**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
Centro de Energia Nuclear na Agricultura**

**Implicações da remoção de fezes por Scarabaeinae (Coleoptera:
Scarabaeidae) sobre a avaliação de aspectos ecológicos de *Mazama*
(Artiodactyla: Cervidae) na Amazônia**

Josi Fernanda Cerveira

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em
Ciências. Área de concentração: Ecologia Aplicada

**Piracicaba
2016**

Josi Fernanda Cerveira
Licenciada e Bacharel em Ciências Biológicas

**Implicações da remoção de fezes por Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae)
sobre a avaliação de aspectos ecológicos de *Mazama* (Artiodactyla: Cervidae) na
Amazônia**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Profa. Dra. **TERESA CRISTINA MAGRO**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em
Ciências. Área de concentração: Ecologia Aplicada

Piracicaba
2016

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Cerveira, Josi Fernanda

Implicações da remoção de fezes por Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) sobre a avaliação de aspectos ecológicos de *Mazama* (Artiodactyla: Cervidae) na Amazônia / Josi Fernanda Cerveira. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2016.

87 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Centro de Energia Nuclear na Agricultura.

1. Jamari 2. Rondônia 3. coleópteros coprófagos 4. forésia 5. cão farejador
6. *Mazama americana* 7. *Mazama nemorivaga* I. Título

CDD 595.7649
C419i

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICATÓRIA

*ao meu irmão Juciano e ao meu companheiro Ricardo,
minha gratidão e admiração serão eternas.
à memória de meus pais,
que, infelizmente, não viram a conclusão desse esforço.*

AGRADECIMENTOS

Aqui agradeço as pessoas repletas de boa vontade e humanismo que estiveram em meu caminho ao longo destes anos e que deixaram sua contribuição, não só para o trabalho, como para a vida.

Minha orientadora, sensível, paciente e generosa. Agradeço por todos os teus ensinamentos e espero um dia poder retribuir a dedicação que tiveste comigo.

Ao meu querido companheiro Ricardo, ao qual minha gratidão não caberia em um agradecimento. Obrigada por todas as ajudas, pela paciência, dedicação e o carinho destes anos, sobretudo por ter sido a base que me permitiu terminar este doutorado.

Aos meus irmãos Juciano, João e Juliano, cunhadas Regina, Sirlene e Nicole, e sobrinho Guilherme. Dificuldades ou alegrias, não importa: sempre passaremos por tudo estando juntos. Grata por me ajudarem tanto, pois, de verdade, não teria chego aqui se vocês não fossem aquilo que são.

Aos meus pais, que mesmo com todas as dificuldades e limitações sempre me deram condições de seguir estudando.

Marcelo Santos e Dani Helm (Escola Cão Sentinela), amigos valiosos e profissionais honrados. Obrigada e espero um dia retornar e aprender mais com vocês.

A minha família paulista, Marli, Sérgio, Guilherme e Mirela Valeri. Acolheram-me com tanto carinho, me senti parte da família. Certamente um privilégio acordar ouvindo piano ou violino, ou sentir o cheirinho dos quitutes vindo daquela cozinha.

Aos queridos colegas de laboratório de Áreas Naturais Protegidas (LANPiões e LANParinas), um laboratório de idéias, de cooperação, de pessoas apaixonadas pela natureza. Sempre é bom quando podemos estar juntos.

As minhas irmãs *de cuore*, Mirela, Natália, Maísa, Carolina e Mayhara. Tantas ajudas, de tantas maneiras. Essas meninas, que um dia foram colegas, estão hoje entre as coisas mais caras que levo deste período.

Aos meus queridos companheiros de trabalho de campo, Alessandra e Luide. Carinho e gratidão pela amizade de vocês. Contem comigo.

Aos amigos Aline Koester, Carlos Azevedo, Robson Bueno, Letícia Abade Vieira e Claudinha Sarmiento, pelo carinho e amizade com que me receberam em Rondônia. Amizades que levo comigo.

Aos amigos queridos que fiz na FLONA do Jamari: Livia, Zezi, Francisco, Paulo Sérgio, Cowboy, Cidinho, Celine, Ceará, Noemia, Rafael, Rayane, Uécson e Ravena. Obrigada!

Ao professor Matias Szabó, professor Fernando Zagury Vaz de Mello, professor Gilberto Moraes, doutorando Rafael Vieira Nunes e doutoranda Letícia Azevedo, por disponibilizarem-se a identificar os materiais e colaborarem com valiosas contribuições. Extremamente grata por toda ajuda e colaboração, mas, principalmente, por me ensinarem tanto sobre grupos de fauna que até então eram totalmente desconhecidos para mim.

Ao Prof. José Maurício Barbanti Duarte, pela orientação na primeira fase do projeto, por ter me oportunizado o ingresso no doutorado e aprender sobre os cervídeos e a Amazônia.

A Capes pela concessão da bolsa, fundamental para o custeio pessoal e de parte do projeto.

As bibliotecárias da ESALQ, especialmente à Eliana, pelo essencial auxílio na adequação do documento.

Ao programa de Pós Graduação em Ecologia Aplicada, sobretudo à professora Maria Victória Ramos Ballester (Vicky) e à (super) secretária Antônia Mara Piacentini Casarin. Agradeço por toda ajuda nestes anos e quero dizer que esse suporte e dedicação de vocês, que sempre vão além, fazem toda a diferença. Obrigadíssima.

Pela persistência, conquisto.

Ernest Shackleton

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	15
Referências	23
2 INOBSERVÂNCIA DE AMOSTRAS FECAIS PARA COLETA: INTERAÇÃO ENTRE CERVÍDEOS E BESOUROS COPRÓFAGOS NA AMAZÔNIA	31
2.1 Introdução.....	33
2.2 Material e Métodos	34
2.2.1 Área de Estudo	34
2.2.3 Coleta de dados.....	36
2.2.3.1 Treinamento do cão	36
2.2.3.2 Armadilhamento fotográfico	37
2.2.3.3 Busca ativa das fezes com o cão farejador	37
2.2.3.4 Modelo conceitual	38
2.3 Resultados.....	38
2.3.1 Armadilhamento fotográfico	38
2.3.2 Busca ativa das fezes com o cão farejador	41
2.3.2 Modelo conceitual	41
2.4 Discussão.....	42
Referências	44
3 UTILIZAÇÃO DE FEZES DE <i>MAZAMA</i> (ARTIODACTYLA: CERVIDAE) POR COLEÓPTEROS COPRÓFAGOS (SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) NA AMAZÔNIA.	47
3.1 Introdução.....	49
3.2 Material e Métodos	51
3.2.1 Área de estudo	51
3.2.2 Atributos da comunidade de espécies.....	52
3.2.3 Estimativa da taxa de remoção	54
3.2.4 Análise dos Dados	56
3.3 Resultados.....	56
3.3.1 Atributos da comunidade de espécies.....	56
3.3.2 Estimativa da taxa de remoção	62
3.4 Discussão	65
Referências	66

4	[NOTA CIENTÍFICA] FORÉZIA DE ÁCAROS MACROCHELIDAE (ACARI: MESOSTIGMATA) EM BESOUROS SCARABAEINAE (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE) NO SUDESTE DA AMAZÔNIA.....	69
	Resumo	69
	Abstract	69
4.1	Introdução	69
4.2	Coleta de dados	70
4.3	Resultados e Discussão	71
	Referências	72
5	CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
	ANEXOS	77

RESUMO

Implicações da remoção de fezes por Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) sobre a avaliação de aspectos ecológicos de *Mazama* (Artiodactyla: Cervidae), na Amazônia

Duas espécies de cervídeos florestais ocorrem em simpatria na Amazônia: *Mazama americana* e *Mazama nemorivaga*. Ambas apresentam hábitos solitários e comportamento elusivo e por isso são difíceis de serem capturados. Além disso, são extremamente sensíveis aos métodos de captura os quais quase sempre implicam em altos níveis de estresse e injúrias. A utilização de DNA fecal tem sido empregada como alternativa não invasiva à captura, uma vez que, a partir do DNA extraído das fezes, é possível a identificação da espécie, sexo e identificação dos indivíduos. Cães farejadores vem sendo utilizados para aumentar a detecção das amostras fecais em campo e tem sido importantes aliados em estudos populacionais de cervídeos no Cerrado, Pantanal e Mata Atlântica. Nestes biomas a permanência das fezes pode ser favorecida por questões climáticas e/ou por características locais da biota especializada na degradação e remoção de excrementos. Trabalhos que utilizam fezes como fonte de informação na Amazônia não estão disponíveis bem como também não são suficientemente conhecidos os parâmetros inerentes a degradação e remoção de fezes naquele bioma. Neste sentido, este trabalho foi desenvolvido em uma área protegida do sudeste da Amazônia (Floresta Nacional do Jamari, Rondônia) e faz uma síntese sobre as implicações ecológicas da remoção de fezes de cervídeos de *Mazama* por coleópteros Scarabaeinae. Discute-se aqui: 1. A composição, riqueza e abundância de escarabaeíneos onde verificou-se a predileção por fezes frescas independente da espécie de cervídeo; 2. A elevada taxa de remoção das fezes na região amazônica onde verificamos taxas: (i) máxima: 100 *pellets* removidos em uma hora (4,5% das amostras) e; (ii) mínima: 100 *pellets* removidos entre 12 a 24 horas (58% das amostras) e; 3. A diversidade de ácaros foréticos Macrochelidae coletados durante a triagem dos Scarabaeinae. Por fim, apresento um modelo conceitual sobre a inobservância de amostras fecais para Amazônia onde considero dados empíricos de remoção por coleópteros aliados à experiência de busca ativa de fezes com cão farejador e com dados de presença e abundância de cervídeos obtidas com armadilhas fotográficas. Os treinamentos mostraram que o cão fora eficiente em encontrar fezes e o armadilhamento mostraram boa frequência das espécies de *Mazama*, contudo, a efetiva ação dos escarabaeídeos mostrou-se um importante obstáculo as intenções de se obter amostras moleculares através de fezes na Amazônia.

Palavras-chave: Jamari; Rondônia; coleópteros coprófagos; forésia; cão farejador; *Mazama americana*; *Mazama nemorivaga*; modelo conceitual;

ABSTRACT

Implications of feces removal by Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) on evaluation of ecological aspects of *Mazama* (Artiodactyla: Cervidae) in the Amazon

Two species of forest deer occur sympatric in the Amazon: *Mazama americana* and *Mazama nemorivaga*. Both have solitary habits and elusive behavior and so are difficult to capture. Moreover, they are extremely sensitive to catching methods which often involve high levels of stress and injuries. The use of fecal DNA has been employed as a noninvasive alternative to capturing, since it is possible to make species identification, identification of individuals and sexing by DNA extracted from stools. Sniffer dogs have been used to increase the detection of fecal samples in the field and it has been an important ally in population studies of deer in the Cerrado, Pantanal and Atlantic Forest. In these biomes the persistence of feces can be favored by climatic reasons and / or by local characteristics of specialized biota in the degradation and removal of excreta. Studies that use feces as a source of information in the Amazon are not available and also are not sufficiently known the parameters inherent of degradation and removal of feces in that biome. Thus, this study was conducted in a protected area of southeastern Amazon (Jamari National Forest, Rondonia) and provides an overview of the ecological implications of the removal of deer stool's *Mazama* by dung beetles Scarabaeinae. It is discussed here: 1. The composition, richness and abundance of Scarabaeinae where there was a predilection for fresh feces independently of the deer species; 2. The high rate of stool removal in the Amazon where we see: (i) maximum rate: 100 pellets removed in an hour (4.5% of the samples) and; (ii) minimum rate: 100 pellets removed between 12 and 24 hours (58% of samples) and; 3. The diversity of Macrochelidae phoretic mites collected during the screening of Scarabaeinae. Finally, I present a conceptual model about detection failure of fecal samples to Amazon where I consider removal data by Coleoptera combined the experience of active search of stool with sniffer dog and data of presence and abundance of deer taken with camera traps. The training showed that the dog was efficient in finding feces and trapping showed good frequency of *Mazama* species, however, the effective action of scarabs proved to be a major obstacle to the intentions to obtain molecular samples through feces in the Amazon.

Keywords: Jamari; Rondônia; coprophagous; phoresy; sniffer dog; *Mazama americana*; *Mazama nemorivaga*

1 INTRODUÇÃO

“ É bem conhecida a estória envolvendo J. B. S. Haldane (1892 – 1964), renomado biólogo e matemático inglês, um dos elaboradores da teoria sintética da evolução. Quando indagado sobre o que anos de estudos em biologia lhe haviam ensinado sobre a criação e o criador, teria respondido que ‘o criador demonstra uma grande predileção por besouros’ ”

(VANIN; IDE, 2002, p.193).

Coleoptera: Scarabaeinae

Na passagem acima, Haldane faz alusão à impressionante diversidade da ordem Coleoptera, a mais diversa da classe Insecta, tanto em número de espécies quanto de ambientes ocupados. Atualmente, são conhecidas cerca de 350.000 espécies de besouros (cerca de 1/5 de todos os organismos descritos) e estimativas otimistas como a de Terry Erwin (1982) sugerem que a ordem possa chegar aos 12.000.000 de espécies (VANIN; IDE, 2002).

Grupo monofilético dentro da classificação proposta por Lawrence e Newton Jr. (1995), a ordem Coleoptera está dividida em quatro subordens (Adephaga, Archostemata, Myxophaga e Polyphaga). Esta última apresenta o maior número de superfamílias (18) dentre as quais destaco o clado monofilético Scarabaeoidea que agrupa 14 famílias atuais: Lucanidae, Passalidae, Trogidae, Glaresidae, Pleocomidae, Diphyllostomatidae, Geotrupidae, Bolboceratidae, Belohinidae, Ochodaeidae, Cerathocanthidae, Hybosoridae, Glaphyridae e Scarabaeidae (VANIN; IDE, 2002), incorrendo sob esta última o foco deste trabalho.

Segundo Vanin e Ide (2002), o conhecimento taxonômico dos grupos existentes pode ser considerado desuniforme, apresentando desde grupos completamente desconhecidos ou pouco estudados até famílias que concentram um grande número de pesquisadores. No Brasil, Vaz-de-Mello (2000) estima que somente metade das espécies de Scarabaeidae coletadas até o presente seja passível de ser identificada com segurança. O restante seguramente é novo ou pertencente a táxons ainda não identificados, o que elevaria o número de espécies conhecidas no país para algo em torno de 1.200 espécies, praticamente o dobro do que há descrito na literatura: 618 espécies (VAZ-DE-MELLO, 2000).

O surgimento dos Scarabaeidae é controverso e os fósseis são extremamente raros (KRELL, 2000, 2006). O testemunho mais antigo é de *Prionocephale deplanate*, encontrado na China, data entre 92 e 83,5 milhões de anos (Cretáceo Superior) e já apresentava aparência similar aos atuais Scarabaeinae (KRELL, 2006). Registros indiretos da presença e atividade de besouros coprófagos datam de cerca de 70 milhões de anos e foram encontrados em coprólitos de dinossauros onde pode ser observado sinais de retrabalho, como acúmulos de

sedimentos e pequenos buracos no material fecal (CHIN; GILL, 1996). Já os primeiros fósseis de pelotas de fezes, que indicam o comportamento de rolar e utilizar as fezes como ninho datam somente do Oligoceno Recente e Médio (entre 34 e 27 milhões de anos) e foram encontrados na Patagônia (HALFFTER; MATTHEWS, 1966).

Parece ponto comum que a diversificação de Scarabaeidae está intimamente ligada à história evolutiva dos mamíferos que apresentaram uma explosão adaptativa e rápida irradiação após a extinção dos dinossauros não avianos a 65 milhões de anos (MEREDITH et al., 2011; MONAGHAN et al., 2007; SCHOLTZ; DAVIS; KRYGER, 2009; O'LEARY et al., 2013;).

Sobretudo o Eoceno médio (entre 49 e 42 milhões de anos) parece ter sido um período próspero à diversificação e distribuição de Scarabaeidae. Neste período regiões florestais tropicais e formações arbustivas iniciaram um processo de conversão em formações abertas (campos e savanas) devido ao estabelecimento de condições mais frias e secas (COSTA et al., 2011). Espécies florestais de mamíferos foram extintas ou deram origem a linhagens que conseguiram viver sob as novas condições. Também espécies de mamíferos, outrora restritas às áreas temperadas, conseguiram atingir e se estabelecer em novos territórios.

Nesta dinâmica, as espécies de besouros coprófagos que seguiam as populações de mamíferos também precisaram se adaptar aos desafios de um cenário climático mais severo, entre os quais preponderava a necessidade de criar, encontrar ou manter um microambiente úmido e protegido das baixas temperaturas para o desenvolvimento de suas larvas (HANSKI; CAMBEFORT, 1991). No início do Oligoceno (cerca de 34 milhões de anos) populações de grandes mamíferos pastadores dominavam as paisagens abertas e, consequentemente, produziam grandes quantidades de material fecal que, além de servir de alimento, passaria a servir como matéria-prima para os Scarabaeidae na construção de seus ninhos e abrigos. Neste período diferentes táxons aprimoraram suas capacidades de localizar rapidamente e de realocar o recurso e com isso surge, por exemplo, a estratégia de formar e rolar uma pelota de fezes para um lugar seguro para salvaguardar a criação da prole (SCHOLTZ; DAVIS; KRIEGER, 2009).

Ecologia e importância ecológica de Scarabaeinae

Os Scarabaeidae são detritívoros, especializados no manejo e na remoção de excrementos, carcaças e frutos em decomposição (VAZ-DE-MELLO, 1999) e desempenham papéis ecológicos importantes para a ciclagem de nutrientes e manutenção de ecossistemas

terrestres (HALFFTER; MATTHEWS, 1966; HANSKI; CAMBEFORT, 1991). Devido à sua especialização, muitas espécies de Scarabaeidae passaram a ser conhecidas popularmente como besouros “rola-bosta”, termo que abrange membros das subfamílias Geotrupinae, Aphodinae e Scarabaeinae, sendo esta última aquela com o maior número de espécies coprófagas (HALFFTER; MATTHEWS, 1966). Apresentam clara preferência por fezes de mamíferos as quais, além de utilizadas na alimentação, possuem fundamental importância na reprodução (HALFFTER; MATTHEWS, 1966). Os adultos tomam porções de fezes e através do transporte por rolamento conferem às porções o formato esférico e, ao se estabelecerem em um local abrigado, depositam seus ovos no interior dessa pelota. Com isso, a pelota passa a ser ninho e fonte de alimento para as larvas (HALFFTER; MATTHEWS, 1966; HALFFTER; EDMONDS, 1982; HALFFTER, 1991).

Por dependerem de recursos efêmeros e distribuídos de forma não contínua (fezes, carcaças, fungos, frutas e material vegetal em decomposição) as espécies desenvolveram diferentes estratégias para obter, realocar e proteger seu recursos (SCHOLTZ; DAVIS; KRIEGER, 2009). Os Scarabaeidae podem ser separados em quatro grupos principais de acordo com suas estratégias: *i.* Os telocoprídeos (*ball rollers*) formam bolas de fezes, as quais são roladas a certa distância da fonte e enterradas em um túnel pouco profundo, onde o ninho será construído; *ii.* Os paracoprídeos (*tunnellers*) constroem túneis diretamente abaixo da fonte do recurso, os quais serão abastecidos com as fezes, sendo os ovos então colocados; *iii.* Os endocoprídeos (*dwellers*) não realocam as fezes, apenas constroem seus ninhos dentro do bolo fecal e colocam seus ovos diretamente sobre ele e *iv.* Os cleptocoprídeos ovipositam de maneira oportunista nas fezes enterradas por outras espécies (DOUBE; GILLER; CSIRO, 1988; HALFFTER; EDMONDS, 1982; HANSKI; CAMBEFORT, 1991).

Além do seu papel na ciclagem de nutrientes, os membros da subfamília Scarabaeinae contribuem significativamente em inúmeros outros processos ecológicos (NICHOLS et al., 2008), desempenhando importantes funções na dispersão e germinação de sementes especialmente em savanas tropicais e florestas (HANSKI; CAMBEFORT, 1991).

Em ecossistemas temperados e tropicais, aves e mamíferos são os principais dispersores primários de inúmeras espécies de plantas. Atraídos pelas fezes desses animais, os Scarabaeinae acidentalmente enterram as sementes contidas no bolo fecal. Este processo, conhecido como diplocoria ou dispersão secundária, é bastante positivo para a sobrevivência de sementes e sobre o recrutamento das plântulas já que, ao removerem as fezes da superfície do solo, diminui-se os riscos de predação por roedores ou mesmo de degradação dessas sementes por fungos e outros patógenos (ANDRESEN, 1999; ESTRADA; COATES-

ESTRADA, 1991; FEER, 1999; SHEPHERD; CHAPMAN, 1998; NICHOLS et al., 2008). O transporte para longe da planta-mãe também confere vantagem para o estabelecimento de plântulas uma vez que diminui a competição que ocorreria em situação de adensamento de indivíduos sob a planta progenitora (ANDRESEN, 1999, 2002a, 2002b, 2005; ANDRESEN; FEER, 2005; ANDRESEN; LEVEY, 2004; CULOT et al., 2009, 2011; PONCE-SANTIZO et al., 2006; SANTOS-HEREDIA; ANDRESEN, 2014; SANTOS-HEREDIA; ANDRESEN; ZÁRATE, 2010; WEHNCKE; DALLING, 2005; WEHNCKE; VALDEZ; DOMÍNGEZ, 2004). Por fim, o hábito de enterrar as fezes promove a fertilização e aeração do solo implicando no aumento da eficiência na ciclagem de nutrientes e melhor acesso destes por parte das plantas (BERTONE et al., 2006; HALFFTER; MATTHEWS, 1966; HANSKI; CAMBEFORT, 1991; VAZ-DE-MELLO, 2009; YAMADA et al., 2007; YOKOYAMA; KAI; TSUCHIYAMA, 1991; YOKOYAMA et al., 1991).

