



Pós-Graduação
ZOOLOGIA
MPEG/UFPA

MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA
CURSO DE MESTRADO EM ZOOLOGIA

A COMPOSIÇÃO DE SCARABAEIDAE (COLEOPTERA) COPRÓFAGOS NA
REGIÃO DE ALTER DO CHÃO, PARÁ: A INFLUÊNCIA DOS BIOMAS
AMAZÔNIA E CERRADO E DA SAZONALIDADE E OS EFEITOS DE
TAMANHO DE ÁREA, ISOLAMENTO E PROXIMIDADE DE ESTRADAS.

FREDERICO MACHADO TEIXEIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Curso de Mestrado, do Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará como requisito para obtenção do grau de mestre em Zoologia.

Orientadora: Dra. Ana Luisa Kerti Mangabeira Albernaz

Co-Orientadora: Dra. Roberta de Melo Valente

BELÉM-PA
2006

FREDERICO MACHADO TEIXEIRA

A COMPOSIÇÃO DE SCARABAEIDAE (COLEOPTERA) COPRÓFAGOS NA
REGIÃO DE ALTER DO CHÃO, PARÁ: A INFLUÊNCIA DOS BIOMAS
AMAZÔNIA E CERRADO E DA SAZONALIDADE E OS EFEITOS DE
TAMANHO DE ÁREA, ISOLAMENTO E PROXIMIDADE DE ESTRADAS.

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Zoologia, Curso de
Mestrado, do Museu Paraense Emílio
Goeldi e Universidade Federal do Pará
como requisito para obtenção do grau de
mestre em Zoologia.

Orientadora: Dra. Ana Luisa Kerti Mangabeira Albernaz

Co-Orientadora: Dra. Roberta de Melo Valente

BELÉM-PA
2006

FREDERICO MACHADO TEIXEIRA

**A COMPOSIÇÃO DE SCARABAEIDAE (COLEOPTERA) COPRÓFAGOS NA
REGIÃO DE ALTER DO CHÃO, PARÁ: A INFLUÊNCIA DOS BIOMAS
AMAZÔNIA E CERRADO E DA SAZONALIDADE E OS EFEITOS DE
TAMANHO DE ÁREA, ISOLAMENTO E PROXIMIDADE DE ESTRADAS.**

Dissertação aprovada como requisito para obtenção do grau de Mestre no curso de Pós-graduação em Zoologia do Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará, pela Comissão formada pelos professores:

Orientadora: Dra. Ana Luisa Kerti Mangabeira Albernaz
Museu Paraense Emílio Goeldi

Banca examinadora: Dra. Roberta de Melo Valente (Co-Orientadora)
Universidade Federal do Pará

Dr. Heraldo Vasconcelos
Universidade Federal de Uberlândia

Dra. Marlucia Martins
Museu Paraense Emílio Goeldi

Suplente: Dr. Selvino Neckel Oliveira
Universidade Federal do Pará

Belém, 22 de maio de 2006.

MPEG/UFPA
BELÉM-PA
2006

Dedicatória

Dedico à Dani,

Mulher amada e companheira,
ao mesmo tempo,
força e delicadeza.

Agradecimentos

Aos meus pais Edelweiss e Ligia e meus sogros Odécio e Mazé; e à Dra. Claudia de Barros e Azevedo Ramos e ao Dr. Stephen Francis Ferrari, pela grande ajuda que nos deram nessa empreitada para Belém.

Aos amigos de Uberlândia que apoiaram sempre nossa decisão de irmos pesquisar na região amazônica, às vezes com a mesma vontade que tivemos de nos aventurar.

Aos amigos de Belém que ajudaram a suprir a ausência de nossas famílias.

À Dra. Ana Luisa Albernaz, por orientar a condução deste trabalho e à Dra. Roberta Valente pela co-orientação, na labuta com os escarabeídeos. À Dra. Albertina Lima Pimentel, por ceder os escarabeídeos para este estudo e ao Dr. William (Bill) Magnusson, pelos dados de estrutura da vegetação.

Ao Msc. Fernando Zagury Vaz de Mello (Instituto de Ecologia – INECOL, México), Dra. Malva Isabel Medina Hernández (Universidade Federal da Pernambuco - UFPB) e Msc. Toby Gardner (School of Environmental Sciences, University of East Anglia – UEA, UK), pelo apoio na identificação dos escarabeídeos.

