journal of Wildlife Diseases*, 19(1): 10-13.
- PRESLEY, S. J. 2010. Interspecific aggregation of ectoparasites on bats: importance of hosts as habitats supersedes interspecific interactions. *Oikos*, 120(6): 832-841.
- PREVEDELLO, J. A., & VIEIRA, M. V. 2010. Plantation rows as dispersal routes: a test with didelphid marsupials in the Atlantic Forest, Brazil. *Biological Conservation*, 143(1), 131-135.
- PUJOL-LUZ, J. R., MENDONÇA, & A. F., 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(4): 669-672.
- REDFORD, K.H & FONSECA, G.A.B. 1986. The role of gallery forests in the zoogeography of the Cerrado's non-volant mammalian fauna. *Biotropica* 18:126-35.
- REIS, F. S., M. C. BARROS, FRAGA, E. C., PENHA, T. A., TEIXEIRA, W. C., SANTOS, A. C. G., & GUERRA, R. M. S. N. C. 2008. Ectoparasitos de pequenos mamíferos silvestres de áreas adjacentes ao rio Itapecuru e área de preservação ambiental do Inhamum, Estado do Maranhão, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 17(1): 64-74.
- RHODES, K. 2001. Parasitism. pg 463-484 *In* : *Encyclopedia of Biodiversity*. (Levin, S.A.). Vol 4. Elsevier Inc.

- RICKLEFS, R.E. 2010. *A Economia da Natureza*. 6ª ed. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- ROGERS, W. P. 1962. *The Nature of Parasitism: The Relationship of Some Metazoan Parasites to Their Hosts*. Academic Press, New York and London.
- ROSÀ, R. RIZZOLI, A., FERRARI, N. & PUGLIESE, A. 2006. Models for host-macroparasite interactions in micromammals, p. 319-348. *In*: MORAND, S., KRASNOV, B. R., & POULIN, R. *Micromammals and Macroparasites: From Evolutionary Ecology to Management*. Springer, Tokyo, Japan.
- ROSSI, R. V. & BIANCONI, G. V. 2012. Ordem Didelphimorphia, p. 31-69. *In*: REIS, N. R., PERACCHI, A. L., PEDRO, W. A., LIMA, I. P. (EDS.). *Mamíferos do Brasil*. 2ª Edição. Brasil.
- RUEDAS, L. 2008. *Rattus norvegicus*. *In*: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 17 January 2013.
- SALVADOR, C. H., PINTO-CARVALHO, C., CARVALHO, R., GRAIPEL, M. E., & SIMÕES-LOPES, P. C. 2007. Interação parasito-hospedeiro entre ectoparasitos (Ixodida & Siphonaptera) e gambás *Didelphis aurita* Wied-Neuwied, 1826 (Mammalia: Didelphimorphia), no continente e em ilhas do litoral de Santa Catarina, Sul do Brasil. *Biotemas*, 20(4): 81-90.
- SCHUURS, A. & VERHEUL, H. A. M. 1990. Effects of gender and sex steroids on the immune-response. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 35(2): 157-172.
- SCOTT, M. E. 1988. The Impact of Infection and Disease on Animal Populations: Implications for Conservation Biology. *Conservation Biology*, 2 (1): 40-56..

- SERRA-FREIRE, N. M., & MELLO, R. P. 2006. Entomologia e Acarologia. Editora L.F. Livros de Veterinária, Rio de Janeiro, 199p.
- SHAW, D. J., & DOBSON, A. P. 1995. Patterns of macroparasite abundance and aggregation in wildlife populations: a quantitative review. *Parasitology*, 111(Suppl S): 111-133.
- SHAW, D. J., GRENFELL, B. T., & DOBSON, A. P. 1998. Patterns of macroparasite aggregation in wildlife host populations. *Parasitology*, 117(6): 597-610.
- SIMPSON, G. G. 1964. Species density of North American recent mammals. *Systematic Zoology*, 57-73.
- SLOSS, M. W., ZAJAC, A. M., & KEMP, R. L. 1999. *Parasitologia Clínica Veterinária*. Manole, São Paulo, 198p.
- SOARES, J. F., SILVA, A. S., OLIVEIRA, C. B., SILVA, M. K., MARISCANO, G. SALOMÃO, E. L. & MONTEIRO, S. G. 2008. Parasitismo por *Giardia sp.* e *Cryptosporidium sp.* em *Coendou villosus*. *Ciência Rural*, 38(2): 548-550.
- SOULÉ, M. E., ALBERTS, A. C., & BOLGER, D. T. 1992. The effects of habitat fragmentation on chaparral plants and vertebrates. *Oikos*, 39-47.
- THOMAS, F., RENAUD, F., & GUÉGAN, J-F. 2005. *Parasitism and Ecosystems*. Oxford University Press. New York, USA.
- TILMAN, D., & PACALA, S. 1993. The maintenance of species richness in plant communities. *Species diversity in ecological communities*, 13-25.
- TINSLEY, R. C. 1989. The effects of host sex on transmission success. *Parasitology Today*, 5(6): 190-195.
- VICENTE, J. J., RODRIGUES, H. O., GOMES, D. C., PINTO, R. M., FARIA, Z., 1997. Nematóides do Brasil, parte V: nematóides de mamíferos. *Rev. Bras. Zool.* 14 (Suppl. 1), 1-452.

- VIEIRA, E. M. & MARINHO-FILHO, J. 1998. Pre- and Post-Fire Habitat Utilization by Rodents of Cerrado from Central Brazil. *Biotrópica*, 30(3): 491-496.
- VIEIRA, E. M. 1993. Occurrence and Prevalence of Bot Flies, *Metacuterebra apicalis* (Diptera: Cuterebridae), in Rodents of Cerrado from Central Brazil. *Journal of Parasitology*, 79(5): 792-795.
- WENZEL, R. L. & TIPTON, V. J. 1966. Ectoparasites of Panama. Field Museum of Natural History, Chicago, 882p.
- WILSON, D. E. & REEDER, D. M. 2005. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference. 3.ed, Johns Hopkins University Press.
- WILSON, K., BJØRNSTAD, O. N., DOBSON, A. P., MERLER, S., POGLAYEN, G., RANDOLPH, S. E., READ, A. F. & SKORPING, A. 2002. Heterogeneities in macroparasite infections: patterns and processes, p. 6-44. In: Hudson, P. J., Rizzoli, A., Grenfell, B. T., Heesterbeek, H. & Dobson, A. P. The ecology of wildlife diseases (Eds). Oxford University Press, Reino Unido, 197p.
- WOLFF, J. O. & SHERMAN, P. W. 2007. Rodent societies: an ecological & evolutionary perspective. Chicago, USA. The University of Chicago Press.
- YOSHIZAWA, M. A. C., SOUZA, J. L., BREDT, A., & BAGGIO, D. 1996. Ectoparasitos de *Rattus Norvegicus* no Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 5(1): 39-42.
- ZAR, J. H. 2010. Bioestatistical Analysis. Editora Pearson Prentice Hall, New Jersey, 947p.
- ZUK, M. & MCKEAN, K. A. 1996. Sex differences in parasite infections: Patterns and processes. *International Journal for Parasitology*, 26(10): 1009-1024
- ZUK, M. 1990. Reproductive Strategies and Disease Susceptibility: an Evolutionary Viewpoint. *Parasitology Today*, 6(7): 231-233