Em sistemas agropastoris, os serviços ecossistêmicos prestados pelos Scarabaeinae têm impactos de grande proporção econômica. Além de impedirem o acúmulo das fezes, aumentando diretamente a superfície de pastejo, são os principais controladores biológicos de infestações e doenças, agindo como supressores de parasitas, como *Haematobia irritans* (mosca-do-chifre), por exemplo (AXTELL, 1986; NICHOLS et al., 2008; SCHOLTZ; DAVIS; KRIEGER, 2009). Na ausência de fármacos veterinários, aos quais são sensíveis (e.g. ivermectina), coleópteros coprófagos são capazes de remover entre 80 e 100% das fezes das pastagens (SCHOLTZ; DAVIS; KRIEGER, 2009). Losey e Vaughan (2006) estimam que nos Estados Unidos cerca de US\$ 3.8 milhões deixariam de ser gastos anualmente em remoção do excedente de forragem, manutenção da produtividade (e.g. fixação do nitrogênio) e na supressão de parasitas e pragas se apenas estes coleópteros fossem responsáveis pela manutenção das pastagens.

Em países com baixos índices de saneamento como a Índia, a remoção das fezes por estes besouros atinge níveis bastante expressivos, e seus benefícios podem ser considerados ao nível de saúde pública (SCHOLTZ; DAVIS; KRIEGER, 2009). Embora dificilmente documentados na literatura, casos de escarabiose (quando os besouros infestam temporariamente o trato intestinal infantil) são incidentes nestas populações (KARTHIKEYAN; GANESH; SATHIASEKERAN, 2008).

Escarabeíneos também assumem diversos outros papéis nas sociedades humanas modernas. Estudos de entomologia forense são cada vez mais importantes na medicina legal (ALMEIDA; MISE, 2009; CARVALHO et al., 2000; CRUZ; VASCONCELOS, 2006; MOURA; CARVALHO; MONTEIRO-FILHO, 1997). Pelo padrão de diversidade das

famílias e presença de diferentes espécies necrófagas é possível inferir o tempo de morte e diferentes fases de decomposição de cadáveres (intervalo *post mortem*) (CARVALHO et al., 2000; CRUZ; VASCONCELOS, 2006).

Scarabaeinae como bioindicadores de perda e alteração de hábitat

Particularmente vulneráveis à perda e alteração de hábitat, os Scarabaeinae respondem rapidamente às perturbações naturais e antrópicas nos ecossistemas (HORGAN, 2005; SPECTOR; AYZAMA, 2003). A sensibilidade de suas populações ante as alterações ambientais e a possibilidade de realizarmos inferências sobre sua diversidade com metodologias de campo simples e baratas (GARDNER et al., 2008), confere a esses besouros o status de eficientes bioindicadores (AGUILAR-AMUCHASTEGUI; HENEBRY, 2007; FAVILA; HALFFTER, 1997; MCGEOCH; RENSBURG; BOTES, 2002; NEWMARK; SENZOTA, 2003; SCHULZE et al., 2004, UEHARA-PRADO et al., 2009).

Klein (1989), avaliando os efeitos da modificação e fragmentação das florestas tropicais sobre comunidades de insetos, descreveu os padrões que assumem populações de besouros em ambientes perturbados destacando: diminuição na riqueza de espécies, estabelecimento de populações esparsas, desaparecimento de espécies de maior porte e menor taxa de remoção de fezes (ANDRESEN, 2003; BRAGA et al., 2013; CHAPMAN et al., 2003, SCHULZE et al., 2004; ESTRADA; COATES-ESTRADA, 2002; HORGAN, 2005; VULINEC et al., 2008) (ver revisão e compilação de dados em NICHOLS et al., 2007). Além disso, a associação primária com mamíferos os torna também bons indicadores da abundância e da diversidade de espécies daquele grupo em dado local (ESTRADA; ANZURES, COATES-ESTRADA, 1999; VULINEC, 2000).

Alguns estudos sugerem que áreas com elevada pressão de caça sobre mamíferos geram o mesmo padrão de diminuição da diversidade de besouros coprófagos observada em ambientes em processo de fragmentação (ANDRESEN; LAURANCE, 2007; CULOT et al., 2013; NICHOLS et al., 2009).

A riqueza de espécies de mamíferos traz consequências diretas sobre as espécies de besouros que utilizam suas fezes, uma vez que determina a quantidade de recursos que estarão disponíveis (PAETEL, 2001). Também o tamanho dos mamíferos influencia na estrutura das populações de escarabeídeos simplesmente porque grandes mamíferos produzem mais excrementos, ou seja, mais recursos a serem utilizados para reprodução (HANSKI; CAMBEFORT, 1991). Considerando o histórico evolutivo entre os grupos, fezes de grandes

herbívoros deveriam exercer maior atratividade sobre os Scarabaeinae (HALFFTER; MATTHEWS, 1966; ANDERSON; COE, 1974). No entanto alguns estudos demonstraram preferência alimentar por fezes de animais onívoros (FINCHER; STEWART; DAVIS, 1970; MARTÍN-PIERA; LOBO, 1996; NORRIS; MICHALSKI, 2010; PUKER et al., 2013), incluindo animais domésticos e o próprio homem (Anexo A).

Coleópteros coprófagos podem ser considerados comuns e são atraídos por uma grande variedade de iscas em florestas tropicais. Porém, as fezes produzidas pelos mamíferos nativos representam um recurso escasso e disponível em quantidades pouco observáveis na natureza (PECK; HOWDEN, 1984).

Além de fatores intrínsecos como tamanho, forma e qualidade nutricional das fezes (ANDERSON; COE, 1974; COE, 1972; PECK; HOWDEN, 1984; SOWIG; WASSMER, 1994) a utilização deste recurso pelos Scarabaeinae também é grandemente influenciada por fatores ambientais abióticos (*e.g.* temperatura, umidade, precipitação) uma vez que interferem na permanência das fezes no ambiente (VAN VLIET; NASI; LUMARET, 2009).

Sendo assim, os efeitos da interação dos fatores bióticos e abióticos na disponibilidade das fezes deve ser avaliada previamente em quaisquer estudos que se proponham a utilizar coleópteros como bioindicadores ou utilizar as próprias fezes como fonte primária de dados para avaliações de padrões no uso do hábitat e estruturas populacionais de mamíferos (NORRIS; MICHALSKI, 2010).

Histórico de construção e objetivos deste projeto

1º Momento: De acordo com o plano de tese proposto originalmente ao PPGI-Ecologia Aplicada, o objetivo deste trabalho seria caracterizar ecologicamente as populações de duas espécies simpátricas de cervídeos florestais, na Amazônia: *Mazama nemorivaga* e *M. americana*. Por serem animais extremamente sensíveis e difíceis de serem capturados, o trabalho pretendia utilizar a metodologia não invasiva de coleta de fezes para extração de DNA fecal e, a partir disso, determinar espécie, sexo e identificar os indivíduos. Considerando a premissa de que as fezes seriam representativas do local utilizado pelo animal, esse método nos permitiria estimar a área de vida, estrutura e organização social desses animais. Apesar de utilizada com sucesso em estudos com cervídeos em bioma como Pantanal, Cerrado e Mata Atlântica, esta metodologia, até então, não havia sido utilizada com este propósito na Amazônia. Adicionalmente, como forma de aumentar a detectabilidade das amostras em campo, seria utilizado o auxílio de um cão farejador, uma fêmea de Pastor Belga Mallinois

chamada C4, treinada para auxiliar na detecção de fezes dos cervídeos. Os objetivos do plano original contemplavam, portanto: *i.* Identificar e avaliar padrões espaciais de uso do hábitat, relacionando a espacialização dos registros aos atributos descritivos que caracterizassem o ambiente onde cada amostra fosse obtida; *ii.* Estimar suas áreas de vida; *iii.* Estimar a proporção sexual e *iv.* Descrever o padrão de territorialidade intra-específica, verificando o grau de sobreposição de área de vida entre indivíduos machos, entre fêmeas e entre ambos os sexos. A primeira campanha de amostragem, nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2011, foi dedicada ao reconhecimento da área de estudo e investigação exploratória entre duas áreas candidatas ao estabelecimento posterior de uma grade de amostragem. Denominadas Serrinha e Catorze de Abril, em ambas as áreas houve a instalação de armadilhas fotográficas (AF) no intuito de confirmar a presença das espécies de *Mazama*. Ao final desse período, as duas áreas somaram um esforço de 479 armadilhas/dia, foram registradas 15 espécies, confirmando-se também a presença dos cervídeos em ambos os locais. No entanto, devido à maior frequência de registros de *M. nemorivaga*, optou-se por estabelecer a grade de amostragem na localidade denominada Catorze de Abril. A segunda campanha, em fevereiro de 2012, teve o objetivo de avaliar o desempenho do cão farejador na área selecionada. Durante sete dias de incursões, no período de 18 a 24 de fevereiro 2012, C4 realizava sinalizações indicando a presença das fezes, contudo não eram encontradas as amostras para coleta. A partir disso, as sinalizações foram interpretadas como possíveis falsas localizações e o cão não mais recebeu reforço positivo adequado (brincadeira de cabo-de-guerra). Ao final deste período de testes com o cão, no entanto, observou-se em alguns momentos o desaparecimento das fezes do cão pela ação de besouros coprófagos, em intervalos de tempo inferiores a uma hora. Logo, se inferiu sobre a possibilidade que muitas das sinalizações anteriores de C4 deveriam indicar locais onde fezes haviam sido depositadas, mas posteriormente removidas, deixando apenas algumas partículas responsáveis pelos resquícios do odor que alertavam o cão. Sendo assim, a errônea não premiação do cão significou um reforço negativo ao esforço do animal, confundindo-o, e C4 foi enviada novamente para o canil de origem, para nova fase de treino, concluída em novembro de 2012.

2º Momento: Com o decorrido nas duas primeiras campanhas decidiu-se pela reformulação do projeto, acrescentando três novos objetivos que demandariam aplicação de novas metodologias e maior período de campo. Portanto, aos objetivos já mencionados foram acrescentados: *v.* Avaliar a composição, riqueza e abundância de coleópteros coprófagos; *vi.* Estimar a taxa de remoção das fezes de *Mazama* pelos coleópteros coprófagos e; *vii.* Avaliar o efeito da sazonalidade (estação chuvosa x estação seca) sobre os parâmetros estimados. O

período entre junho e novembro de 2012, então foi dedicado à coleta de fezes de indivíduos de *M. americana*, *M. gouazoubira*, *M. nana* e *M. nemorivaga* mantidos em cativeiro no Núcleo de Pesquisa e Conservação de Cervídeos (NUPECCE) da FCAV/UNESP de Jaboticabal/ SP. Nessa escolha, foram incluídas duas espécies que não possuem ocorrência para a área de estudo (*M. gouazoubira* e *M. nana*) no intuito de avaliar se os besouros apresentavam preferência pelas espécies que ocorrem no Bioma Amazônia. Além disso, no intuito de aprofundar o conhecimento sobre coleópteros coprófagos, de 12 a 16 de novembro de 2012, ocorreu a participação no Curso de Identificação Prática de Scarabaeinae, ministrado pelo professor Fernando Zagury Vaz de Mello, coordenador do Laboratório de Entomologia da UFMT. Em dezembro de 2012, a grade de amostragem foi estabelecida e na segunda quinzena de fevereiro de 2013 o trabalho de campo foi reiniciado na Amazônia, o que perduraria até final de maio deste mesmo ano. Nesse período, foram realizadas novas buscas de fezes com o cão farejador e realizou-se a amostragem por AF (ambas as ações voltadas aos objetivos iniciais do projeto). Concomitantemente, foram feitos os experimentos para o levantamento das espécies de besouros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) e para estimar a taxa de remoção fecal (ações voltadas ao atendimento dos novos objetivos). Em relação ao armadilhamento fotográfico, sob um total de 350 armadilhas/dia, foram registradas 9 espécies de mamíferos de médio e grande porte, incluindo *M. americana* e *M. nemorivaga*. Contudo, após o esforço total de 18 km de busca ativa em 11 dias, dentro, nenhuma amostra fecal fora encontrada pelo cão farejador da área de amostragem. Já em relação aos experimentos com besouros coprófagos, ao final do período de levantamento uma grande diversidade de espécies havia sido coletada (43 espécies, identificadas posteriormente) e os experimentos de remoção já haviam sinalizado para intervalos de remoção máxima em um tempo inferior a 24h. Ainda que analisados de maneira incipiente estes dados assinalaram o abandono definitivo do plano original em razão da invalidação da premissa dos objetivos inicialmente propostos, de representatividade do local onde as fezes seriam encontradas.

3º Momento: Mesmo diante da improbabilidade de atender os objetivos *i*, *ii*, *iii* e *iv*, entendemos que a riqueza de dados coletados sobre a remoção das fezes de *Mazama* e a inobservância de fezes para coleta, mesmo tendo o auxílio de cão farejador, são resultados importantes e que, portanto, devem ser reportados. De uma forma geral, resultados que nos levam ao abandono de premissas e à re-delinear estudos são pouco evidenciados (ou mesmo omitidos) em publicações científicas, em vários campos do conhecimento. Isso ocasiona uma grande perda para a ciência uma vez que não explicita para outros pesquisadores que o caminho escolhido para o desenvolvimento de uma metodologia pode não estar sendo o mais

parcimonioso. Neste sentido, este trabalho busca contribuir para que novos projetos que envolvam a técnica de uso de DNA fecal de *Mazama* desenvolvidos na região Amazônica, que estejam sob condições semelhantes às aquelas encontradas nesta pesquisa, possam se valer destes dados como norteadores para seus próprios ajustes metodológicos.

Estruturação da tese

Nesse contexto, as informações obtidas nesta pesquisa foram organizadas em capítulos, dois dos quais em forma de artigos científicos e o último em forma de nota científica:

Capítulo 2. Inobservância de amostras fecais para coleta: interação entre cervídeos e besouros coprófagos na Amazônia - Apresenta os dados sobre a busca de amostras fecais de cervídeos do gênero *Mazama* com auxílio de cão farejador e a partir do não encontro de amostras para serem coletadas, todas as possibilidades sobre a inobservância de amostras para a coleta foram apresentadas estruturadas em um modelo conceitual.

Capítulo 3. Utilização de fezes de *Mazama* (ARTIODACTYLA: CERVIDAE) por coleópteros coprófagos (SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) na Amazônia – o levantamento das espécies de besouros coprófagos que são atraídos pelas fezes de cervídeos do gênero *Mazama*, e também trata sobre as estimativas da taxa de remoção dessas fezes para área de estudo.

Capítulo 4. Forésia de Ácaros Macrochelidae (ACARI: MESOSTIGMATA) em Besouros Scarabaeinae (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE) associados às Fezes de *Mazama* (ARTIODACTYLA: CERVIDAE) no sudeste da Amazônia - Apresenta os dados sobre espécies de ácaros da família Macrochelidae (ACARI: MESOSTIGMATA), coletados durante a triagem das amostras de besouros Scarabaeinae amostrados.

Referências

AGUILAR-AMUCHASTEGUI, N.; HENEBRY, G.M. Assessing sustainability indicators for tropical forests: Spatio-temporal heterogeneity, logging intensity, and dung beetle communities. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 253, n. 1, p. 56-67, 2007.

ALMEIDA, L.M.; MISE, K.M. Diagnosis and key of the main families and species of South American Coleoptera of forensic importance. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 53, n. 2, p. 227-244, 2009.

ANDERSON, J.M.; COE, M.J. Decomposition of elephant dung in an arid, tropical environment. **Oecologia**, Berlin, v. 14, n.1/2, p. 111-125, 1974.

ANDRESEN, E. Seed dispersal by monkeys and the fate of dispersed seeds in a peruvian rain forest. **Biotropica**, Washington, v. 31, n.1, p. 145–158, 1999.

_____. Dung beetles in a central amazonian rainforest and their ecological role as secondary seed dispersers. **Ecological Entomology**, London, v. 27, n. 3, p. 257-270, 2002a.

_____. Primary seed dispersal by red howler monkeys and the effect of defecation patterns on the fate of dispersed seeds. **Biotropica**, Washington, v. 34, n. 2, p. 261-272, 2002b.

_____. Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. **Ecography**, Madrid, v. 26, n. 1, p. 87-97, 2003.

_____. Interacción entre primates, semillas y escarabajos coprófagos en bosques húmedos tropicales: un caso de diplocoria. **Universidad y Ciencia**, Villahermosa, v.2, p. 73-83, 2005.

ANDRESEN, E.; FEER, F. The role of dung beetles as secondary seed dispersers and their effect on plant regeneration in tropical rainforests. In: FORGET, P.-M.; LAMBERT, J.E.; HULME, P.E.; VANDER WALL, S.B. (Ed.). Seed fate: predation, dispersal, and seedling establishment. Oxfordshire: CAB, 2005, chap. 20, p. 331-349.

ANDRESEN, E.; LAURANCE, S.G.W. Possible indirect effects of mammal hunting on dung beetle assemblages in Panama. **Biotropica**, Washington, v.39, n.1, p. 141-146, 2007.

ANDRESEN, E.; LEVEY, D.J. Effects of dung and seed size on secondary dispersal, seed predation, and seedling establishment of rain forest trees. **Oecologia**, Berlin, v.139, n. 1, p. 45-54, 2004.

AXTELL, R.C. Status and potential of biological control agents in livestock and poultry pest management systems. In: PATTERSON, R.S.; RUTZ, D.A. (Ed.). **Biological control of muscoid flies**. College Park: Entomological Society of America, 1986. p. 1-9.

BERTONE, M.A.; GREEN, J.T.; WASHBURN, S.P.; POORE, M.H.; WATSON, D. The contribution of tunneling dung beetles to pasture soil nutrition. **Forage and Grazinglands**, Madison, v. 4, n. 1, p. 1-12, 2006.

BRAGA, R.F.; KORASAKI, V.; ANDRESEN, E.; LOUZADA, J. Dung beetle community and functions along a habitat-disturbance gradient in the Amazon: a rapid assessment of ecological functions associated to biodiversity. **PLoS One**, San Francisco, v. 8, n. 2, p. e57786, 2013.

CARVALHO, L.M.L.; THYSSEN, P.J.; LINHARES, A.X.; PALHARES, F.A.B. A checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in Southeastern Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 95, n. 1, p. 135-138, 2000.

CHAPMAN, C.A.; CHAPMAN, L.J.; VULINEC, K.; ZANNE, A.; LAWES, M.J. Fragmentation and alteration of seed dispersal processes: an initial evaluation of dung beetles, seed fate, and seedling diversity. **Biotropica**, Washington, v. 35, n. 3, p. 382-393, 2003.

CHIN, K.; GILL, B.D. Dinosaurs, dung beetles, and conifers: participants in Cretaceous food web. **Palaos**, Tulsa, v. 11, p. 280-285, 1996.

COE, M. Defaecation by African elephants *Loxodonta africana africana* (Blumenbach) **African Journal of Ecology**, Oxford, v. 10, n. 3, p. 165-174, 1972.

COSTA, E; GARCES, M; SAEZ, A.; CABRERA, L.; LOPEZ-BLANCO, M. 2011 The age of the 'Grande Coupure' mammal turnover: new constraints from the Eocene-Oligocene record of the Eastern Ebro Basin. **Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology**, Amsterdam, v. 301, p. 97-107, 2011.

CRUZ, T.M.; VASCONCELOS, S.D. Entomofauna de solo associada à decomposição de carcaça de suíno em um fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco, Brasil. **Biociências**, Taubaté, v. 14, n. 2, p. 193-201, 2006.

CULOT, L.; HUYNEN, M.C.; GÉRARD, P.; HEYMANN, E.W. Short-term post-dispersal fate of seeds defecated by two small primate species (*Saguinus mystax* and *Saguinus fuscicollis*) in the Amazonian forest of Peru. **Journal of Tropical Ecology**, Winchelsea, v. 25, n. 3, p. 229-238, 2009.

CULOT, L.; MANN, D.J.; MUÑOZ LAZO, F.J.J.; HUYNEN, M.C.; HEYMANN, E.W. Tamarins and dung beetles: an efficient diplochorous dispersal system in the Peruvian Amazonia. **Biotropica**, Washington, v. 43, n. 1, p. 84-92, 2011.