Ao CNPQ, CAPES e à Coordenação do Curso de Pós-graduação em Zoologia do Museu Paraense Emílio Goeldi, extensivo a todo seu pessoal, pelo seu apoio e oportunidade de realizar meu mestrado.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. Scarabaeidae como grupo focal	7
2.2. Os Escarabeídeos	8
2.2.1. Biologia de escarabeídeos	11
2.2.2. Ecologia de escarabeídeos	11
2.3. Sazonalidade	15
2.4. Estudos prévios sobre o efeito de área do fragmento sobre as comunidades de besouros.....	16
3. OBJETIVOS	18
3.1. Objetivo geral.....	18
4. ÁREA DE ESTUDO.....	19
5. METODOLOGIA	22
6. CAPÍTULO 1: Ocorrência sazonal de Scarabaeidae (Coleoptera) coprófagos de ilhas de floresta e floresta contínua, em um ecótono de transição de floresta e savana amazônica na região de Alter do Chão, Pará.	
INTRODUÇÃO	24
METODOLOGIA	27
Análise dos dados.....	27
RESULTADOS.....	27
DISCUSSÃO.....	35
7. CAPÍTULO 2: Composição de Scarabaeidae (Coleoptera) coprófagos de floresta contínua e ilhas de floresta da região de Alter do Chão, Pará: sua relação com o tamanho da área, índice de forma, isolamento, vegetação e distâncias de estradas	
INTRODUÇÃO	40
MÉTODOS	42
Estrutura da vegetação	42
Análise de dados	43
RESULTADOS.....	45
DISCUSSÃO.....	52
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

10. ANEXO.....	77
Anexo I. Composição de Scarabaeidae copronecrófagos coletados em diferentes fisionomias vegetais (FI-Floresta Intacta; FM-Floresta Manejada; FG-Fragmento Florestal; C-Campo ou Capoeira; P-Pastagens) em diferentes biomas do Brasil (AM-Amazônia; MA-Mata Atlântica; SV-Cerrado). *Floresta Secundária. Em destaque as espécies encontradas neste trabalho (T).....	78
Anexo II. Estimadores de riqueza, com suas premissas, utilizados para a comparação do esforço amostral na captura de Scarabaeidae coprófagos coletados com isca de fezes humanas. Fonte: Adaptado de Dias 2004.....	88

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Formas de utilização dos excrementos por escarabeídeos coprófagos telecoprídeos, paracoprídeos e endocoprídeos (Fonte: Adaptado de Doube 1990).....15
- Figura 2.** Localização dos pontos de coleta e da área de estudo e em relação à Santarém e Belterra, Pará (baseado em Albernaz, 2001), MC=Floresta Contínua e F=Ilhas de floresta.20
- Figura 3.** Desenho esquemático do pitfall (armadilha de queda).23
- Figura 4.** Distribuição percentual da abundância dos gêneros de Scarabaeidae coprófagos coletados com pitfall com isca de fezes na região de Alter do Chão, Pará.30
- Figura 5.** Relação entre abundância e frequências totais das espécies de Scarabaeidae coprófagos, coletados em pitfall com isca, em dois períodos sazonais na região de Alter do Chão, Pará.....31
- Figura 6.** Curva de rarefação de espécies de Scarabaeidae coprófagos, coletados em pitfall com isca para as coletas sazonais na região de Alter do Chão, Pará (C=Chuva, S=Seca e T=Total).....33
- Figura 7.** Curvas de rarefação de espécies de Scarabaeidae coprófagos, coletados em pitfall com isca para os 32 pontos de coleta da região de Alter do Chão, Pará (IF=Ilhas de Floresta; FC=Floresta Contínua).....47
- Figura 8.** Curva de rarefação espécies de Scarabaeidae coprófagos, coletados em pitfall com isca para as áreas de estudo (IF=Ilha de Floresta, FC=Floresta Contínua e T=Total).48
- Figura 9.** HNMDS (Semi-strong Hibrid Multidimensional Scaling) stress=0,248, evidenciando a diferença na composição de espécies de Scarabaeidae coprófagos, coletados em pitfall com isca em Ilhas de Floresta (IF) e Floresta Contínua (FC) na região de Alter do Chão, Pará.50
- Figura 10.** Ordenação gráfica pela media das espécies e morfoespécies com o eixo 1, para os Scarabaeidae coprófagos, coletados em pitfall com isca, na região de Alter do Chão, Pará.....51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação dos Scarabaeidae e suas subfamílias.....	8
Tabela 2. Gêneros de Scarabaeidae ocorrentes no Mundo e no Brasil. “Mundo” e “Brasil” referem-se a número de espécies. Fonte: Vaz-de-Mello 2000.	9
Tabela 3. Estudos de Scarabaeidae copronecrófagos coletados em diferentes fisionomias vegetais, por diferentes autores utilizados para a confecção de uma lista de espécies prováveis para a região de estudo. (FI-Floresta Intacta; FM-Floresta Manejada (Sec=Secundária); FG-Fragmento Florestal; C-Campo ou Capoeira; P-Pastagens) em regiões do Brasil (AM-Amazônia; MA-Mata Atlântica; SV-Cerrado).	25
Tabela 4. Composição e abundância de Scarabaeidae coprófagos coletados em armadilha de queda (pitfall) com isca, na região de Alter do Chão, Pará, nos diferentes períodos sazonais.	29
Tabela 5. Resultado da ANOVA na ausência do ponto discrepante (IF10) para o número médio de indivíduos capturados por pitfall com isca de fezes nas diferentes estações sazonais (Seca e Chuva) e tipo de área de coleta (Ilha de floresta e Floresta contínua) ($R=0,347$; $R^2=0,120$).....	32
Tabela 6. Valores estimados por diferentes estimadores de riqueza para o número total de espécies de Scarabaeidae coprófagos coletados com pitfall com isca de fezes em ilhas de floresta e floresta contínua em dois períodos sazonais (Seca e Chuva), na região de Alter do Chão - PA.....	33
Tabela 7. Lista das espécies e morfoespécies encontradas exclusivamente em cada período sazonal. (N=Número de indivíduos).....	34
Tabela 8. Composição e abundância de Scarabaeidae coprófagos coletados na região de Alter do Chão, Pará, Brasil. FC=Floresta Contínua; IF=Ilha de Floresta; B= FC e IF.	46