CULOT, L.; BOVY, E.; VAZ-DE-MELLO, F.Z.; GUEVARA, R.; GALETTI, M. Selective defaunation affects dung beetle communities in continuous Atlantic rainforest. **Biological Conservation**, Essex, v. 163, p. 79-89, 2013.

DOUBE, B.M.; GILLER, P.S.; CSIRO, F.M. Dung burial strategies in some South African coprine and onitine dung beetles (Scarabaeidae: Scarabaeinae). **Ecological Entomology**, London, v. 13, n. 3, p. 251-261, 1988.

ESTRADA, A.; ANZURES A.D.; COATES-ESTRADA, R. Tropical rain forest fragmentation, howler monkeys (*Alouatta palliata*), and dung beetles at Los Tuxtlas, Mexico. **American Journal of Primatology**, New York, v. 48, p. 253-262, 1999.

ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R. Howler monkeys (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: ecological interactions in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, Winchelsea, v. 7, n. 4, p. 459-474, 1991.

_____. Dung beetles in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat islands at Los Tuxtlas, Mexico. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 11, p. 1903-1918, 2002.

FAVILA, M.E.; HALFFTER, G. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. **Acta Zoológica Mexicana**, Ciudad de México, v. 72, p. 1-25, 1997.

FEER, F. Effects of dung beetles (Scarabaeidae) on seeds dispersed by howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in the French Guianan rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, Winchelsea, v. 15, n. 2, p. 129-142, 1999.

FINCHER, G.T.; STEWART, T.B.; DAVIS, R. Attraction of coprophagous beetles to feces of various animals. **The Journal of Parasitology**, New York, v. 56, n. 2, p. 378-383, 1970.

GARDNER, T.A.; BARLOW, J.; ARAUJO, I.S.; ÁVILA-PIRES, T.C.; BONALDO, A.B.; COSTA, J.E.; ESPOSITO, M.C.; FERREIRA L.V.; HAWES J.; HERNANDEZ, M.I.M.; HOOGMOED, M.S.; LEITE, R.N.; LO-MAN-HUNG, N.F.; MALCOLM, J.R.; MARTINS, M.B.; MESTRE, L.A.M.; DA SILVA, R.; MIRANDA-SANTAS, A.L.; NUNES-GUTJAHR, W.L.; OVERAL, L.; PARRY, S.L.; PETERS, M.A.; RIBEIRO-GUNIOR, M.N.F.; DA SILVA MOTTE, C.; PERES, C. The cost-effectiveness of biodiversity surveys in tropical forests. **Ecology Letters**, Oxford, v. 11, n. 2, p. 139-150, 2008.

HALFFTER, G. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). **Folia Entomológica Mexicana**, Ciudad de Mexico, v. 82, p. 195-238, 1991.

HALFFTER, G.; EDMONDS, W.D. **The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae): an ecological and evolutive approach**. Ciudad de Mexico: Instituto de Ecología, 1982. 167 p.

HALFFTER, G.; MATTHEWS, E. G. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). **Folia Entomologica Mexicana**, Ciudad de Mexico, v. 12/14, p. 1-312, 1966.

HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. **Dung beetle ecology**. Princeton: Princeton University Press, 1991. 481 p.

HORGAN, F.G. Effects of deforestation on diversity, biomass and function of dung beetles on the eastern slopes of the Peruvian Andes. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 216, n. 1, p. 117-133, 2005.

KLEIN, B.C. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonia. **Ecology**, Washington, v. 70, n. 6, p. 1715-1725, 1989.

KRELL, F. T. The fossil record of Mesozoic and Tertiary Scarabaeoidea (Coleoptera: Polyphaga). **Invertebrate Systematics**, Canberra, v. 14, n. 6, p. 871-905, 2000.

KRELL, F. T. Fossil record and evolution of Scarabaeoidea (Coleoptera: Polyphaga). **The Coleopterists Bulletin**, Washington, v. 60, n. 5, p. 120-143, 2006.

KARTHIKEYAN, G.; GANESH, R.; SATHIASEKERAN, M. Scarabiasis. **Indian Pediatrics**, New Delhi, v. 45, n. 8, p. 697-699, 2008.

LAWRENCE, J.F.; NEWTON Jr., A.F. Families and subfamilies of coleoptera: with selected genera, notes, references and data on family-group names. In: PAKALUK, J.; SLIPINSKI, S.A. (Ed.). **Biology, phylogeny, and classification of Coleoptera: papers celebrating the 80th birthday of Roy A. Crowson**. Warszawa: Muzeum i Instytut Zoologii, 1995. v. 2, p. 559-1092.

LOSEY, J.E.; VAUGHAN, M. The economic value of ecological services provided by insects. **Bioscience**, Uberlândia, v. 56, n. 4, p. 311-323, 2006.

MARTÍN-PIERA, F.; LOBO, J.M. A comparative discussion of trophic preferences in dung beetle communities. **Miscellania Zoologica**, Barcelona, v. 19, n. 1, p. 13-31, 1996.

MCGEOCH, M.A.; VAN-RENSBURG, B.J.; BOTES, A. The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 39, n. 4, p. 661-672, 2002.

MEREDITH, R.; JANEČKA, J.; GATESY, J.; RYDER, O.; FISHER, C.; TEELING, E.; GOODBLA, A.; EIZIRIK, E.; SIMÃO, T.; STADLER, T.; RABOSKY, D.; HONEYCUTT, R.; FLYNN, J.; INGRAM, C.; STEINER, C.; WILLIAMS, T.; ROBINSON, T.; BURK-HERRICK, A.; WESTERMAN, M.; AYOUB, N.; SPRINGER, M.; MURPHY, W. Impacts of the Cretaceous Terrestrial Revolution and KPg extinction on mammal diversification. **Science**, Washington, v. 334, p. 521–524, 2011.

MONAGHAN, M.; INWARD, D.; HUNT, T.; VOGLER. A molecular phylogenetic analysis of the Scarabaeinae (dung beetles). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, San Diego, 2007. doi:10.1016/j.ympev.2007.1006.1009. 2007.

MOURA, M.O.; CARVALHO, C.J.B. de; MONTEIRO-FILHO, E.L.A. A preliminary analysis of insects of medico-legal importance in Curitiba, State of Paraná. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 92, p. 269-274, 1997.

NEWMARK, W.D.; SENZOTA, R.B.M. Power to detect trends in ecological indicators in the East Usambara Mountains, Tanzania. **African Journal of Ecology**, Oxford, v. 41, n. 4, p. 294-298, 2003.

NICHOLS, E.; GARDNER, T. A.; PERES, C. A.; SPECTOR, S. Co-declining mammals and dung beetles: an impending ecological cascade. **Oikos**, Lund, v. 118, n. 4, p. 481-487, 2009.

NICHOLS, E.; LARSEN, T.; SPECTOR, S.; DAVIS, A.L.; ESCOBAR, F.; FAVILA, M.; VULINEC, K. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: a quantitative literature review and meta-analysis. **Biological Conservation**, Essex, v. 137, n. 1, p. 1-19, 2007.

NICHOLS, E.; SPECTOR, S.; LOUZADA, J.; LARSEN, T.; AMEZQUITA, S.; FAVILA, M. E. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. **Biological Conservation**, Essex, v. 141, n. 6, p. 1461-1474, 2008.

NORRIS, D.; MICHALSKI, F. Implications of faecal removal by dung beetles for scat surveys in a fragmented landscape of the Brazilian Amazon. **Oryx**, Oxford, v. 44, n. 3, p. 455-458, 2010.

O'LEARY, M.; BLOCH, J.; FLYNN, J.; GAUDIN, T.; GIALLOMBARDO, A.; GIANNINI, N.; GOLDBERG, S.; KRAATZ, B.; LUO, Z.; MENG, J.; NI, X.; NOVACEK, M.; PERINI, F.; RANDALL, Z.; ROUGIER, G.; SARGIS, E.; SILCOX, M.; SIMMONS, N.; SPAULDING, M.; VELAZCO, P.; WEKSLER, M.; WIBLE, J.; CIRRANELLO, A. The placental mammal ancestor and the Post-K-Pg radiation of placentals. **Science**, Washington, v. 339, p. 662–667, 2013.

PAETEL, C. Is there really a strong “follow-up” evolutionary background in herbivore dung utilisation by Scarabaeinae? **Zoosystematics and Evolution**, Berlin, v. 77, n. 2, p. 229-235, 2001.

PECK, S.B.; HOWDEN, H.F. Response of a dung beetle guild to different sizes of dung bait in a Panamanian rainforest. **Biotropica**, Washington, v. 16, n. 3, p. 235-238, 1984.

PONCE-SANTIZO, G.; ANDRESEN, E.; CANO, E.; CUARÓN, A. D. Dispersión primaria de semillas por primates y dispersión secundaria por escarabajos coprófagos en Tikal, Guatemala. **Biotropica**, Washington, v. 38, n. 3, p. 390-397, 2006.

PUKER, A.; CORREA, C.M.; KORASAKI, V.; FERREIRA, K.R.; OLIVEIRA, N.G. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) attracted to dung of the largest herbivorous rodent on earth: a comparison with human feces. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 42, n. 6, p. 1218-1225, 2013.

SANTOS-HEREDIA, C.; ANDRESEN, E. Upward movement of buried seeds: another ecological role of dung beetles promoting seedling establishment. **Journal of Tropical Ecology**, Winchelsea, v. 30, n. 5, p. 409-417, 2014.

SANTOS-HEREDIA, C.; ANDRESEN, E.; ZÁRATE, D.A. Secondary seed dispersal by dung beetles in a Colombian rain forest: effects of dung type and defecation pattern on seed fate. **Journal of Tropical Ecology**, Winchelsea, v. 26, n. 4, p. 355, 2010.

SCHOLTZ, C. H.; DAVIS, A. L. V.; KRYGER, U. **Evolutionary biology and conservation of dung beetles**. Sofia: Pensoft Publishers, 2009, 558 p.

SCHULZE, C.H.; WALTERT, M.; KESSLER, P. J.; PITOPANG, R.; VEDDELER, D.; MÜHLENBERG, M.; GRADSTEIN, S.R.; LEUSCHNER, C.; DEWENTER, I.-S.; TSCHARNTKE, T. Biodiversity indicator groups of tropical land-use systems: comparing plants, birds, and insects. **Ecological Applications**, Washington, v. 14, n. 5, p. 1321-1333, 2004.

SHEPHERD, V.E.; CHAPMAN, C.A. Dung beetles as secondary seed dispersers: impact on seed predation and germination. **Journal of Tropical Ecology**, Winchelsea, v. 14, n. 2, p. 199-215, 1998.

SOWIG, P.; WASSMER, T. Resource partitioning in coprophagous beetles from sheep dung: phenology and microhabitat preferences. **Zoologische Jahrbuecher Systematik**, Jena, v. 121, n. 2, p. 171-192, 1994.

SPECTOR, S.; AYZAMA, S. Rapid turnover and edge effects in dung beetle assemblages (Scarabaeidae) at a Bolivian Neotropical forest-savanna ecotone. **Biotropica**, Washington, v. 35, n. 3, p. 394-404, 2003.

UEHARA-PRADO, M.; de OLIVEIRA FERNANDES, J.; de MOURA BELLO, A.; MACHADO, G.; SANTOS, A.J.; VAZ-DE-MELLO, F.Z.; FREITAS, A.V.L. Selecting terrestrial arthropods as indicators of small-scale disturbance: a first approach in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, Essax, v. 142, n. 6, p. 1220-1228, 2009.

VANIN, S.A.; IDE, S. Classificação comentada de Coleoptera. In: SOCIED ENTOMOLOGICA ARAGONESA. **Proyecto Iberoamericano de Biogeografía y Entomología Sistemática**. PRIBES 2002: trabajos del primer taller iberoamericano de entomología sistemática. Zaragoza, 2002. v. 2, p. 193-195.

VAN VLIET, N.; NASI, R.; LUMARET, J. P. Factors influencing duiker dung decay in north-east Gabon: are dung beetles hiding duikers? **African Journal of Ecology**, Oxford, v. 47, n. 1, p. 40-47, 2009.

VAZ-DE-MELLO, F.Z. Scarabaeidae s. str. (Coleoptera: Scarabaeoidea) from an Amazonian forest fragment in Acre State, Brazil. 1. Taxocoenosis. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 439-446, 1999.

_____. Estado actual de conhecimento dos Scarabaeidae s. str. (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Brasil. In: SOCIED ENTOMOLOGICA ARAGONESA. **Proyecto Iberoamericano de Biogeografía y Entomología Sistemática**. PRIBES 2000: trabajos del primer taller iberoamericano de entomología sistemática. Zaragoza, 2000. p. 183-195.

_____. A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. **Boletim Informativo da SBCS**, Viçosa, v.1, , p. 39-43, 2009.

VULINEC, K. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae), monkeys, and conservation in Amazonia. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 83, p. 229-241, 2000.

VULINEC, K.; LIMA, A.P.; CARVALHO Jr., E.A.; MELLOW, D.J. Dung beetles and long-term habitat fragmentation in Alter do Chão, Amazônia Brazil. **Tropical Conservation Science**, Ciudad de Mexico, v. 1, n. 2, p. 111-121, 2008.

WEHNCKE, E.V.; DALLING, J.W. Post-dispersal seed removal and germination selected tree species dispersed by *Cebus capucinus* on Barro Colorado Island, Panama. **Biotropica**, Washington, v. 37, n. 1, p. 73-80, 2005.

WEHNCKE, E.V.; VALDEZ, C.N.; DOMÍNGUEZ, C.A. Seed dispersal and defecation patterns of *Cebus capucinus* and *Alouatta palliata*: consequences for seed dispersal effectiveness. **Journal of Tropical Ecology**, Winchelsea, v. 20, n. 5, p. 535-543, 2004.

YAMADA, D.; IMURA, O.; SHI, K.; SHIBUYA, T. Effect of tunneler dung beetles on cattle dung decomposition, soil nutrients and herbage growth. **Grassland Science**, Tochigi, v. 53, n. 2, p. 121-129, 2007.

YOKOYAMA, K.; KAI, H.; TSUCHIYAMA, H. Paracoprid dung beetles and gaseous loss of nitrogen from cow dung. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 23, p. 643-647, 1991.

YOKOYAMA, K.; KAI, H.; KOGA, T.; AIBE, T. Nitrogen mineralization and microbial populations in cow dung, dung balls and underlying soil affected by paracoprid dung beetles. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 23, p. 649-653, 1991.

2 INOBSERVÂNCIA DE AMOSTRAS FECAIS PARA COLETA: INTERAÇÃO ENTRE CERVÍDEOS E BESOUROS COPRÓFAGOS NA AMAZÔNIA

Resumo

Cervídeos do gênero *Mazama* são animais de hábitos elusivos e são difíceis de serem capturados. Como alternativa a esta dificuldade de obtenção de dados primários de cervídeos vem sendo utilizada a extração de DNA das fezes. Com o DNA fecal é possível a determinação das espécies, identificação de indivíduos e sexagem. Cães farejadores especializados em encontrar amostras fecais são utilizados para aumentar a eficiência na detecção de amostras em campo. No entanto, em locais com clima tropical úmido, como Amazônia, a influência da taxa de remoção fecal por besouros coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) sobre a permanência das fezes no ambiente é um parâmetro ainda pouco estudado. Neste trabalho é apresentado um modelo conceitual desenvolvido a partir dos resultados obtidos com a busca de fezes de cervídeos para coleta, na Floresta Nacional do Jamari-RO. Entre fevereiro e março de 2013 estabeleci uma área de estudos de 9km² na Floresta Nacional do Jamari a qual foi dividida em quatro quadrantes maiores e subdividida em 16 quadrantes menores. Durante este período os quadrantes maiores foram percorridos com o cão farejador enquanto cada um dos 16 quadrantes menores recebeu uma armadilha fotográfica. Foram obtidos nove registros fotográficos de *M. nemorivaga* e apenas um de *M. americana*, sob um esforço total de 350 armadilhas/dia, enquanto por busca ativa com o cão, foram percorridos 18 km em 11 dias e nenhuma amostra fecal foi encontrada. Entre os parâmetros considerados para a construção do modelo estão (i) o auxílio do cão farejador na detecção das amostras, (ii) a presença das espécies de *Mazama* na área e (iii) a existência de coleópteros especializados na remoção de excrementos. Considerando as premissas de que o cão sabia farejar adequadamente e que as espécies de *Mazama* ocorriam na área, o modelo apresenta a remoção de fezes por coleópteros coprófagos como o principal motivo para a inobservância de amostras fecais. Sendo assim, a ação de besouros deve ser um fator previamente avaliado quando se planeja utilizar fezes como fonte de informação primária para espécies da Amazônia.

Palavras-chave: Cão farejador; Remoção fecal; *Mazama*; Scarabaeinae;

Abstract

The *Mazama* deer have elusive behavior and due this rarely are caught or seen in the nature. As an alternative to the difficulty of obtaining primary data has been used deer DNA extraction from feces. With the fecal DNA is possible to determine the species, identification of individuals and sexing. Sniffer dogs specialized to find fecal samples are used to increase efficiency in the detection of samples in the field. However, in areas with humid tropical climate, such as Amazon, the influence of fecal removal rate by dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) on the permanence of feces in the environment is a parameter yet poorly studied. This paper presents a conceptual model developed from the results obtained from the search of deer feces to collect in Jamari National Forest, Rondônia State. Between February and March 2013 I established a study area of 9km² in the Jamari National Forest which was divided into four major quadrants and this divided again into 16 smaller quadrants. During this period the highest quarters were covered with the sniffer dog while each of the 16 smaller quadrants received a camera trap. Nine photographic records of *M. nemorivaga* and only one of *M. Americana* were obtained with a total effort of 350 traps/ day while on active search with the dog, were traveled 18 km in 11 days and none fecal sample was found. Among the parameters used to build the model are (i) the aid of the sniffer dog in detection of samples, (ii) the presence of species in the area of *Mazama* and (iii) the existence of Coleoptera skilled in the removal of excrement. Considering the assumptions that the dog could sniff out properly and that *Mazama* deer occurred in the area, the model shows the removal feces by beetles dung as the main reason for the detection failure of fecal samples. Thus beetles action must be a prior assessment factor when planning to use feces as primary information source for the Amazon species.

Keywords: Sniffer dog; Removal of feces; *Mazama*; Scarabaeinae;

2.1 Introdução

Na região amazônica, duas espécies de cervídeos florestais ocorrem em simpatria: *Mazama americana*, que no Brasil distribui-se por todas as regiões, exceto no Bioma Caatinga (WEBER; GONZÁLEZ, 2003; VARELA et al., 2010) e *Mazama nemorivaga*, espécie endêmica das florestas tropicais amazônicas (ROSSI et al., 2010).

Considerando sua recente validação como espécie distinta de *M. gouazoubira* (ROSSI, 2000) dados sobre a biologia e ecologia de *M. nemorivaga* são incipientes (LEEUWENBERG et al., 1997), além de haver pouco conhecimento sobre a relação simpátrica com *M. americana*.

Os *Mazama* apresentam uma série de adaptações morfológicas, ecológicas e comportamentais características à vida em habitats florestais. Possuem porte pequeno a médio, membros anteriores mais curtos que os posteriores e chifres simples (PUTMAN, 1988). No entanto, o hábito solitário e o comportamento elusivo para evitar a predação e a competição (PUTMAN, 1988) são as características mais marcantes destes cervídeos, influenciando diretamente na maneira como são estudados em vida livre.

A captura de cervídeos não demanda apenas esforços especializados a um custo financeiro elevado. A sensibilidade destes animais quase sempre implica em níveis muito altos de estresse dos indivíduos capturados (GONZÁLEZ et al., 2009), podendo facilmente intensificar-se ao nível de injúria grave (miopatia por captura¹), levando à perda do animal.

Sendo assim, a utilização de DNA fecal tem sido empregada como a alternativa viável à captura destes cervídeos, uma vez que a partir do DNA extraído das fezes é possível a identificação da espécie, sexo e identificação dos indivíduos de forma não invasiva (GONZÁLEZ et al., 2009), (KOHN; WAYNE, 1997; TABERLET et al., 1999).

Ao considerar a premissa que o local onde as amostras fecais são encontradas é representativo do ambiente utilizado pela espécie, é possível inferir sobre uma série de parâmetros ecológicos como área de vida, estrutura e organização social, entre outros aspectos que, de outra forma, são onerosos e difíceis de serem estimados (KOHN; WAYNE, 1997; TABERLET et al., 1999).

No Brasil, a extração de DNA fecal em estudos ecológicos de cervídeos vem sendo utilizada com sucesso em diversos estudos (ANTUNES, 2012; MANTELLATO, 2010; OLIVEIRA, 2010; OLIVEIRA, 2015; PERES, 2015; VOGLIOTTI, 2003).

---

¹ Condição clínica que acomete os cervídeos que passam por atividade muscular intensa. Também conhecida como Síndrome de Captura, há consequente acúmulo de ácido láctico e acidose metabólica grave, com consequente necrose muscular secundária, levando o animal a óbito, invariavelmente (ALEXDANDER; BUXTON, 1994).

Como forma de minimizar, reduzir em parte, os erros da detectabilidade das amostras fecais em campo (WASSER et al., 2004; LONG et al., 2007), estas pesquisas se valem da utilização de cães farejadores para o encontro das fezes. O auxílio destes cães vem mostrando grande importância em estudos com cervídeos, cujos *pellets* fecais podem ser facilmente ocultados sob o folhíço (OLIVEIRA et al., 2012).

No entanto, até o presente, a utilização de cães farejadores especializados em encontrar amostras fecais vem sendo realizada com sucesso em regiões de Cerrado, Pantanal e Mata Atlântica, locais onde a permanência das fezes pode ser favorecida por questões climáticas e/ou por características locais da fauna especializada no manejo e na remoção de excrementos.

Em locais com clima tropical úmido, como Amazônia, estimativas da taxa de remoção fecal por besouros coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) são incipientes em relação aos cervídeos, mas devem ser consideradas no estudo de parâmetros populacionais (NORRIS; MICHALSKI, 2010).

Sob este contexto, este trabalho se propõe a apresentar um modelo conceitual relacionando aspectos importantes considerados no emprego desta metodologia em estudos ecológicos na Amazônia, sendo discutidas as principais premissas para o modelo proposto.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Área de Estudo

O estudo foi conduzido na Floresta Nacional do Jamari (FLONA do Jamari), localizada no município de Itapuã do Oeste, estado de Rondônia, entre coordenadas 09°00'00"S a 09°30'00"S e 62°44'05"W a 63°16'54"W (Figura 2.1), abrangendo parte das bacias dos rios Jacundá, Jamari e Preto do Crespo.

Dos cerca de 215.000 ha que possui a unidade de conservação, 105.475 ha estão já concedidos, ou em processo de concessão, para exploração legal de produtos madeireiros. Além disso, cerca de 2.388 ha constituem-se em lavras de mineração abertas (cassiterita), enquanto mais 14.058 hectares estão destinados à lavras futuras e outros 10.843 hectares em processo de recuperação. Conjuntamente, todas estas atividades representam quase 62% da superfície total da unidade (INSTITUTO BRASILEIRO DE RECURSOS NATURAIS NÃO RENOVÁVEIS -IBAMA, 2005).

Figura 2.1 - Localização da área de amostragem para coleta de amostras fecais de *M. nemorivaga* e *M. americana*, na Floresta Nacional do Jamari, Rondônia – Brasil

Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Aw - Clima Tropical Chuvoso, com período seco bem definido durante a estação de inverno, apresentando moderado déficit hídrico. A precipitação média anual é de 2400 mm (90% durante a estação chuvosa) e a temperatura média anual é de 25°C (IBAMA, 2005). A estação chuvosa compreende o período de Novembro a Março e a estação seca de Maio a Setembro, sendo Abril e Outubro meses de transição (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE, 2010).

As três fitofisionomias principais, segundo o Plano de Manejo da Unidade (IBAMA, 2005) são:

1. **Floresta Ombrófila Densa e Aberta Submontana:** representam as encostas dos planaltos e/ou serras. São florestas de terra firme do tipo densa ou aberta com palmeiras e cipós, recobrendo áreas de 100 a 160m de altitude, com relevo suavemente ondulado. Ocorrem sob solos profundos e bem drenados (latossolos vermelho-amarelo ou podzólicos vermelho-amarelo de textura argilosa). Caracterizam-se pela presença de árvores espaçadas

formando um dossel com altura de aproximadamente 40m e grandes árvores emergentes com 45 a 55m. Formações adensadas de palmeiras, especialmente Babaçú (*Orbiginya martiana*), Inajá (*Athalea maripa*) e Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) que ocorrem irregularmente, formando mosaicos.

2. Floresta Ombrófila Densa e Aberta das Terras Baixas: são florestas de terra firme sob superfícies sedimentares de relevo aplainado que recobrem áreas com altitudes de 70 a 100m. Os solos são predominantemente latossolos vermelho amarelo, encontrando-se também macacões em áreas do entorno de afloramentos graníticos.

3. Floresta Ombrófila Aluvial - Florestas de Várzea: São formações vegetais que recobrem as planícies de inundação dos rios, margens de lagos e de igarapés que drenam a região, caracterizadas por serem submetidas sazonalmente a períodos variados (1 a 4 meses) de inundação, em função da altura do nível das águas. As principais formações de várzea da Floresta Nacional do Jamari ocorrem na planície de inundação do rio Jacundá.

2.2.3 Coleta de dados

2.2.3.1 Treinamento do cão

A primeira fase de treinamento do cão farejador ocorreu de junho de 2011 a fevereiro de 2012, na Escola Cão Sentinela, Eldorado do Sul-RS, especializada em adestramento de cães para diversos fins, entre eles a detecção de espécies silvestres utilizando cães farejadores. Um cão selecionado pelo treinador, uma fêmea jovem da raça Pastor Belga Malinois chamada C4, foi treinada para farejar e sinalizar a localização de fezes de *Mazama*. As amostras fecais utilizadas no treino foram provenientes de indivíduos de *M. americana*, *M. gouazoubira*, *M. nana* e *M. nemorivaga* mantidos em cativeiro no Núcleo de Pesquisa e Conservação de Cervídeos (NUPECCE) da FCAV/UNESP de Jaboticabal/ SP, coletadas nos meses de julho e agosto de 2011 e mantidas sob refrigeração a -20°C até o momento de serem utilizadas no treino. Durante este período de coleta de fezes a dieta dos cervídeos esteve baseada em frutos, ramos e folhas, no intuito de assemelhar-se à dieta destes animais na natureza. Em relação à rotina dos treinamentos, as amostras fecais de *Mazama*, previamente descongeladas e mantidas à temperatura ambiente, eram depositadas sobre o chão em áreas de treino, de maneira que pudesse ser simulada a defecação dos cervídeos em vida livre. Concluído este processo, o cão era então guiado até o local, recebendo um comando de busca e iniciando o faro das amostras, sempre acompanhando o percurso do condutor e se mantendo dentro do seu campo visual. Quando encontrada a amostra, o cão sinalizava esse encontro sentando-se ao

lado do bolo fecal, permanecendo ali, sem latir, até o momento da aproximação do condutor. Diante da confirmação do encontro das fezes (sinalização positiva), C4 era recompensada com a brincadeira de cabo-de-guerra, durante um a dois minutos, utilizando-se um tecido branco (esterilizado e desodorizado) ofertado pelo condutor. Desta forma, o animal tornou-se condicionado a trabalhar (encontrar as fezes) pela recompensa (brincar).

2.2.3.2 Armadilhamento fotográfico

Dois períodos de amostragem por armadilhamento fotográfico foram realizados de 21 de outubro a 19 de dezembro de 2011 e de 18 de fevereiro a 02 de março de 2013, correspondendo a períodos chuvosos na Amazônia. Em 2011, houve a instalação de armadilhas fotográficas em duas áreas, denominadas Serrinha e Catorze de Abril. Ambas as áreas foram consideradas candidatas ao estabelecimento posterior de uma grade de amostragem, sendo a finalidade deste período avaliar previamente a ocorrência de *M. americana* e *M. nemorivaga*. Nesta etapa, considerada exploratória, as armadilhas foram dispostas em locais que pudessem maximizar o registro das espécies, como árvores em frutificação, barreiros², igarapés, etc. Em 2013, uma grade de 9km² (3000 x 3000 metros) foi estabelecida na localidade Catorze de Abril. A área foi dividida em quatro quadrantes (A, B, C e D) e subdividida em 16 quadrantes menores (Figura 2.1), com uma armadilha fotográfica instalada ao centro de cada um. Em virtude da intensificação das chuvas e alagamento das terras baixas, apenas duas câmeras foram instaladas no quadrante B, enquanto aquelas instaladas no quadrante A tiveram que ser removidas após dez dias de exposição. Em ambos os períodos de amostragem foram utilizadas câmeras @Tigrinus, com exposição contínua e intervalo de um minuto entre os disparos. A cada cinco dias as câmeras eram revisadas para substituição de baterias, cartões de memória, ou mesmo armadilhas com mau funcionamento. Uma sequência de várias fotos de uma mesma espécie, em determinada câmera e dentro do período de uma hora, foi considerada um único registro, ocorrendo especialmente em relação a *Pecari tajacu* e *Tayassu pecari*, espécies que geralmente permanecem por um longo período em frente às câmeras.

2.2.3.3 Busca ativa das fezes com o cão farejador

Concomitante ao período de amostragem com armadilhas fotográficas (de 18 de fevereiro a 02 de março de 2013), os quadrantes maiores (A, B, C e D) foram percorridos com

---

² Barreiros são áreas de depressões com solos úmidos e escassa cobertura vegetal onde diversas espécies são observadas consumindo intencionalmente solo, argila ou outras substâncias minerais, comportamento denominado geofagia (Coelho, 2006).

o cão farejador (C4) para auxiliar na detecção das fezes de *Mazama*. A busca ativa era realizada em períodos diários (manhã e tarde) com duração de 3h cada um, com um intervalo de descanso de 30 minutos entre eles. Como forma de aferir a capacidade de busca do cão, a cada cinco dias dentro, do período em que as buscas ocorreram, era realizado um treinamento de curta duração. Para isso, as fezes de *Mazama* utilizadas eram provenientes de animais procedentes da mesma região amazônica onde se realizava a amostragem, mantidos em cativeiro pelo Batalhão da Polícia Ambiental de Candeias do Jamari-RO. Anteriormente ao início de cada treino, as fezes eram escondidas previamente por um terceiro observador, de modo que o pesquisador não soubesse sua localização. Assim como ocorrido durante a fase de treinamento, o cão era premiado normalmente a cada sinalização positiva.

2.2.3.4 Modelo conceitual

Considerando (1) a observação das espécies *M. nemorivaga* e *M. americana* na área de amostragem através de armadilhamento fotográfico e (2) a inobservância das fezes destes animais para coleta, mesmo contando com o auxílio do cão farejador, um modelo conceitual foi proposto considerando uma série de possibilidades para explicar a indisponibilidade de amostras fecais para coleta.

2.3 Resultados

2.3.1 Armadilhamento fotográfico

Durante a amostragem por armadilhamento fotográfico, em 2011, considerando conjuntamente as áreas Serrinha e Catorze de Abril, foram obtidos 173 registros fotográficos de 15 espécies de mamíferos, sob um total de 479 armadilhas/dia (Tabela 2.1). Em 2013 foram obtidos 35 registros fotográficos de nove espécies de mamíferos, sob um total de 350 armadilhas/dia (Tabela 2.1). Em ambos os períodos a presença das duas espécies de cervídeos foi confirmada, sendo 25 registros de *M. nemorivaga* e 13 de *M. americana* durante a fase exploratória, enquanto em 2013 foram nove registros de *M. nemorivaga* e apenas um de *M. americana* dentro da grade amostral (Figura 2.2).

Tabela 2.1 – Número de registros das espécies de mamíferos durante dois períodos de amostragem por armadilhamento fotográfico na FLONA do Jamari-RO. Entre parênteses, esforço amostral em armadilhas/dia.

	Fase Exploratória - 2011			Grade de amostragem - 2013				
ORDEM Família <i>Espécie</i>	Serrinha	Catorze de Abril	Total	A	B	C	D	Total
	(173)	(306)	(479)	(50)	(10)	(160)	(130)	(350)
CINGULATA								
Dasypodidae								
<i>Dasypus</i> sp		13				1	1	
<i>Priodontes maximus</i>		1						
PILOSA								
Myrmecophagidae								
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>		1						
<i>Tamandua tetradactyla</i>	1							
PRIMATES								
Cebidae								
<i>Sapajus apella</i>	1	1						
RODENTIA								
Dasyproctidae								
<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	23	19		4		1	1	
Cuniculidae								
<i>Cuniculus paca</i>	3	4						
CARNIVORA								
Felidae								
<i>Leopardus pardalis</i>						2		
<i>Panthera onca</i>		1						
Canidae								
<i>Atelocynus microtis</i>		3						
Mustelidae								
<i>Eira barbara</i>						1		
Procyonidae								
<i>Nasua nasua</i>		3						
PERISSODACTYLA								
Tapiridae								
<i>Tapirus terrestris</i>	13	3		1		4	2	
ARTIODACTYLA								
Tayassuidade								
<i>Tayassu pecari</i>	23	13				1	3	
<i>Pecari tajacu</i>	2	10		1		1	1	
Cervidae								
<i>Mazama nemorivaga</i>	2	23	25	1		6	2	9
<i>Mazama americana</i>	9	4	13				1	1
Total registros	77	99	176	7	0	17	11	35
Total espécies	9	13	15	4	0	8	6	9

A

B

Figura 2.2- Registros de *M. nemorivaga* (A) e *M. americana* (B) por armadilhamento fotográfico, Flona do Jamari, RO - Brasil

2.3.2 Busca ativa das fezes com o cão farejador

Em relação ao percurso dos quadrantes com o cão farejador, foram percorridos 18,09 km ao total, em 11 dias (Tabela 2.2), porém nenhuma amostra fecal foi encontrada para coleta. Neste período, em seis ocasiões houve sinalização pelo cão. No entanto, após investigação do local onde as fezes deveriam estar depositadas, nenhum resquício de material fecal fora encontrado para coleta. De maneira distinta, durante os treinos realizados para aferição das buscas, as fezes eram sinalizadas pelo animal corretamente.

Tabela 2.2 – Esforço amostral na busca ativa de fezes de *Mazama* com auxílio do cão farejador na grade amostral FLONA do Jamari-RO.

Quadrante	Km percorridos	nº dias percorridos
A	7,262	3
B	0,454	2
C	3,371	3
D	7,003	3
Total	18,09	11

2.3.2 Modelo conceitual

O modelo conceitual considerando as possibilidades que explicam a inobservância dos eventos de sinalização (ou não sinalização) está apresentado na Figura 2.3.

Figura 2.3- Modelo conceitual sobre a inobservância de fezes para coleta, Floresta Nacional do Jamari, Rondônia- Brasil

2.4 Discussão

A primeira dicotomia apresentada pelo modelo está relacionada à resposta dada pelo cão em relação à detecção ou não das fezes que estão sendo farejadas. Considerando a não sinalização das fezes, situação ocorrida na quase totalidade do esforço de busca ativa, o modelo apresenta dois questionamentos que são afetos a essa questão: o cão realmente sabe farejar as amostras adequadamente? as espécies que estão sendo buscadas, *M. nemorivaga* e *M. gouazoubira*, ocorrem dentro da grade de amostragem estabelecida?.

Sobre a capacidade de faro do cão, os fatores que podem estar envolvidos nesta questão são: (1) a familiaridade com o odor; uma vez que as fezes utilizadas para o treino foram provenientes de *Mazama* em cativeiro³, assemelhando-se ao máximo à dieta dos animais de vida livre e (2) o reforço do aprendizado em treinos de busca, intercalados às situações de amostragem no campo, onde o cão sempre sinalizou as amostras de maneira correta. Dessa forma, assumimos aqui a premissa de que sim, o cão sabe realmente farejar as fezes de *Mazama*. Sendo assim, a não sinalização não esteve relacionada ao seu treinamento e aprendizado. Além disso, seria esperada uma maior eficiência do cão no encontro de amostras quando comparados aos humanos, especialmente em relação às fezes de cervídeos, que formam pequenos *pellets* que facilmente são perdidos sob o folhiço da floresta (OLIVEIRA et al., 2012).

O segundo questionamento em relação a não sinalização pelo cão, deriva da incerteza da ocorrência de *Mazama nemorivaga* e *M. americana* na área amostrada. Esta possibilidade é invalidada pela confirmação da presença de ambas as espécies na área de estudo por armadilhamento fotográfico, o que ocorreu de maneira concomitante às buscas do cão. Desta forma, a segunda premissa assumida é a de que as espécies de cervídeo utilizam a área para o desempenho de suas atividades vitais e, portanto, a não detecção de amostras para a coleta não esteve relacionada à sua ausência.

Em relação às sinalizações positivas feitas pelo cão, o modelo questiona subsequentemente sobre se havia fezes para serem coletadas. No entanto, a inobservância de amostras fecais para coleta representa o principal resultado das buscas ativas com o cão durante o período de amostragem. Como consequência, infere-se na presença de espécies que utilizam as fezes de outros animais como recurso alimentar ou reprodutivo removendo-as do ambiente. Em ambientes tropicais, este processo envolve principalmente besouros coprófagos

---

³ Foram utilizadas amostras de quatro espécies de *Mazama* (*M. nemorivaga*, *M. gouazoubira*, *M. nana* e *M. americana*) de animais cativos mantidos pelo Núcleo de Pesquisa e Conservação de Cervídeos, vinculado à Universidade Estadual Paulista- Campus Jaboticabal. Durante cinco meses, os animais receberam dieta a base de sementes, frutas e folhas, no intuito de assemelhar-se à dieta em vida livre.

da subfamília Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae), especializados na remoção de excrementos de grandes mamíferos, especialmente herbívoros (HALFFTER; MATTHEWS, 1966; HALFFTER; EDMONDS, 1982; HANSKI; CAMBEFORT, 1991). Este fato foi corroborado pela observação casual da remoção das fezes do cão farejador, por besouros coprófagos, durante o percurso das transecções de amostragem.

Outra possibilidade apontada pelo modelo, sugere que o período de chuvas possa ser um dos fatores responsáveis pela lixiviação das amostras fecais. Porém, mesmo que este seja um fator importante a ser considerado em florestas tropicais, principalmente durante amostragens na estação chuvosa, neste caso ele não deve ser preponderante à remoção pelos coleópteros coprófagos, pois a busca ativa com o cão excluía os dias chuvosos, por serem prejudiciais ao faro. Portanto, considerando, as premissas assumidas neste modelo e que nos levam a assumir que o cão esteve apto a farejar as fezes dos cervídeos presentes na área, os esforços de campo deveriam ser direcionados no sentido de avaliar previamente a fauna de Scarabaeinae especializada no manejo e remoção de excrementos e estimar os efeitos dessa interação sobre a permanência das fezes no ambiente.

Em um experimento para estimar a capacidade de detecção de fezes de onça (*Panthera onca*), entre distintas fisionomias na região amazônica, Norris e Michalski (2010) encontraram taxas de remoção significativamente maiores em áreas florestais e mais fortemente correlacionadas à presença de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae), quando comparada à presença de outros insetos. A partir disso, os autores sugeriram que, anteriormente à avaliação de padrões de uso espaciais, sejam estimadas as taxas de remoção entre os habitats e entre as espécies alvo do estudo.

Neste sentido, o modelo apresentado mostrou-se adequado para explanar os fatores que influenciam na disponibilidade das fezes para a coleta, os quais devem ser considerados anteriormente ao delineamento amostral. Ainda, a padronização do esforço de amostragem em estudos sobre cervídeos amazônicos, depende da resolução de algumas questões: Quais espécies removem as fezes de cervídeos? Existe alguma relação espécie-específica entre elas? Qual é a taxa de remoção destas fezes? Essa taxa difere entre as estações de chuva e seca na Amazônia?

Por fim, podemos concluir que o não encontro das fezes pelo cão farejador contribuiu no sentido de evidenciar a necessidade de avaliação prévia da remoção de fezes pelos besouros Scarabaeinae, especialmente quando o intuito for avaliar padrões espaciais de uso do habitat em florestas tropicais úmidas, como a Amazônia.

Referências

- ALEXANDER, T.L.; BUXTON, D. Capture myopathy. In: ALEXANDER, T.L. (Ed.). **Management and diseases of deer**. London: British Veterinary Society, 1994. p. 165-167.
- ANTUNES, V.S. **Área de uso e seleção de hábitos por veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*, Fisher, 1984) no Pantanal da Nhecolândia – MS**. 2012. 74 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.
- COELHO, I.P. **Relações entre barreiros e a fauna de vertebrados no nordeste do Pantanal, Brasil**. 2006. 62 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- GONZÁLEZ, S.; MALDONADO, J.E.; ORTEGA, J.; TALARICO, A.C.; BIDEGARAY-BATISTA, L.; GARCIA, J.E.; DUARTE, J.M.B. Identification of the endangered small red brocket deer (*Mazama bororo*) using noninvasive genetic techniques (Mammalia; Cervidae). **Molecular Ecology Resources**, Malden, v.9, p. 754-758, 2009.
- HALFFTER, G.; EDMONDS, W.D. **The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae): an ecological and evolutive approach**. Ciudad de Mexico: Instituto de Ecología, 1982. 167 p.
- HALFFTER, G.; MATTHEWS, E.G. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). **Folia Entomologica Mexicana**, Ciudad de Mexico, v. 12/14, p. 1-312, 1966.
- HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. (Ed.). **Dung beetle ecology**. Princeton: Princeton University Press, 1991. 481 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Plano de manejo da Floresta Nacional do Jamari: Diagnóstico**. Brasília, 2005. 156 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **PROJETO PRODES: monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite**. 2010. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2009.htm>. Acessado em Julho de 2010
- KOHN, M.H.; WAYNE, R.K. Facts from feces revisited. **Trends in Ecology and Evolution**, London, v. 12, n.6, p. 223–227, 1997.
- LEEUWENBERG, F.; RESENDE, S.L. Ecologia de cervídeos na Reserva Ecológica do IBGE/DF: manejo e densidade de populações. **Cadernos de Geociências**, Salvador, v. 11, p. 89-95, 1994.
- MANTELLATTO, A.M.B.; CARNELOSSI, E.A.G.; DUARTE, J.M.B. Transferability of microsatellite loci from exotic Cervidae to Brazilian brocket deer (*Mazama* spp, Mammalia: Cervidae). **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 9, n.1, p. 277-282, 2010.

NORRIS, D.; MICHALSKI, F. Implications of faecal removal by dung beetles for scat surveys in a fragmented landscape of the Brazilian Amazon. **Oryx**, Oxford, v. 44, n. 3, p. 455-458, 2010.

OLIVEIRA, M.L. **Genotipagem de amostras de ácido nucléico fecal de uma espécie de cervídeo neotropical**. 2010. 62 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

_____. **Distribuição e estimativa populacional do veado mão curta (*Mazama nana*) utilizando amostragem não invasiva**. 2015. 60p. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

OLIVEIRA, M.L.; NORRIS, D.; RAMÍREZ, J. F.; PERES, P. H. F.; GALETTI, M.; DUARTE, J.M.B. Dogs can detect scat samples more efficiently than humans: an experiment in a continuous Atlantic Forest remnant. **Zoologia**, Curitiba, v. 29, n. 2, p. 183-186, 2012.

PERES, P.H.F. **Uso do espaço por veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*, Fisher, 1984): uma comparação entre colares GPS e DNA fecal**. 2015. 84p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

PUTMAN, R.J. **The Natural History of Deer**. London; Christopher Helm, 1998. 191p.

ROSSI, R.V. **Taxonomia de *Mazama Rafinesque*, 1817 do Brasil (Artiodactyla, Cervidae)**. 2000. 174 p. Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ROSSI, R.V.; BODMER, R.; DUARTE, J.M.B.; TROVATI, R. G. Amazonian brown brocket deer *Mazama nemorivaga* (Cuvier 1817). In: DUARTE, J.M.B.; GONZALÉZ, S. **Neotropical cervidology: biology and medicine of Latin American deer**. Jaboticabal: FUNEP, 2010. p. 202-210.

TABERLET, P.; WAITS, L.P.; LUIKART, G. Noninvasive genetic sampling: look before you leap. **Trends in Ecology and Evolution**, London, v. 14, p. 323-327, 1999.

VARELA, D.M.; TROVATI, R.G.; GUZMÁN, K.R.; ROSSI, R.V.; BARBANTI, J.M.B. Red brocket deer *Mazama americana* (Erxleben 1777). In: DUARTE, J.M.B.; GONZALÉZ, S. **Neotropical cervidology: biology and medicine of Latin American deer**. Jaboticabal: FUNEP, 2010. p. 151-159.

VOGLIOTTI, A. História natural de *Mazama bororo* (Artiodactyla; Cervidae) através da etnozootaxia, monitoramento fotográfico e rádio-telemetria. 2003. 99 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003, 99 p.

WEBER, M.; GONZÁLEZ, S. Latin American deer diversity and conservation: a review of status and distribution. **Ecoscience**, Santiago, v. 10, p. 443-454, 2003.

3 UTILIZAÇÃO DE FEZES DE *MAZAMA* (ARTIODACTYLA: CERVIDAE) POR COLEÓPTEROS COPRÓFAGOS (SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) NA AMAZÔNIA.

Resumo

Muitos estudos têm avaliado a preferência alimentar de besouros especialmente em relação a animais domésticos de interesse pecuário. Porém, poucos relacionam a preferência alimentar e os efeitos da taxa de remoção das fezes sobre animais de vida livre. Dentre os ungulados, este conhecimento é especialmente incipiente em relação aos cervídeos. Neste estudo a associação entre a fauna de coleópteros coprófagos e fezes de cervídeos do gênero *Mazama*, na Amazônia, foi avaliada em duas etapas. A primeira consistiu no levantamento da composição da comunidade de Scarabaeinae e foi realizada em fevereiro de 2013. Foram utilizadas armadilhas do tipo pitfall, contendo como iscas pellets fecais de quatro espécies: *M. americana* e *M. nemorivaga* (que ocorrem no bioma Amazônia) e *M. gouazoubira* e *M. nana* (alóctones ao bioma). Quarenta e oito armadilhas (12 para cada tipo de isca) estiveram distribuídas em quatro transecções. As armadilhas ficaram disponíveis durante nove dias consecutivos, sem a renovação das iscas, para que a preferência em relação à idade das amostras (novas, intermediárias e velhas) também pudesse ser avaliada. Sob um total de 144 armadilhas/dia, foram registradas 43 espécies de Scarabaeinae. Os resultados demonstram que os Scarabaeinae utilizam as fezes de *Mazama* sem apresentar preferência por alguma espécie, mas respondem negativamente ao envelhecimento das amostras ofertadas. A segunda etapa de avaliação consistiu na estimativa da taxa de remoção das fezes de *Mazama* pelos Scarabaeinae e ocorreu entre abril e maio de 2013. Em uma transecção foram depositadas diretamente no solo oito amostras fecais de *Mazama* (contendo 100 *pellets*). A recontagem dos *pellets* ocorrera a cada hora nas primeiras 6 horas e, após esse período, passava a ser feita em intervalos de 12, 24 e 48 horas. Dez repetições foram feitas totalizando 88 (ou 8800 *pellets*) amostras fecais ofertadas. Durante as recontagens, medições de temperatura e umidade também eram realizadas. A taxa de remoção máxima foi de 100 *pellets* removidos em uma hora, fato observado em 4,5% das amostras. Já a taxa de remoção mínima foi de 100 *pellets* removidos entre 12 a 24 horas fato ocorrido em 58% das amostras. Temperatura e umidade não afetaram a taxa de remoção bem como não houve diferenças na taxa de remoção relacionadas a preferências dos besouros pelas quatro espécies de cervídeos consideradas. Estes dados mostram que a taxa de remoção de fezes de *Mazama* nesta porção da Amazônia foi bastante elevada e sugere que estudos que tenham o uso de fezes como fonte de dados primários reflitam sobre suas viabilidades e avaliem *a priori* o impacto da ação da fauna coprófaga.

Palavras-chave: Preferência alimentar; Remoção fecal; *M. americana*; *M. nemorivaga*; besouros

Abstract

Many studies have evaluated the feeding preference of beetles especially in relation to domestic animal livestock interest. However, few relate to food preferences and the effects of the removal rate of feces on wild animals. Among the ungulates, this knowledge is especially incipient in relation to deer. In this study the association between beetles dung and deer feces of amazonic *Mazama* has been evaluated in two stages: The first consisted of the survey of community composition of Scarabaeinae and was held in February 2013. For this, I used pitfall traps with baits of fecal pellets of four species: *M. americana* and *M. nemorivaga* (occurring in the Amazon) and *M. gouazoubira* and *M. nana* (allochthonous to the biome). Forty-eight traps (12 for each type of bait) were divided into four transects. The traps were available for nine consecutive days without renewal of baits, so that the preference for the age of the samples (new, intermediate and old) could also be assessed. After a sampling effort of 144 traps / day I recorded 43 species of dung beetles. The results suggest that Scarabaeinae use *Mazama*'s faeces without showing preference for certain species, but respond negatively to aging of resource. The second step of analysis to estimate the rate of removal of feces *Mazama* by Scarabaeinae occurred from April to May 2013. In a transect eight fecal samples from *Mazama* (containing 100 pellets) were offered deposited in ground. The count of the pellets occurs every hour for the first 6 hours and after this period, going to be made at intervals of 12, 24 and 48 hours. Ten repetitions were made totaling 88 (or 8800 pellets) fecal samples offered. During counts, measurements of temperature and humidity were also held. The maximum removal rate was 100 pellets removed in an hour, which was observed in 4.5% of the samples. Already the minimum removal rate of 100 pellets were removed between 12 and 24 hours, fact occurred in 58% of samples. Temperature and humidity did not affect the removal rate and there were no differences in the removal rate related to preferences of scarabs by any of four deer species considered. These data show that the rate of removal of *Mazama* feces in this portion of the Amazon was quite high and suggests that studies have the use of faeces as a source of primary data reflect on their feasibility and evaluate priority the impact of coprophagous fauna.

Keywords: Food preference; Removal of feces; *M. americana*; *M. nemorivaga*; Dung beetles

3.1 Introdução

Nas duas últimas décadas, a utilização de DNA fecal em estudos de ecologia e biologia de animais em vida livre consolidou-se como uma alternativa eficaz aos métodos que envolvem captura e contenção, os quais são geralmente onerosos, exigem um elevado esforço de campo e muitas vezes resultam em poucas capturas, estresse e injúrias aos animais (KOHN;WAYNE, 1997; GONZALÉZ et al., 2009).

A partir da extração de DNA de amostras fecais é possível a determinação da espécie, identificação do indivíduo e sexo, hábitos alimentares, identificação de patógenos, relações de parentesco, genealogia e polimorfismo genético, por exemplo. Além disso, é possível inferir sobre a área de vida, estrutura e organização social, entre outros parâmetros ecológicos de uma determinada população (KOHN; WAYNE, 1997; TABERLET et al., 1999).

No entanto, quando o objetivo é avaliação de padrões espaciais, o qual tem por premissa que o local onde as fezes foram encontradas é representativo do ambiente onde estão inseridas, os fatores que influenciam na disponibilidade das fezes para a coleta deverão ser considerados (NORRIS; MICHALSKI, 2010).

Excrementos produzidos por mamíferos nativos representam um recurso escasso e disponível em quantidades pouco observáveis na natureza (PECK; HOWDEN, 1984). *In situ*, as fezes constituem-se em recursos essenciais à dinâmica dos ecossistemas e dentre os fatores mais importantes em relação à sua permanência no ambiente estão a sazonalidade, biomassa, umidade e taxa de remoção por espécies coprófagas (VAN VLIET; NASI; LUMARET, 2009).

Coleópteros da subfamília Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae) são detritívoros, especializados no manejo e na remoção de excrementos, carcaças e frutos em decomposição (VAZ-DE-MELLO, 1999), apresentando clara preferência por fezes de mamíferos (HALFFTER; MATTHEWS, 1966), as quais são utilizadas como recurso alimentar para adultos, oviposição e alimentação da larva (HALFFTER; MATTHEWS, 1966; HALFFTER; EDMONDS, 1982; HALFFTER, 1991).

Elevados níveis de competição entre os Scarabaeinae Neotropicais se devem à alta diversidade de espécies e à relativa escassez de fezes de mamíferos nesta região (HANSKI; CAMBEFORT, 1991; HALFFTER; HALFFTER, 2009). Este padrão é resultado da baixa disponibilidade histórica de fezes, resultando em diferentes estratégias de partição de recurso (HALFFTER, 1991; HALFFTER; HALFFTER, 2009).

Adaptações nos padrões de alimentação dos Scarabaeinae, como assumir hábitos especialistas, tende a diminuir a competição e permitir uma maior diversidade de espécies (HALFFTER; HALFFTER, 2009; HANSKI; CAMBEFORT, 1991; MARTÍN-PIERA; LOBO, 1996). Estes animais podem ser bastante seletivos no tipo de material que removem (ANDERSON; COE, 1974), com muitas espécies apresentando especializações na utilização de fezes de grandes herbívoros ou de animais onívoros (FAITHFUL, 1994).

A riqueza e abundância de espécies de mamíferos apresentam influência direta sobre os besouros coprófagos, determinando a gama dos diferentes tipos de recursos que estarão disponíveis para alimentação e reprodução (PAETEL, 2001). Consequentemente, áreas onde ambos os grupos são igualmente diversos, como as florestas tropicais, tendem a apresentar taxas de remoção fecal elevadas.

O processo de remoção em si é extremamente sujeito às variações ambientais, especialmente condições de umidade, a sazonalidade e biomassa (ANDERSON; COE, 1974; VAN VLIET; NASI; LUMARET, 2009). Em regiões tropicais úmidas como a Amazônia, com alta diversidade de Scarabaeinae, a remoção pode representar um viés importante na leitura de padrões espaciais de uso do habitat, afetando de maneira significativa a quantidade de amostras fecais disponíveis para coleta e, por conseguinte, a padronização do esforço amostral.

O conhecimento sobre a associação entre Scarabaeinae e mamíferos existe na literatura de forma diversificada, podendo esta informação estar contida em estudos de diplocoria (dispersão secundária de sementes), preferência alimentar, comportamento ou até mesmo dentro da descrição de uma espécie, entre outros objetivos (Anexo A).

Trabalhos que relacionam a utilização das fezes de animais de vida livre por Scarabaeidae são conhecidos para diversos grupos, porém não são comuns entre os ungulados e são especialmente escassos para cervídeos. Assim, este trabalho se propõe a avaliar a composição, riqueza e abundância de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae, Scarabaeinae) associados às fezes de cervídeos florestais do gênero *Mazama*, bem como estimar a taxa de remoção dessas fezes para a região amazônica.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Área de estudo

O estudo foi conduzido na Floresta Nacional do Jamari (FLONA do Jamari), localizada no município de Itapuã do Oeste, estado de Rondônia, entre coordenadas 09°00'00"S a 09°30'00"S e 62°44'05"W a 63°16'54"W (Figura 3.1).

O clima é do tipo Aw - Clima Tropical Chuvoso, segundo a classificação de Köppen, caracterizando-se por período seco bem definido durante a estação de inverno e moderado déficit hídrico. A precipitação média anual é de 2400 mm (90% durante a estação chuvosa) e a temperatura média anual é de 25°C (IBAMA, 2005). A estação chuvosa compreende o período de Novembro a Março e a estação seca de Maio a Setembro, sendo Abril e Outubro meses de transição (INPE, 2010). As três fitofisionomias principais abrangem Floresta Ombrófila Densa e Aberta Submontana, de Terras Baixas e Florestas de Várzea. Dos cerca de 215.000ha que possui a unidade, cerca de 50% estiveram ou estão sob concessão para exploração florestal, lavras de mineração ou em processo de recuperação.

Figura 3.1 - Localização das transecções de amostragem de Scarabaeinae (T1-T4), Floresta Nacional do Jamari, Rondônia- Brasil

3.2.2 Atributos da comunidade de espécies

O levantamento da composição, riqueza e abundância das espécies de Scarabaeinae foi realizado de 17 a 26 de fevereiro de 2013. Foram estabelecidas quatro transecções lineares (T1, T2, T3 e T4) e em cada transecção foram estabelecidos doze pontos de amostragem, distantes 30 metros entre si. Cada ponto amostral recebeu uma armadilha de interceptação e queda do tipo *pitfall*, consistindo de um recipiente de 1000 ml enterrado à altura do solo (150 mm diâmetro x 94 mm altura), contendo meio de imersão aquoso (H_2O + 50 mg de sódio + 0,5 ml de detergente líquido + 1 ml de formalina 10%) e dentro deste um recipiente de 50 ml, suspenso, contendo como isca 30 *pellets* fecais ($\pm 30g$) de *Mazama* (VAZ-DE-MELLO, 2012) (Figura 3.2).

Com o objetivo de avaliar a preferência na utilização dos recursos, foram utilizadas fezes de quatro espécies de *Mazama*. Além de *M. nemorivaga* e *M. americana*, que ocorrem nesta região, foram utilizadas fezes de *M. gouazoubira* e *M. nana*, espécies que não ocorrem no bioma amazônico. Ao total, as quatro transecções somaram 48 *pitfalls*, com 12 *pitfalls* para cada tipo de isca, sendo a sequência de distribuição aleatória (sorteio). As amostras foram coletadas de indivíduos mantidos em cativeiro pelo Núcleo de Pesquisa e Conservação de Cervídeos (NUPECCE/ FCAV UNESP Jaboticabal -SP), entre os meses de junho e novembro de 2012, e mantidas sob refrigeração a $-23^{\circ}C$ até o momento de serem utilizadas.

As armadilhas ficaram expostas por um período consecutivo de nove dias, não havendo renovação das iscas, no intuito de observar o poder de atratividade das fezes em diferentes idades (novas, intermediárias e velhas). A cada três dias todo material contido no recipiente maior foi filtrado, acondicionado em sacos plásticos com os dados de coleta e mantidos sob refrigeração a $-4^{\circ}C$. Após a triagem do material, os coleópteros foram mantidos em álcool 70% e enviados ao Setor de Entomologia da Coleção Zoológica da Universidade Federal de Mato Grosso – CEMT, sob a curadoria do Prof. Dr. Fernando Zagury Vaz de Mello.

Os critérios para identificação seguem Vaz-de-Mello et al. (2011) e os trâmites de coleta e transporte obedecem as normativas estabelecidas pela licença SISBio n° 40842-2.

Figura 3.2 - Armadilha de interceptação e queda do tipo *pitfall* utilizada para os experimentos de levantamento das espécies de Scarabaeinae, FLONA do Jamari-RO.

Figura 3.3 – Sequencia aleatória de distribuição das fezes de *Mazama* utilizadas como isca, durante o levantamento das espécies de Scarabaeinae , FLONA do Jamari-RO.

3.2.3 Estimativa da taxa de remoção

Os experimentos para estimar a taxa de remoção das fezes de *Mazama* por Scarabaeinae foram realizados entre de 26 de abril a 14 de maio de 2013. Para isso somente uma das transecções anteriores foi selecionada (T4), por ser a mais distante em relação à sede da Flona e assim evitando o trânsito de pessoas próximas ao local do experimento (Figura 3.4). Em oito dos 12 pontos existentes anteriormente, foram depositados 100 *pellets* fecais de *Mazama* (peso médio entre as espécies estimado em 100g) diretamente sobre o solo (Figura 3.5). Com a finalidade de determinar o tempo transcorrido até a remoção total das fezes, a recontagem desses *pellets* foi feita a cada hora durante as seis primeiras horas e após este período em intervalos de 12, 24 e 48 horas. O horário de deposição das fezes foi determinado no intuito de assemelhar-se ao início do período de atividade das espécies, que apresentam padrões de segregação temporal, sendo *M. nemorivaga* a espécie que apresenta hábitos diurnos e *M. americana* hábitos noturnos (KOESTER, 2008). A deposição em período diurno dava-se às 06h, seguida por recontagem de *pellets* às 07h, 08h, 09h, 10h, 11h, 12h, 18h e 00h, enquanto em período noturno a deposição ocorria às 18h e a recontagem às 19h, 20h00, 21h, 22h, 23h, 24h, 06h e 18h. Um total de 88 amostras fecais foi utilizado, sendo 40 amostras oferecidas para a remoção diurna e 48 para o período noturno. Para cada período, foram realizadas dez repetições, das quais apenas cinco foram consideradas, descartando-se aquelas em que as recontagens eventualmente não pudessem ser realizadas (p. ex., obstrução do acesso por árvores caídas, pisoteio por bandos de queixadas e/ou catetos, etc). Os experimentos de remoção diurna foram realizados nos dez primeiros dias, enquanto a remoção noturna iniciou-se somente após o término do primeiro experimento. A ordem de deposição das fezes das diferentes espécies foi aleatória, sendo ofertadas duas amostras de cada espécie de *Mazama* ao longo da trilha. Adicionalmente, estimativas de umidade e temperatura também foram coletadas durante a deposição e período de recontagem, utilizando termo higrômetro digital (Incoterm ®) instalado junto ao primeiro ponto de deposição de fezes, no início da trilha 4. A variável precipitação não foi incluída, pela ausência de chuvas durante a realização dos experimentos de remoção.

Figura 3.4 – Sequencia aleatória de distribuição das fezes de *Mazama* depositadas diretamente sobre o solo, durante o experimento de remoção de fezes pelas espécies de Scarabaeinae, FLONA do Jamari-RO.

Figura 3.5 – Deposição de *pellets* fecais de *Mazama nemorivaga* diretamente sobre o solo durante os experimentos de remoção, FLONA do Jamari-RO.

3.2.4 Análise dos Dados

A análise exploratória de dados foi realizada através de medidas descritivas (média, desvio padrão, mínimo, mediana e máximo) e gráficos de dispersão. Dado que a contagem de Scarabaeinae não se ajustou a nenhuma distribuição conhecida, foram usados métodos não paramétricos nas análises. O teste de Kruskal-Wallis seguido do teste de Dunn foi usado para comparar a abundância de Scarabaeinae entre as trilhas (T1, T2, T3 e T4), entre as fezes das diferentes espécies de cervídeos (*M. americana*, *M. gouazoubira*, *M. nana* e *M. nemorivaga*) e entre as diferentes idades das amostras (novas, intermediárias e velhas) para as análises individuais de cada fator. Para avaliar todos os fatores conjuntamente e decidir aqueles que melhor explicam a abundância de Scarabaeinae, foi usada ANOVA com a variável resposta transformada em postos, seguida do teste de Tukey. Em relação aos dados de remoção, a influência dos fatores espécie de cervídeo, umidade e temperatura sobre a remoção máxima das amostras foi avaliada através de ANOVA com a variável resposta transformada em postos. A influência desses mesmos fatores no tempo transcorrido até a remoção máxima foi avaliada através da regressão de Cox. O nível de significância considerado foi de 5%.

3.3 Resultados

3.3.1 Atributos da comunidade de espécies

Foram identificadas 43 espécies de Scarabaeinae, pertencentes a 18 gêneros distintos, em um total de 1501 indivíduos capturados. Oito destes táxons foram identificados apenas até gênero, podendo corresponder a grupos que necessitam de revisões taxonômicas ou espécies novas ainda não descritas (Tabela 3.1).

A riqueza de espécies foi semelhante entre todas as trilhas (T1 = 27, T2 = 30, T3 = 29, T4 = 29). As cinco espécies mais abundantes foram *Dichotomius lucasi* (254), *Deltochilum* (*Deltohyboma*) sp1 (182), *Scybalocanthion* sp. (149), *Eurysternus cayennensis* (137) e *Eurysternus atrosericus* (130), representando cerca de 60% dos indivíduos coletados, enquanto outras nove espécies apresentaram apenas um indivíduo (Figura 3.6).

Tabela 3.1 - Riqueza de espécies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) capturados em amostras fecais de cervídeos do gênero *Mazama* (Artiodactyla: Cervidae), Floresta Nacional do Jamari-RO

tribo	espécie	grupo funcional	n
Canthonini	<i>Anomiopus</i> sp.	desconhecido	1
Ateuchini	<i>Ateuchus</i> aff. <i>candezei</i>	paracoprídeo	36
Ateuchini	<i>Ateuchus</i> aff. <i>romani</i>	paracoprídeo	6
Ateuchini	<i>Ateuchus</i> sp.1	paracoprídeo	44
Ateuchini	<i>Sinapisoma</i> sp.	desconhecido	1
?	<i>Sylvicanthon</i> sp.	telecoprídeo	11
Ateuchini	<i>Uroxys</i> sp.	desconhecido	10
?	<i>Bdelyrus</i> sp.	desconhecido	2
Canthonini	<i>Canthon fulgidus</i>	telecoprídeo	7
Canthonini	<i>Canthon luteicollis</i>	telecoprídeo	33
Canthonini	<i>Canthon proseni</i>	telecoprídeo	8
Canthonini	<i>Canthon semiopacus</i>	telecoprídeo	3
Canthonini	<i>Deltochilum (Deltohyboma)</i> sp.1	telecoprídeo	182
Canthonini	<i>Deltochilum (Deltohyboma)</i> aff. <i>plebejum</i>	telecoprídeo	34
Canthonini	<i>Hansreia peugeouti</i>	telecoprídeo	48
Canthonini	<i>Scybalocanthon</i> sp.	telecoprídeo	149
Coprini	<i>Canthidium</i> aff. <i>ardens</i>	paracoprídeo	67
Coprini	<i>Canthidium</i> aff. <i>batesi</i>	paracoprídeo	25
Coprini	<i>Canthidium</i> aff. <i>dohrni</i>	paracoprídeo	1
Coprini	<i>Canthidium</i> aff. <i>kortchevskyi</i>	paracoprídeo	1
Coprini	<i>Canthidium</i> aff. <i>lentum</i>	paracoprídeo	2
Coprini	<i>Canthidium</i> sp.1	paracoprídeo	9
Coprini	<i>Isocoprins imitator</i>	paracoprídeo	1
Coprini	<i>Dichotomius</i> aff. <i>globulus</i>	paracoprídeo	35
Coprini	<i>Dichotomius</i> aff. <i>lucasi</i>	paracoprídeo	254
Coprini	<i>Dichotomius carinatus</i>	paracoprídeo	2
Coprini	<i>Dichotomius melzeri</i>	paracoprídeo	1
Coprini	<i>Dichotomius worontzowi</i>	paracoprídeo	1
Deltochilini	<i>Deltochilum (Aganhyboma)</i> <i>schefflerorum</i>	telecoprídeo	3
?	<i>Deltochilum (Calhyboma)</i> <i>carinatum</i>	telecoprídeo	3
Oniticellini	<i>Eurysternus arnaudi</i>	endocoprídeo/telecoprídeo	75
Oniticellini	<i>Eurysternus atrosericus</i>	endocoprídeo	130
Oniticellini	<i>Eurysternus caribaeus</i>	endocoprídeo	64
Oniticellini	<i>Eurysternus cayennensis</i>	endocoprídeo	137
Oniticellini	<i>Eurysternus wittmerorum</i>	endocoprídeo	28
Onthophagini	<i>Onthophagus</i> aff. <i>bidentatus</i>	paracoprídeo	36
Onthophagini	<i>Onthophagus</i> aff. <i>onorei</i>	paracoprídeo	2
Phanaeini	<i>Coprophanæus degallieri</i>	paracoprídeo	3
Phanaeini	<i>Coprophanæus lancifer</i>	paracoprídeo	37
Phanaeini	<i>Coprophanæus telamon</i>	paracoprídeo	1
Phanaeini	<i>Oxysternon conspicillatum</i>	paracoprídeo	1
Phanaeini	<i>Oxysternon spiniferum</i>	paracoprídeo	1
Phanaeini	<i>Phanaeus chalconelas</i>	paracoprídeo	6
TOTAL			1501

Figura 3.6 - Número de indivíduos por espécie de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) coletados em amostras fecais de *Mazama* (Artiodactyla: Cervidae), Floresta Nacional do Jamari, Rondônia

As tabelas 3.2, 3.3 e 3.4 e figuras 3.7, 3.8 e 3.9 apresentam as medidas descritivas e dispersão da abundância de Scarabaeinae em relação aos fatores trilha, espécie de cervídeo e idade da amostra, respectivamente.

Na análise individual dos fatores nota-se que a média de besouros por trilha variou de 1,84 (T2) a 2,44 (T4). A mediana foi de um besouro por trilha, com exceção de T4, com mediana de 2 besouros. O máximo de besouros encontrados foi de 26, em T4. O teste de Kruskal-Wallis mostrou que existe diferença na abundância de besouros entre as trilhas (p-valor = 0,0026). O teste de comparações múltiplas de Dunn detectou diferença da Trilha 2 em relação às demais, a qual apresentou menor abundância de besouros, enquanto T1, T3 e T4 não diferiram entre si (Tabela 3.2; Figura 3.7)

Tabela 3.2 - Medidas de posição (média e mediana) e dispersão (desvio padrão, mínimo e máximo) em relação à abundância de Scarabaeinae por Trilha (T1, T2, T3 e T4), coletados em amostras fecais de *Mazama* (Artiodactyla: Cervidae), Floresta Nacional do Jamari, Rondônia. N é o número de observações/armadilha.

Trilha	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
T1	148	2,26	2,03	1,00	1,00	14,00
T2	179	1,84	1,68	1,00	1,00	11,00
T3	186	2,16	1,61	1,00	1,00	9,00
T4	178	2,44	2,79	1,00	2,00	26,00

Figura 3.7- Abundância de Scarabaeinae por Trilha (T1, T2, T3 e T4), coletados em amostras fecais de *Mazama* (Artiodactyla: Cervidae), Floresta Nacional do Jamari, Rondônia. O círculo preto representa a média e o triângulo representa a mediana

Em relação ao fator espécie de cervídeo, também não houve diferença estatisticamente significativa entre as espécies de *Mazama* (p-valor = 0.1367; Kruskal-Wallis) (Tabela 3.3; Figura 3.8).

Tabela 3.3 - Medidas de posição (média e mediana) e dispersão (desvio padrão, mínimo e máximo) em relação à abundância de Scarabaeinae por espécie de cervídeo, Floresta Nacional do Jamari, Rondônia. N é o número de observações/armadilha

Espécie de cervídeo	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
<i>M. americana</i>	155	2,38	2,03	1,00	2,00	12,00
<i>M. gouazoubira</i>	174	2,06	1,99	1,00	1,00	14,00
<i>M. nana</i>	187	2,28	2,62	1,00	1,00	26,00
<i>M. nemorivaga</i>	175	1,98	1,47	1,00	1,00	7,00

Figura 3.8- Abundância de Scarabaeinae por espécie de cervídeo, Floresta Nacional do Jamari, Rondônia. O círculo preto representa a média e o triângulo representa a mediana

Já em relação à idade da amostra, foram encontradas diferenças significativas entre as mesmas, em análise individual (p-valor <0.0001; Kruskal-Wallis). As amostras “velhas” apresentaram menor abundância que “novas” e “intermediárias” (teste de Dunn) (Tabela 3.4; Figura 3.9).

Tabela 3.4 - Medidas de posição (média e mediana) e dispersão (desvio padrão, mínimo e máximo) em relação à abundância de Scarabaeinae por idade das amostras, Floresta Nacional do Jamari, Rondônia. N é o número de observações/armadilha

Idade da Amostra	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Novas	350	2,41	2,47	1,00	2,00	26,00
Intermediárias	224	2,10	1,70	1,00	1,00	9,00
Velhas	117	1,61	1,19	1,00	1,00	7,00

Figura 3.9- Abundância de Scarabaeinae por idade da amostra, Floresta Nacional do Jamari, Rondônia. O círculo preto representa a média e o triângulo representa a mediana

Os três fatores e suas interações foram avaliados conjuntamente através de ANOVA com a variável resposta (abundância) transformada em postos (*ranks*). Nenhuma interação entre os fatores foi significativa, ou seja, cada fator age independente dos outros na abundância de besouros. O critério de seleção de variáveis *sptewise* apontou o modelo contendo fatores trilha e idade da amostra como o melhor modelo. O fator espécie de cervídeo não influenciou na abundância de besouros, assim como na análise individual (p-valor = 0;1118); ANOVA com a variável resposta transformada em postos e considerando ainda os outros dois fatores: trilha (p-valor = 0.0090) e idade da amostra (p-valor = 0.0002)).

Considerando o modelo ANOVA apenas com os fatores trilha (p-valor = 0.0083) e idade da amostra (p-valor = 0.0003), o teste de comparações múltiplas de Tukey mostrou que T2 apresentou menor abundância que as demais, e que amostras velhas apresentaram menor abundância que as demais, corroborando com a análise individual.

3.3.2 Estimativa da taxa de remoção

Considerando o total de amostras ofertado, 33% das amostras foram removidas nas seis primeiras horas, apenas 9% no intervalo de tempo entre 6 e 12h e cerca de 58% das amostras foram removidas no intervalo de 12 a 24h. A taxa de remoção máxima observada foi de 100 g de fezes (= 100 *pellets* ofertados) removidas em 1 hora, o que ocorreu com apenas 4,5% das amostras. Já a taxa de remoção mínima encontrada foi de 100 g de fezes removidas em um intervalo de 12 a 24 horas, o que ocorreu com a maioria das amostras (58%), não havendo amostras para serem removidas em intervalo superior a esse (24h a 48h).

A Tabela 3.5 mostra as medidas descritivas de remoção máxima por espécie de cervídeo. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as espécies (p -valor = 0.381; ANOVA com a variável resposta transformada em postos) (Figura 3.10).

Também não foi encontrada correlação entre a taxa de remoção máxima e as variáveis temperatura e umidade (Figuras 3.11 e 3.12), corroborando pelo coeficiente de correlação de Spearman que foi bastante baixo entre as variáveis ($\rho_{TempvsRem} = 0.177$ e $\rho_{UmvsRem} = 0.051$). Esse coeficiente de correlação pode variar de -1 (alta correlação negativa entre as duas variáveis) a 1 (alta correlação positiva entre as duas variáveis). Considerando que ambos os coeficientes analisados estão próximos a zero, conclui-se que não existe correlação linear da temperatura e da umidade com a remoção máxima.

Considerando que as coletas foram feitas nas mesmas unidades, em dias diferentes, foi avaliado o efeito da unidade (trilha) tanto para a análise da remoção máxima, quanto para o tempo transcorrido até a remoção máxima, e esse efeito não foi significativo para nenhuma das duas variáveis, portanto as análises convencionais, e não de medidas repetidas, foram usadas (Figura 3.12).

Tabela 3.5- Medidas de posição e dispersão da remoção máxima de *pellets* fecais por espécie de cervídeo, Floresta Nacional do Jamari, Rondônia

Espécie de cervídeo	N	Média (%)	Desvio Padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
<i>M. americana</i>	22	89,23	23,52	0,00	100,00	100,00
<i>M. gouazoubira</i>	22	90,18	18,18	50,00	100,00	100,00
<i>M. nana</i>	22	69,09	39,15	0,00	100,00	100,00
<i>M. nemorivaga</i>	22	90,68	18,34	40,00	100,00	100,00

Figura 3.10- Remoção máxima apresentada por espécie de cervídeo, Floresta Nacional do Jamari, Rondônia

Figura 3.11- Remoção Máxima em relação à variável Temperatura e, Floresta Nacional do Jamari, Rondônia

Figura 3.12- Remoção Máxima em relação à variável Umidade, Floresta Nacional do Jamari, Rondônia

A análise conjunta dos fatores espécie de cervídeo, umidade e temperatura, corrobora os resultados das análises individuais destes fatores em relação à remoção máxima, ou seja, o fator Espécie de cervídeo (p -valor = 0,3708), a temperatura (p -valor = 0,0540) e a umidade (p -valor = 0,4367) não influenciaram na remoção máxima das amostras.

Para avaliar a influência do fator espécie de cervídeo, da temperatura e da umidade no tempo para remoção de 100% das fezes foi usada regressão de Cox. Não foram encontradas diferenças significativas na regressão de Cox (p -valor = 0,8070) (Tabela 3.6 e Figura 3.12). Além disso, a temperatura (p -valor = 0,5520) e umidade (p -valor = 0,1813) também não influenciaram o tempo de remoção máxima.

Tabela 3.6 - Medidas de posição e dispersão do tempo (horas) transcorrido para remoção máxima por espécie de cervídeo, Floresta Nacional do Jamari, Rondônia

Espécie de cervídeo	N	Média (h)	Desvio Padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
<i>Mazama americana</i>	22	16,68	9,27	2,00	24,00	24,00
<i>Mazama gouazoubira</i>	22	12,68	9,34	1,00	12,00	24,00
<i>Mazama nana</i>	22	17,23	10,20	1,00	24,00	24,00
<i>Mazama nemorivaga</i>	22	18,05	9,28	1,00	24,00	24,00

3.4 Discussão

Muitos estudos têm demonstrado que besouros coprófagos apresentam preferência, e até mesmo especificidade, por diferentes tipos de fezes de mamíferos (AMÉSQUITA; FÁVILA, 2010; GITTINGS; GILLER, 2003; HANSKI; CAMBEFORT, 1991; HILL, 1996; LARSEN et al., 2006; VERNES et al., 2005) (ver Anexo A). No presente trabalho, não houve preferência pelas fezes de nenhuma das quatro espécies de *Mazama*. Os Scarabaeinae apresentaram a mesma utilização entre as espécies autóctones (*M. nemorivaga* e *M. americana*) e aquelas alóctones ao bioma Amazônia, o que é esperado, se tratando de um grupo de espécies estreitamente aparentadas, com necessidades ecológicas semelhantes.

O fator trilha apresentou influência sobre a abundância de besouros em T2, que dentre todas as trilhas, foi a única a estar localizada paralelamente em relação à estrada de acesso. Embora a riqueza de espécies não difira significativamente das demais transecções, este dado evidencia a susceptibilidade deste grupo aos efeitos de borda (BRAGA et al., 2013; KLEIN, 1989; NICHOLS et al., 2008).

No entanto, quando a idade das fezes passa a ser considerada, os besouros apresentaram um claro padrão de abundância que é inversamente proporcional ao envelhecimento das amostras. Segundo Gittings e Giller (1998), este padrão se deve ao ressecamento da superfície fecal, que passa a apresentar um menor potencial de dispersão de odor, reduzindo enormemente a detectabilidade das amostras pelos besouros.

Nesse sentido, amostras novas que apresentam maior encontrabilidade, também estão sujeitas a serem colonizadas em um intervalo de tempo menor (GITTINGS; GILLER, 1998) sendo, conseqüentemente, removidas mais rapidamente. O padrão inverso, de baixa encontrabilidade e não colonização foi observado para as fezes não removidas após 48 h de deposição. Além disso, a falta de fezes disponíveis no ambiente (observação pessoal) é corroborada pela alta diversidade de Scarabaeinae local (evidenciada pela não estabilização da curva de rarefação), quando então todos os recursos tendem a ser utilizados no momento que se tornam disponíveis, não sendo fácil o encontro dessas fezes natureza (PAETEL, 2001).

Nesse sentido, as taxas de remoção (máxima 100 pellets/1 hora e mínima 100 pellets/12 a 24 h) encontradas podem ser consideradas elevadas, embora a comparação com trabalhos realizados em florestas tropicais torne-se dificultada pela carência de padronização metodológica. Amézquita e Favila (2011), por exemplo, ao avaliarem a taxa de remoção por besouros necrófagos estimaram uma taxa de remoção de 4,47 g/h de carcaça de peixe, em áreas fragmentadas. Mesmo não havendo correspondência entre a metodologia aplicada e o

presente estudo, assumindo a estimativa que cada *pellet* fecal de *Mazama* possa pesar 1 g (em média), a taxa de remoção em gramas seria estimada em 10 e 100 g/h.

Independentemente do tempo que as fezes levam para ser removidas, a média de remoção máxima foi menor para *M. nana* (69, 09% das fezes removidas), espécie alóctone à Amazônia, e maior para *M. nemorivaga* (90,68 % das fezes removidas) espécie autóctone deste bioma, embora essa diferença não foi significativa. Em relação ao tempo transcorrido até a remoção total das amostras, *Mazama gouazoubira* (espécie também alóctone ao bioma Amazônia) apresentou o menor tempo médio transcorrido até a remoção total das fezes (12,68 h), enquanto *M. nemorivaga* apresentou o maior (18,05 h). Sendo assim, ambos os dados refletem a não especificidade dos Scarabaeinae em relação ao processo de remoção das fezes de *Mazama*.

Fatores abióticos como temperatura, umidade e precipitação são fatores reconhecidamente importantes em estudos de remoção (ANDERSON; COE, 1974, VAN VLIET; NASI; LUMARET, 2009), porém, no presente estudo estes fatores não influenciaram no processo de remoção. Embora o experimento tenha sido realizado na estação chuvosa, o período de coleta de dados foi marcado pela falta de precipitação local, umidade relativa do ar e temperaturas médias (mínimas e máximas) homogêneas (INPE, 2014).

Por fim, os dados apresentados neste estudo sugerem que a taxa de remoção de fezes de *Mazama* nesta porção amazônica pode ser considerada elevada, especialmente marcante sobre fezes frescas, com a maioria das fezes sendo removidas no intervalo de 12 a 24h, podendo ocorrer no período curto de apenas uma hora, aproximadamente.

Sendo assim, a relação entre a diversidade de mamíferos e abundância de besouros deve ser levada em consideração previamente aos estudos de padrão espacial de distribuição de espécies através de amostras fecais. Além disso, biomassa, tamanho corpóreo e sazonalidade são variáveis importantes que devem ser consideradas em estudos futuros para esta região.

Referências

ANDERSON, J.M.; COE, M.J. Decomposition of elephant dung in an arid, tropical environment. **Oecologia**, Berlin, v. 14, n.1/2, p. 111-125, 1974.

FAITHFULL, I. Further record and observations of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) at carnivore dung in eastern Australia. **Victorian Entomologist**, Victoria, v. 24, n. 3, p. 63-67, 1994.

- GONZÁLEZ, S.; MALDONADO, J.E.; ORTEGA, J.; TALARICO, A.C.; BIDEGARAY-BATISTA, L.; GARCIA, J.E.; DUARTE, J.M.B. Identification of the endangered small red brocket deer (*Mazama bororo*) using noninvasive genetic techniques (Mammalia; Cervidae). **Molecular Ecology Resources**, Malden, v.9, p. 754-758, 2009.
- HALFFTER, G. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). **Folia Entomológica Mexicana**, Ciudad de Mexico, v. 82, p. 195-238, 1991.
- HALFFTER, G.; EDMONDS, W.D. **The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae): an ecological and evolutive approach**. Ciudad de Mexico: Instituto de Ecología, 1982. 167 p.
- HALFFTER, G.; HALFFTER, V. Why and where coprophagous beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) eat seeds, fruits or vegetable detritus. **Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa**, Zaragoza, n. 45, p. 1-22, 2009.
- HALFFTER, G.; MATTHEWS, E.G. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). **Folia Entomologica Mexicana**, Ciudad de Mexico, v. 12/14, p. 1-312, 1966.
- HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. **Dung beetle ecology**. Princeton: Princeton University Press, 1991. 481 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Plano de manejo da Floresta Nacional do Jamari**. Brasília, 2005. 156 p.
- KOESTER, A. **Análise comparativa do período de Atividade entre duas populações de *Mazama americana* (veado-mateiro)**. 2008. 43 p. Dissertação (Mestrado Ecologia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- KOHN, M.H.; WAYNE, R.K. Facts from feces revisited. **Trends in Ecology and Evolution**, London, v. 12, n.6, p. 223-227, 1997.
- MARTÍN-PIERA, F.; LOBO, J.M. A comparative discussion of trophic preferences in dung beetle communities. **Miscellanea Zoologica**, Barcelona, v. 19, n. 1, p. 13-31, 1996.
- PECK, S.B.; HOWDEN, H.F. Response of a dung beetle guild to different sizes of dung bait in a Panamanian rainforest. **Biotropica**, Washington, v. 16, n. 3, p. 235-238, 1984.
- SAS INSTITUTE. **SAS system for windows (statistical analysis system): versão 9.4**. Cary, 2014.
- TABERLET, P.; WAITS, L.P.; LUIKART, G. Noninvasive genetic sampling: look before you leap. **Trends in Ecology and Evolution**, London, v.14, p. 323-327, 1999.

VAN VLIET, N.; NASI, R.; LUMARET, J.P. Factors influencing duiker dung decay in north-east Gabon: are dung beetles hiding duikers? **African Journal of Ecology**, Oxford, v. 47, n. 1, p. 40-47, 2009.

4 [NOTA CIENTÍFICA] FORÉZIA DE ÁCAROS MACROCHELIDAE (ACARI: MESOSTIGMATA) EM BESOUROS SCARABAEINAE (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE) NO SUDESTE DA AMAZÔNIA.

Resumo

Este trabalho apresenta uma lista de ácaros foréticos da família Macrochelidae coletados acidentalmente durante a triagem de coleópteros coprófagos da subfamília Scarabaeinae que utilizavam fezes de cervídeos *Mazama* na Floresta Nacional do Jamari, Rondônia, Brasil. A amostra obtida permitiu o reconhecimento de 144 espécimes pertencentes a quatro gêneros: *Glypholaspis* sp., *Holocelaeno* sp., *Holostaspella* sp. e *Macrocheles* sp. Embora não tenha sido possível estabelecer uma associação direta dos Macrochelidae identificados às diferentes espécies de Scarabaeinae, este trabalho contribui no sentido de ampliar o conhecimento sobre a ocorrência dos táxons de ácaros e suas associações foréticas com diferentes táxons de besouros coprófagos.

Palavras-chave: Macrochelidae; Scarabaeinae; Forésia; *Mazama*; Acari; Amazônia

Abstract

This note presents a list of phoretic mites Macrochelidae family accidentally collected during screening of dung beetles of Scarabaeinae subfamily who used deer feces of *Mazama* genus in the Jamari National Forest, Rondônia State, Brazil. The sample obtained allowed the identification of 144 species belonging to four genera: *Glypholaspis* sp., *Holocelaeno* sp., *Holostaspella* sp. e *Macrocheles* sp. Although it was not possible to establish a direct association of Macrochelidae identified the different species of dung beetles, this work contributes to broaden the knowledge on the occurrence of taxa of mites and their phoretics associations with different taxa of dung beetles.

Keywords: Macrochelidae; Scarabaeinae; Phoresy; *Mazama*; Acari; Amazon

4.1 Introdução

Ácaros da família Macrochelidae (ACARI; MESOSTIGMATA) são predadores de vida livre, apesar de algumas espécies serem especialistas em relação ao hábitat que ocupam. Muitas espécies apresentam hábitos simples, vivendo junto ao solo e alimentando-se de outros invertebrados. Outros, porém, ocupam com sucesso habitats mais especializados, tais como élitros de besouros e ninhos de aves, pequenos mamíferos e insetos sociais (HUNTER; ROSÁRIO, 1988; KRANTZ et al., 1998).

No entanto, a maioria das espécies de Macrochelidae se beneficia da exploração dos recursos alimentares disponíveis em excrementos de animais, onde competem com uma série

de outros predadores de ácaros e insetos por nematóides, oligoquetas, enquitreídeos, ovos e larvas de artrópodes (KRANTZ et al., 1998).

Uma vez que as fezes representam um recurso efêmero, distribuído de forma não contínua no ambiente, estes ácaros utilizam associações foréticas que os permite o deslocamento a locais com melhores condições de obtenção de recursos (HUNTER; ROSÁRIO, 1988).

A forésia pode ser definida como um tipo particular de interação ecológica, onde um indivíduo pequeno e seguidor (forético) utiliza um animal maior (hospedeiro ou transportador) para apenas mover-se de um local a outro (WALTER; PROCTOR, 2004).

Na maioria das vezes, são as fêmeas adultas que exibem uma estreita associação forética com seus hospedeiros, sendo que os machos foréticos são encontrados apenas ocasionalmente (COSTA, 1969; HUNTER; ROSÁRIO, 1988).

Aproximadamente 400 espécies de Macrochelidae foram descritas até o presente, pertencentes a 15 gêneros.

Todas as espécies de ácaros Macrochelidae que são foréticas sobre artrópodos possuem estreitas adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais. Em relação à escolha do hospedeiro, ácaros podem tanto apresentar preferência por determinada espécie, como também, ao invés disso, demonstrar predileção apenas por determinado tipo de hábitat. Algumas associações são tão estreitas, que a presença do ácaro pode ser utilizada na identificação da espécie hospedeira (HUNTER; ROSÁRIO, 1988; KRANTZ et al., 1998).

Este trabalho apresenta os ácaros da família Macrochelidae, coletados acidentalmente durante a triagem de coleópteros da subfamília Scarabaeinae (COLEPTERA; SCARABAEIDAE) associados às fezes de cervídeos do gênero *Mazama* (ARTIODACTYLA: CERVIDAE) na Amazônia.

4. 2 Coleta de dados

As amostras foram provenientes da Floresta Nacional do Jamari (FLONA do Jamari), localizada no município de Itapuã do Oeste, estado de Rondônia, entre coordenadas 09°00'00"S a 09°30'00"S e 62°44'05"W a 63°16'54"W. Para a coleta dos besouros Scarabaeinae, entre os meses de janeiro e março de 2013, foram utilizadas armadilhas de interceptação e queda do tipo *pitfall*. Em quatro transecções distintas (T1 a T4) foram estabelecidos doze pontos de amostragem em cada, e cada ponto amostral recebeu uma armadilha, consistindo de um recipiente de 1000 ml enterrado à altura do solo (150 mm

diâmetro x 94 mm altura), contendo meio de imersão aquoso (H_2O + 50 mg de sódio + 0,5 ml de detergente líquido + 1 ml de formalina 10%) e dentro deste um recipiente de 50 ml, suspenso, contendo como isca 30 *pellets* fecais ($\pm 30g$) de *Mazama*. Com o objetivo de avaliar a preferência de Scarabaeinae na utilização dos recursos, foram utilizadas como isca fezes de quatro espécies de *Mazama*. Além de *M. nemorivaga* e *M. americana*, que ocorrem nesta região, foram utilizadas fezes de *M. gouazoubira* e *M. nana*, espécies que não ocorrem no bioma amazônico.

Após nove dias de exposição o material foi coletado, acondicionado em sacos plásticos com os dados de coleta e mantidos sob refrigeração a $-4^{\circ}C$. Durante a triagem dos Scarabaeinae, os ácaros encontrados junto ao material sobrenadante foram separados e mantidos em álcool 70%, para posteriormente serem enviados ao Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, sob a responsabilidade do professor Gilberto José de Moraes.

4.3 Resultados e Discussão

A identificação preliminar das amostras permitiu a identificação de 144 espécimes, pertencentes a quatro gêneros da família Macrochelidae: *Glyphtholaspis* sp., *Holocelaeno* sp., *Holostaspella* sp. e *Macrocheles* sp. (Figura 4.1). Cerca de 47% dos espécimes foram coletados em amostras pertencentes à *M. nana*, 14% em *M. americana*, 15% em *M. gouazoubira* e 22% em amostras de *M. nemorivaga*.

Figura 4.1 - Gêneros de ácaros mesostigmata pertencentes à família Macrochelidae, registrados em associação aos besouros da subfamília Scarabaeinae, coletados em amostras fecais de cervídeos do gênero *Mazama*, Floresta Nacional do Jamari, Rondônia

Holocealeno representou o gênero com a maior abundância de indivíduos coletados (50%), sendo expressivamente mais abundante nas amostras de *M. nana*, espécie de cervídeo com distribuição restrita ao sul do Brasil.

Macrocheles representou o gênero com a segunda maior abundância de espécimes nesta amostra (29%). É o maior gênero de ácaros Mesostigmata, com mais de 100 espécies descritas até o momento (EVANS, 1956). Embora algumas espécies apresentem hábitos de vida livre sobre o solo, a maioria das espécies de *Macrocheles* apresenta forte associação com besouros coprófagos (Krantz, 1962). Evans e Hyatt (1963) reportam na revisão para o gênero 46 espécies de *Macrocheles* coletadas em mais de 60 espécies de coleópteros da família Scarabaeidae.

Glyptholaspis representou cerca de 20 % da abundância de indivíduos coletados, com distribuição equitativa entre as amostras, enquanto *Holostaspella* possui apenas um espécime coletado, associado também às fezes de *M. nana*.

Pela forma acidental de coleta dos dados, não foi possível estabelecer a associação ao nível específico entre os espécimes foréticos de ácaros (Macrochelidae) e suas respectivas espécies hospedeiras (Scarabaeinae).

No entanto, este trabalho contribui no sentido de ampliar o conhecimento sobre a interação entre dois grupos de fauna tão diversos e relativamente pouco conhecidos no Brasil e instigar a realização de novos trabalhos para a região amazônica.

Referências

COSTA, M. Association between mesostigmatic mites and coprid beetles. **Acarologia**, v. 11, n. 3, p. 411–428, 1969.

EVANS, G. O. On the classification of the family Macrochelidae with particular reference to the subfamily Parholaspiinae (Acarina: Mesostigmata). **Proceedings of the Zoological Society**, London v. 127 p. 345-377, 1956.

EVANS, G.O.; HYATT, K.H. Mites of the genus *Macrocheles* Latr. (Mesostigmata) associated with coprid beetles in the collections of the British Museum (Natural History). **Bulletin of the British Museum – Natural History (Zoology)**, London, v.9, p. 327–401, 1963.

HUNTER, P.E.; ROSARIO, R.M.T. Associations of Mesostigmata with other arthropods. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 33, n. 1, p. 393-417, 1988.

KRANTZ, G.W. Reflections on the biology, morphology and ecology of the Macrochelidae. In: _____. **Ecology and evolution of the Acari**. Amsterdam: Springer, 1999, p. 291-301.

WALTER, D.E; PROCTOR, H. **Mites:** ecology, evolution and behaviour. Sydney: UNSW Press, 1999. 495p.

5 CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Cães farejadores em pesquisa são importantes na tentativa de minimizar os erros de detectabilidade do pesquisador, no entanto a eficácia deste método para a busca de fezes de animais é maior em ambientes favoráveis à preservação das amostras.

- Fatores abióticos como umidade e temperatura podem influenciar na permanência das fezes no ambiente, no entanto a remoção fecal por besouros coprófagos consiste em um fator preponderante que merece ser considerado, especialmente em ambientes tropicais úmidos;

- A composição e riqueza de espécies de Scarabaeinae não foi afetada pelo local de amostragem (trilhas T1, e T3 e T4), a exceção de T2, que apresentou menor abundância média de besouros decorrente da sensibilidade deste grupo ao efeito de borda local;

- O fator espécie de cervídeo também não apresentou efeito sobre a composição de espécies de besouros coprófagos, significando que as espécies de Scarabaeinae não apresentam preferência alimentar pelas fezes de nenhuma espécie de *Mazama*;

- A idade das fezes (novas, intermediárias e velhas) foi o fator que mais influenciou na preferência alimentar pelos Scarabaeinae, havendo clara diminuição da abundância dos besouros com o envelhecimento das fezes, devido à diminuição da encontrabilidade das mesmas;

- Pelo mesmo fator, a taxa de remoção máxima e o tempo transcorrido até o encontro das fezes mostrou-se significativamente menor em amostras velhas, possivelmente pelo maior ressecamento e diminuição da encontrabilidade das mesmas;

-Quase 60% das amostras ofertadas aos besouros apresentaram a taxa de remoção máxima dentro do intervalo de 12 e 24h após a deposição das fezes (100 *pellets* removidos entre 12 -24h), enquanto apenas 4,5% das amostras apresentaram taxa de remoção máxima dentro do período de uma hora após a deposição das fezes (100 *pellets* removidos em uma hora).

- Variáveis temperatura e umidade não influenciaram na remoção máxima apresentada pelas espécies, dentro do período amostrado, durante a estação das chuvas;

- Ácaros foréticos da família Macrochelidae corroboraram o padrão de descrito por alguns autores de grande diversidade associada aos recursos utilizados pelos Scarabaeinae. No entanto dados apresentados ainda que preliminares, indicam a importância de uma investigação mais aprofundada entre ácaros e besouros nesta região.

ANEXOS

Anexo A

Táxon	Referência
ORDEM DIDELPHIMORPHIA	
Família Didelphidae “Gambás”	Howden e Cartwright (1963); Doube e Wardhaugh (1991); Fincher, Stewart e Davis (1970).
<i>Didelphis albiventris</i> <i>Didelphis aurita</i>	Cáceres e Monteiro-Filho (2006). Cáceres e Monteiro-Filho (2006).
ORDEM DASYUROMORPHIA	
Família Dasyuridae <i>Dasyurus hallucatus</i>	Vernes et al. (2005).
ORDEM PERAMELEMORPHIA	
Família Peramelidae <i>Isodon macrourus</i> <i>Perameles nasuta</i>	Vernes et al. (2005). Vernes et al. (2005).
ORDEM DIPROTODONTIA	
Família Potoroidae <i>Bettongia tropica</i> Família Macropodidae <i>Macropus agilis</i>	Vernes et al. (2005). Hill (1996).
ORDEM PROBOSCIDEA	
Família Elephantidae <i>Elephas maximus</i> <i>Loxodonta africana</i>	Sabu, Vinod e Vineesh (2006); Vinod e Sabu (2007); Frey (1961); Paetel (2001); Anderson e Coe (1974).
ORDEM PILOSA	
Família Bradypodidae <i>Bradypus variegatus</i> <i>Bradypus tridactylus</i> <i>Bradypus torquatus</i> Família Megalonychidae <i>Choloepus hoffmanni</i>	Young (1981); Waage e Best (1985); Gilmore, Costa e Duarte (2001). Ratcliffe (1980); Waage e Best (1985); Herrera et al. (2002); Gilmore, Costa e Duarte (2001). Young (1981); Waage e Best (1985); Gilmore, Costa e Duarte (2001).
ORDEM PRIMATES	
Família Cercopithecidae <i>Macaca irus</i> (= <i>M. fascicularis</i>) <i>Papio anubis</i> Família Hylobatidae <i>Hylobates muelleri</i> <i>Hylobates agilis</i> Família Callitrichidae <i>Mico argentatus</i> (= <i>Callithrix argentata</i>) <i>Saguinus fuscicollis</i> <i>Saguinus mystax</i> Família Cebidae <i>Cebus capucinus</i> <i>Sapajus nigritus</i>	Vinson (1947). Shepherd e Chapman (1998). McKonkey (2005). McKonkey (2005). Vulinec (2000). Culot et al. (2009); Culot et al. (2011). Culot et al. (2009); Culot et al. (2011). Wehncke e Dalling (2005); Wehncke, Valdez e Domínguez (2004); Chapman (1989). Bogoni e Hernández (2014).

Anexo A - Catálogo de trabalhos que tratam da associação entre espécies de Scarabaeinae e de Mammalia. Base de dados fornecida por Vaz-de-Mello ($\pm$ 20.000 trabalhos sobre Scarabeoidea, publicados até 2012), excetuando-se trabalhos com finalidades estritamente pecuárias (*continua*)

Táxon	Referência
ORDEM PRIMATES	
Família Pitheciidae <i>Callicebus brunneus</i> <i>Pithecia irrorata</i>	Jacobs et al. (2008); Herrera et al. (2002). Jacobs et al. (2008).
Família Atelidae <i>Alouatta seniculus</i> <i>Alouatta palliata</i> <i>Alouatta belzebul</i> <i>Alouatta pigra</i> <i>Ateles geoffroyi</i> <i>Ateles paniscus</i> <i>Lagothrix lagotricha</i>	Andresen (1999, 2001, 2002b); Andresen e Levey (2004); Larsen, Lopera e Forsyth (2006); Feer (1999). Estrada e Coates-Estrada (1991); Estrada et al. (1993); Estrada, Anzures e Coates-Estrada (1999); Wehncke, Valdez e Domínguez (2004); Chapman (1989). Vulinec (2000). Ponce-Santizo et al (2006). Amézquita e Favila (2010); Ponce-Santizo et al (2006); Chapman (1989). Andresen (1999). Castellanos; Escobar e Stevenson (1999).
ODEM RODENTIA	
"Rato" Família Chinchiliidae <i>Lagostomus maximus</i> Família Cricetidae <i>Neotoma</i> <i>Neotoma albigula</i> <i>Neotoma micropus</i> <i>Microtus</i> sp.	Fincher, Stewart e Davis (1970). Martinez (1945). Howden e Cartwright (1963); Anduaga e Halfter (1991); Howden, Cartwright e Halfter (1956). Anduaga e Halfter (1991); Delgado (1999); Howden e Cartwright (1963). Delgado (1999); Zunino e Halfter (1988). Howden e Cartwright (1963); Anduaga e Halfter (1991).
ODEM RODENTIA	
Família Muridae <i>Uromys caudimaculatus</i> Família Sciuridae <i>Cynomys ludovicianus</i> <i>Marmota</i> sp. <i>Spermophilus fulvus</i> <i>Spermophilus xanthoprymnus</i> Família Geomyidae <i>Cratogeomys merriami</i> <i>Thomomys umbrinus</i> <i>Cratogeomys</i> sp. Família Caviidae <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Vernes et al. (2005). Delgado (1999); Howden e Cartwright (1963); Anduaga e Halfter (1991); Howden, Cartwright e Halfter (1956). Howden e Cartwright (1963); Anduaga e Halfter (1991); Howden, Cartwright e Halfter (1956). Gharakhloo (2009). Gharakhloo (2009). Zunino e Halfter (1988); Lobo e Halfter (1994); Howden, Cartwright e Halfter (1956). Zunino e Halfter (1988); Lobo e Halfter (1994). Delgado (1999). Puker et al. (2013).
ORDEM LAGOMORPHA	
Família Leporidae "Coelho" <i>Oryctolagus cuniculus</i> <i>Sylvilagus cunicularius</i>	Fincher, Stewart e Davis (1970). Verdú e Galante (2004). Arellano et al. (2009).
ORDEM CHIROPTERA	
"Morcegos frugívoros"	Howden, Cartwright e Halfter (1956).

Anexo A - Catálogo de trabalhos que tratam da associação entre espécies de Scarabaeinae e de Mammalia. Base de dados fornecida por Vaz-de-Mello (± 20.000 trabalhos sobre Scarabeoidea, publicados até 2012), excetuando-se trabalhos com finalidades estritamente pecuárias (*continuação*)

Táxon	Referência
ORDEM CARNIVORA	
Família Felidae	
<i>Puma concolor</i>	Larsen, Lopera e Forsyth (2006); Bogoni e Hernández (2014).
<i>Panthera onca</i>	Norris e Michalski (2010); Filgueiras et. al. (2009).
Família Canidae	
“Raposas”	Howden e Cartwright (1963); Fincher, Stewart e Davis (1970).
<i>Cerdocyon thous</i>	Bogoni e Hernández (2014).
<i>Vulpes vulpes</i>	Faithfull (1994).
<i>Canis familiaris</i>	Cave (2005); Faithfull (1994); Wallace e Richardson (2005); Fincher, Stewart e Davis (1970).
<i>Crocuta crocuta</i>	Krell, Korb e Walter (2003).
Família Mephitidae	
<i>Mephitis</i> sp.	Howden e Cartwright (1963).
Família Mustelidae	
<i>Eira barbara</i>	Larsen, Lopera e Forsyth (2006).
Família Procyonidae	
“Guaxinins”	Howden e Cartwright (1963); Fincher, Stewart e Davis (1970).
<i>Nasua nasua</i>	Estrada et. al. (1993).
<i>Bassariscus</i> sp.	Zunino e Halfter (1988).
Família Ursidae	
<i>Ursus arctos</i>	Mysterud e Wiger (1976).
ORDEM PERISSODACTYLA	
Família Equidae	
<i>Equus caballus</i>	Halffter e Matthews (1966); Rainio (1966); Doube e Wardhaugh (1991); Fincher, Stewart e Davis (1970); Finn e Giller (2002).
<i>Equus burchelli</i>	Paetel (2001).
<i>Equus zebra</i>	Gittings e Giller (1998).
Família Tapiridae	
<i>Tapirus terrestris</i>	Bogoni e Hernández (2014).
<i>Tapirus bairdii</i>	Young (2009).
Família Rhinocerotidae	
<i>Ceratotherium simum</i>	Frey (1961).
ORDEM ARTIODACTYLA	
Família Suidae	
<i>Phacochoerus africanus</i>	Frey (1961).
<i>Sus scrofa</i>	Halffter e Matthews (1966); Rainio (1966); Fincher, Stewart e Davis (1970).
Família Hippopotamidae	
<i>Hippopotamus amphibius</i>	Frey (1961).
Família Camelidae	
<i>Lama guanicoe</i>	Gittings e Giller (1998).
Família Cervidae	
<i>Odocoileus cf virginianus</i>	Robinson (1948).
<i>Cervus nippon</i>	Kanda et al. (2005).
Família Giraffidae	
<i>Giraffa camelopardalis</i>	Frey (1961); Gittings e Giller (1998); Paetel (2001).
Família Bovidae	
<i>Aepyceros melampus</i>	Paetel (2001).

Anexo A - Catálogo de trabalhos que tratam da associação entre espécies de Scarabaeinae e de Mammalia. Base de dados fornecida por Vaz-de-Mello ($\pm$ 20.000 trabalhos sobre Scarabeoidea, publicados até 2012), excetuando-se trabalhos com finalidades estritamente pecuárias (*continuação*)

Táxon	Referência
ORDEM ARTIODACTYLA	
Família Bovidae	
<i>Bos taurus</i>	Rainio (1966); Doube e Wardhaugh (1991); Lobo e Veiga (1990); Morelli e Gonzalez (1997); Morelli, Gonzalez-Vainer e Baz (2002); Salomão, Lira e Iannuzzi (2014); Shahabuddin et. al. (2010); Gittings e Giller (1998); Fincher, Stewart e Davis (1970); Amézquita e Favila (2010); Finn e Giller (2002).
<i>Bos gaurus</i>	Vinod e Sabu (2007).
<i>Bubalus depressicornis</i>	Shahabuddin et. al. (2010).
<i>Syncerus caffer</i>	Frey (1961); Paetel (2001).
<i>Capra aegagrus</i>	Halfpter e Matthews (1966).
<i>Ovis ovis</i>	Rainio (1966); Doube e Wardhaugh (1991); Ma et. al. (2007); Morelli e Gonzalez (1997); Morelli, Gonzalez-Vainer e Baz (2002); Sowig e Wassmer (1994); White (1960); Fincher, Stewart e Davis (1970); Finn e Giller (2002).
<i>Cephalophus callipygus</i>	Vliet, Nasi e Lumaret (2009).
<i>Cephalophus dorsalis</i>	Vliet, Nasi e Lumaret (2009).
<i>Kobus ellipsiprymnus</i>	Frey (1961); Filgueiras et. al. (2009).
<i>Kobus leche</i>	Frey (1961); Gittings & Giller (1998).

Anexo A - Catálogo de trabalhos que tratam da associação entre espécies de Scarabaeinae e de Mammalia. Base de dados fornecida por Vaz-de-Mello ($\pm$ 20.000 trabalhos sobre Scarabeoidea, publicados até 2012), excetuando-se trabalhos com finalidades estritamente pecuárias (*conclusão*).

Referências

AMÉZQUITA, S.; FAVILA, M.E. Removal rates of native and exotic dung by dung beetles (Scarabaeidae: Scarabaeinae) in a fragmented tropical rain forest. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 39, n. 2, p. 328-336, 2010.

ANDERSON, J.M.; COE, M.J. Decomposition of elephant dung in an arid, tropical environment. **Oecologia**, Berlin, v. 14, n.1/2, p. 111-125, 1974.

ANDRESEN, E. Seed dispersal by monkeys and the fate of dispersed seeds in a peruvian rain forest. **Biotropica**, Washington, v. 31, n.1, p. 145–158, 1999.

_____. Primary seed dispersal by red howler monkeys and the effect of defecation patterns on the fate of dispersed seeds. **Biotropica**, Washington, v. 34, n. 2, p. 261-272, 2002b.

ANDRESEN, E.; LEVEY, D.J. Effects of dung and seed size on secondary dispersal, seed predation, and seedling establishment of rain forest trees. **Oecologia**, Berlin, v.139, n. 1, p. 45-54, 2004.

ANDUAGA, S. Nuevos registros de escarabajos coprófagos (Coleoptea: Scarabaeidae) en detritus de madrigueras de *Neotoma albigula* Hartley (Rodentia: Muridae). **Acta zoológica Mexicana**, Ciudad de Mexico, v. 23, n. 3, p. 143-144, 2007.

- ANDUAGA, S.; HALFFTER, G. Escarabajos asociados a madrigueras de roedores (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). **Folia Entomologica Mexicana**, Ciudad de Mexico, v. 81, p. 185-197, 1991.
- ARELLANO, L.; MARTÍNEZ, A.J.; LEZAMA-DELGADO, E.; ZUNINO, M. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in rabbit dung heaps: first report for Mesoamerica. **The Coleopterists Bulletin**, Washington, v. 63, n. 1, p. 101-104, 2009.
- BOGONI, J.A.; HERNÁNDEZ, M.I.M. Attractiveness of native mammal's feces of different trophic guilds to dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae). **Journal of Insect Science**, Tucson, v. 14, n. 1, p. 299, 2014.
- CÁCERES, N.C.; MONTEIRO-FILHO, E.L.A. The action of post-dispersal beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) and ants (Hymenoptera: Formicidae) on scats of *Didelphis* spp. (Mammalia: Didelphidae). **Revista de Biología Tropical**, San Jose, v. 54, n. 4, p. 1197-1203, 2006.
- CASTELLANOS, M.C.; ESCOBAR, F.; STEVENSON, P.R. Dung beetles (Scarabaeidae: Scarabaeinae) attracted to woolly monkey (*Lagothrix lagothricha* Humboldt) dung at Tinigua National Park, Colombia. **The Coleopterists Bulletin**, Washington, v. 53, n. 2, p. 155-159, 1999.
- CAVE, R.D. Observations of urban dung beetles utilizing dog feces (Coleoptera: Scarabaeidae). **The Coleopterists Bulletin**, Washington, v. 59, n. 3, p. 400-401, 2005.
- CHAPMAN, C.A. Primate seed dispersal: the fate of dispersed seeds. **Biotropica**, Washington, v. 21, n. 2, p. 148-154, 1989.
- COE, M. Defaecation by African elephants (*Loxodonta africana africana* (Blumenbach)) **African Journal of Ecology**, Oxford, v. 10, n. 3, p. 165-174, 1972.
- CRUZ, T.M.; VASCONCELOS, S.D. Entomofauna de solo associada à decomposição de carcaça de suíno em um fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco, Brasil. **Biociências**, Taubaté, v. 14, n. 2, p. 193-201, 2006.
- CULOT, L.; HUYNEN, M.C.; GÉRARD, P.; HEYMANN, E.W. Short-term post-dispersal fate of seeds defecated by two small primate species (*Saguinus mystax* and *Saguinus fuscicollis*) in the Amazonian forest of Peru. **Journal of Tropical Ecology**, Winchelsea, v. 25, n. 3, p. 229-238, 2009.
- CULOT, L.; MANN, D.J.; MUÑOZ LAZO, F.J.J.; HUYNEN, M.C.; HEYMANN, E.W. Tamarins and dung beetles: an efficient diplochorous dispersal system in the Peruvian Amazonia. **Biotropica**, Washington, v. 43, n. 1, p. 84-92, 2011.
- DELGADO, L. Una nueva especie de *Onthophagus* asociada a madrigueras de mamíferos, con nuevos registros para otros Scarabaeinae mexicanos (Coleoptera: Scarabaeidae). **Dugesiana**, Guadalajara, v. 6, n. 1, p. 33-39, 1999.
- DOUBE, B.M.; WARDHAUGH, K.G. Habitat associations and niche partitioning in an island dung beetle community. **Acta Oecologica**, Paris, v. 12, n. 4, p. 451-459, 1991.

ESTRADA, A.; ANZURES A.D.; COATES-ESTRADA, R. Tropical rain forest fragmentation, howler monkeys (*Alouatta palliata*), and dung beetles at Los Tuxtlas, Mexico. **American Journal of Primatology**, New York, v. 48, p. 253-262, 1999.

ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R. Howler monkeys (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: ecological interactions in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, Winchelsea, v. 7, n. 4, p.459-474, 1991.

ESTRADA, A.; HALFFTER, G.; COATES-ESTRADA, R.; MERITT, D.A. Dung beetles attracted to mammalian herbivore (*Alouatta palliata*) and omnivore (*Nasua narica*) dung in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, Winchelsea, v. 9, n. 1, p.45-54, 1993.

FAITHFULL, I. Further record and observations of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) at carnivore dung in eastern Australia. **Victorian Entomologist**, Victoria, v. 24, n. 3, p. 63-67, 1994.

FEER, F. Effects of dung beetles (Scarabaeidae) on seeds dispersed by howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in the French Guianan rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, Winchelsea, v. 15, n. 2, p. 129-142, 1999.

FILGUEIRAS, B.K.; LIBERAL, C.N.; AGUIAR, C.D.; HERNÁNDEZ, M.I.M.; IANNUZZI, L. Attractivity of omnivore, carnivore and herbivore mammalian dung to Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae) in a tropical Atlantic rainforest remnant. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 53, n. 3, p. 422-427, 2009.

FINCHER, G.T.; STEWART, T.B.; DAVIS, R. Attraction of coprophagous beetles to feces of various animals. **The Journal of Parasitology**, New York, v. 56, n. 2, p. 378-383, 1970.

FINN, J.A.; GILLER, P.S. Experimental investigations of colonization by north temperate dung beetles of different types of domestic herbivore dung. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 20, n. 1, p. 1-13, 2002.

FREY, G. Parc National de La garamba: mission de H. de Seager onthophagini (Coleoptera Lamellicornia). **Institut des Parcs de Nationaux du Congo et du Ruanda**, München, v. 21, n. 4, p. 69-98, 1961.

GHARAKHLOO, M.M.; ZIANI, S. Occurrence of scarab beetles inside rodent burrows in some parts of Iran (Coleoptera: Scarabaeidae). **Zoology in the Middle East**, Oxfordshire, v. 46, n. 1, p. 95-98, 2009.

GILMORE, D.P.; da COSTA, C.P.; DUARTE, D.P.F. Sloth biology: an update on their physiological ecology, behavior and role as vectors of arthropods and arboviruses. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, Ribeirão Preto, v. 34, n. 1, p. 9-25, 2001.

GITTINGS, T.; GILLER, P.S. Resource quality and the colonisation and succession of coprophagous dung beetles. **Ecography**, Madrid, v. 21, n. 6, p. 581-592, 1998.

HALFFTER, G.; MATTHEWS, E. G. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). **Folia Entomologica Mexicana**, Ciudad de Mexico, v. 12/14, p. 1-312, 1966.

HERRERA, E.R.T.; VULINEC, K.; KNOGGE, C.; HEYMANN, E.W. Sit and wait at the source of dung: an unusual strategy of dung beetles. **Ecotropica**, Frankfurt am Main, v. 8, p. 87-88, 2002.

HILL, C.J. Habitat specificity and food preferences of an assemblage of tropical Australian dung beetles. **Journal of Tropical Ecology**, Winchelsea, v. 12, n. 4, p. 449-460, 1996.

HOWDEN, H.F.; CARTWRIGHT, O.L.; HALFFTER, G. Description de una nueva especie mexicana de *Onthophagus* con anotaciones ecologicas sobre especies asociadas a nidos de animales y a cuevas. **Acta Zoologica Mexicana**, Ciudad de Mexico, v.1, n. 9, p. 1-16, 1956.

HOWDEN, H.F.; CARTWRIGHT, O.L. Scarab beetles of the genus *Onthophagus* Latreille north of Mexico (Coleoptera: Scarabaeidae). **Proceedings of the United States National Museum**, Washington, v. 114, n. 3467, p.1-35, 1963.

JACOBS, J.; NOLE, I.; PALMINTERI, S.; RATCLIFFE, B. First come, first serve: "sit and wait" behavior in dung beetles at the source of primate dung. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 6, p. 641-645, 2008.

KANDA, N.; YOKOTA, T.; SHIBATA, E.I.; SATO, H. Diversity of dung-beetle community in declining Japanese subalpine forest caused by an increasing sika deer population. **Ecological Research**, Tokyo, v. 20, n. 2, p.135-141, 2005.

KRELL, F.T.; KORB, J.; WALTER, P. The beetle fauna of hyaena latrines: coprocenoses consisting of necrophagous beetles (Coleoptera Trogidae Scarabaeidae). **Tropical Zoology**, London, v. 16, n. 2, p. 145-152, 2003.

LARSEN, T. H.; LOPERA, A.; FORSYTH, A. Extreme trophic and habitat specialization by Peruvian dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). **The Coleopterists Bulletin**, Washington, v. 60, n. 4, p. 315-324, 2006.

LOBO, J.M.; HALFFTER, G. Relaciones entre escarabajos (Coleoptera: Scarabaeidae) y nidos de tuza (Rodentia: Geomyidae): implicaciones biológicas y biogeográficas. **Acta Zoologica Mexicana**, Ciudad de Mexico, v. 62, p.1-9, 1994.

LOBO, J.M.; VEIGA, C.M. Interes ecologico y economico de la fauna coprofaga en pastos de uso ganadero. **Ecologia**, Wahshington, v.4, p. 313-331, 1990.

MA, X.; WANG, S.; JIANG, G.; HANEKLAUS, S.; SCHNUG, E.; NYREN, P. Short-Term Effect of Targeted Placements of Sheep Excrement on Grassland in Inner Mongolia on Soil and Plant Parameters. **Communications in soil science and plant analysis**, Washington, v. 38, n. 11-12, p. 1589-1604, 2007.

MARTÍNEZ, A. Insectos nuevos o poco conocidos III. **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**, Buenos Aires, v.12, n. 4, p. 260-279, 1945.

MORELLI, E.; GONZÁLEZ-VAINER, P.; BAZ, A. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) inhabiting bovine and ovine droppings in Uruguayan prairies. **The Coleopterists Bulletin**, Washington, v. 51, n. 2, p. 197-197, 1997.

_____. Coprophagous beetles (Coleoptera: Scarabaeoidea) in Uruguayan Prairies: abundance, diversity and seasonal occurrence. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, London, v. 37, n. 1, p. 53-57, 2002.

MYSTERUD, I.; WIGER, R. Beetle fauna associated with scats of brown bear (*Ursus arctos*) from Trysil, South Norway 1974. **Norwegian Journal of Entomology**, Stavanger, v. 23, p. 1-5, 1976.

NORRIS, D.; MICHALSKI, F. Implications of faecal removal by dung beetles for scat surveys in a fragmented landscape of the Brazilian Amazon. **Oryx**, Oxford, v. 44, n. 3, p. 455-458, 2010.

PAETEL, C. Is there really a strong “follow-up” evolutionary background in herbivore dung utilisation by Scarabaeinae? **Zoosystematics and Evolution**, Berlin, v. 77, n. 2, p. 229-235, 2001.

PONCE-SANTIZO, G.; ANDRESEN, E.; CANO, E.; CUARÓN, A. D. Dispersión primaria de semillas por primates y dispersión secundaria por escarabajos coprófagos en Tikal, Guatemala. **Biotropica**, Washington, v. 38, n. 3, p. 390-397, 2006.

PUKER, A.; CORREA, C.M.; KORASAKI, V.; FERREIRA, K.R.; OLIVEIRA, N.G. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) attracted to dung of the largest herbivorous rodent on earth: a comparison with human feces. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 42, n. 6, p. 1218-1225, 2013.

RAINIO, M. Abundance and phenology of some coprophagous beetles in different kinds of dung. **Annales Zoologici Fennici**, Helsinki, v. 3, p. 88-98, 1966.

RATCLIFFE, B.C. New species of Coprini (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) taken from the pelage of three toed sloths (*Bradypus tridactylus* L.) (Edentata: Bradypodidae) in central Amazonia with a brief commentary on scarab-sloth relationships. **The Coleopterists Bulletin**, Washington, v. 34, n. 4, p. 337-350, 1980.

ROBINSON, M. A review of the species of *Canthon* inhabiting the United States (Scarabaeidae: Coleoptera). **Transactions of the American Entomological Society**, Philadelphia, v. 74, n. 2, p. 83-100, 1948.

SABU, T.K.; VINOD, K.V.; VINEESH, P.J. Succession of dung beetles (Scarabaeinae: Coleoptera) in the dung pats of gaur, *Bos gaurus* H. Smith (Artiodactyla: Bovidae), from the moist deciduous forests of southern Western Ghats. **Biosystematica**, Kerala, v.1, n. 1, p. 59-69, 2007.

SALOMÃO, R.P.; LIRA, A.F.A.; IANNUZZI, L. Dominant dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) species exhibit wider trophic niches on fruits, excrement, and carrion in Atlantic forest, Brazil. **The Coleopterists Bulletin**, Washington, v. 68, n. 4, p. 686-688, 2014.

- SHAHABUDDIN, H.P.; MANUWOTO, S.; NOERDJITO, W.A.; TSCHARNTKE, T.; SCHULZE, C.H. Diversity and body size of dung beetles attracted to different dung types along a tropical land-use gradient in Sulawesi, Indonesia. **Journal of Tropical Ecology**, Winchelsea, v. 26, n. 1, p. 53-65, 2010.
- SHEPHERD, V.E.; CHAPMAN, C.A. Dung beetles as secondary seed dispersers: impact on seed predation and germination. **Journal of Tropical Ecology**, Winchelsea, v. 14, n. 2, p. 199-215, 1998.
- SOWIG, P.; WASSMER, T. Resource partitioning in coprophagous beetles from sheep dung: phenology and microhabitat preferences. **Zoologische Jahrbuecher Systematik**, Jena, v. 121, n. 2, p. 171-192, 1994.
- VAN VLIET, N.; NASI, R.; LUMARET, J. P. Factors influencing duiker dung decay in north-east Gabon: are dung beetles hiding duikers? **African Journal of Ecology**, Oxford, v. 47, n. 1, p. 40-47, 2009.
- VERDÚ, J.R.; GALANTE, E. Behavioural and morphological adaptations for a low-quality resource in semi-arid environments: dung beetles (Coleoptera, Scarabaeoidea) associated with the European rabbit (*Oryctolagus cuniculus* L.). **Journal of Natural History**, London, v. 38, n. 6, p. 705-715, 2004.
- VERNES, K.; POPE, L.C.; HILL, C.J.; BÄRLOCHER, F. Seasonality, dung specificity and competition in dung beetle assemblages in the Australian Wet Tropics, north-eastern Australia. **Journal of Tropical Ecology**, Winchelsea, v. 21, n.1, p.1-8, 2005.
- VINOD, K.V., SABU, T.K. Species composition and community structure of dung beetles attracted to dung of gaur and elephant in the moist forests of South Western Ghats. **Journal of Insect Science**, Tucson, v. 7, n. 1, p. 1-14, 2007.
- VINSON, J. The early stages, bionomics, collecting and rearing of *Nesosisyphus* Vinson (Coleoptera: Coprinae). **Proceedings of the Royal Entomological Society of London**. Series A. General Entomology, London, v. 22, n. 1/3, p. 24-29, 1947.
- VULINEC, K. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae), monkeys, and conservation in Amazonia. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 83, p. 229-241, 2000
- WAAGE, J.K.; BEST, R.C. Arthropod associates of sloths. In: MONTGOMERY, G.C. (Ed.). **The evolution and ecology of armadillos, sloths and vermilinguas**. Washington: Wiley, 1985. p. 319-332.
- WALLACE, MG; RICHARDSON, R.H. Observations of Urban Dung Beetles Utilizing Dog Feces (Coleoptera: Scarabaeidae). **The Coleopterists Bulletin**, Washington, v. 59, n. 3, p. 400-401, 2005
- WEHNCKE, E.V.; DALLING, J.W. Post-dispersal seed removal and germination selected tree species dispersed by *Cebus capucinus* on Barro Colorado Island, Panama. **Biotropica**, Washington, v. 37, n. 1, p. 73-80, 2005.

WEHNCKE, E.V.; VALDEZ, C.N.; DOMÍNGUEZ, C.A. Seed dispersal and defecation patterns of *Cebus capucinus* and *Alouatta palliata*: consequences for seed dispersal effectiveness. **Journal of Tropical Ecology**, Winchelsea, v. 20, n. 5, p. 535-543, 2004.

WHITE, E. The distribution and subsequent disappearance of sheep dung on Pennine moorland. **The Journal of Animal Ecology**, London, v. 29, n. 2, p. 243-250, 1960.

YOUNG, O.P. The utilization of sloth dung in a Neotropical forest. **The Coleopterists Bulletin**, Washington, v. 35, n. 4, p.427-430, 1981.

ZUNINO, M.; HALFFTER, G. Nueva especie de *Onthophagus*(Coleoptera: Scarabaeidae) asociada a cuevas. **Folia Entomologica Mexicana**, Ciudad de Mexico, v. 75, p. 17-32, 1988.