RESUMO

TEIXEIRA, Frederico Machado. **Composição de Scarabaeidae (Coleoptera) Coprófagos na Região de Alter do Chão, Pará: a influência dos Biomas Amazônia e Cerrado e da sazonalidade e os efeitos de tamanho de área, isolamento e proximidade de estradas.** (Dissertação – Mestrado em Zoologia) Belém: MPEG/UFPA, 2006.

Este trabalho teve como objetivo investigar o efeito do tamanho das ilhas de floresta, de suas distâncias para a floresta contínua (isolamento) e para as estradas adjacentes sobre a comunidade de Scarabaeidae coprófagos. Amostras foram coletadas em 24 ilhas de floresta semidecídua, entre 0,5 e 360 ha, em uma matriz de savana amazônica e em oito locais em mata contínua predominantemente secundária, semidecídua, na região de Alter do Chão, Santarém, Pará. Os Scarabaeidae foram coletados com armadilhas do tipo pitfall com isca (fezes humanas) em dois períodos sazonais (seca e chuva). Para cada ponto de coleta foram instaladas 10 armadilhas distribuídas em dois transectos de 250 m, distantes 100 m entre si. Em cada transecto foram colocadas 5 armadilhas distantes 50 m entre si. Para cada local de coleta, foi registrado o DAP de todos os caules com diâmetro igual ou superior a 5 cm, em quatro transectos de 250 x 2 m, sendo estes dados utilizados para derivar os índices da estrutura da vegetação (diâmetro médio e número de indivíduos). A área, perímetro e as distâncias das ilhas para a floresta contínua foram calculadas utilizando-se respectivamente as extensões “X-Tools” e “Nearest Features v3.6d” para ArcView, sobre o mapa da área digitalizado a partir de uma imagem de Landsat TM de 1996. Os exemplares coletados foram identificados com a ajuda de bibliografia especializada e de especialistas. Para a caracterização da fauna, as espécies encontradas foram comparadas com uma lista de espécies gerada a partir de publicações para o Cerrado, Amazônia e ecótonos de transição (floresta-cerrado) brasileiros. Para avaliar a robustez da amostragem, foram empregadas curvas de rarefação e obtidas estimativas de riqueza empregando-se diversos estimadores. Para a análise dos padrões das comunidades, foi utilizada uma análise HNMDS (Semi-strong Hibrid Multidimensional Scaling) utilizando-se a distância de Bray-Curtis. Foram encontrados 18 gêneros e 36 espécies pertencentes aos biomas do Cerrado e da Amazônia, mas não foi possível ter uma noção completa da parcela de cada bioma representada neste ecótono de transição savana-floresta, uma vez que as amostras não foram suficientes para o levantamento exaustivo da riqueza de Scarabaeidae. A ordenação mostrou uma tendência de agrupamento das florestas contínuas e de separação destas das ilhas de floresta. Apesar de o levantamento ter registrado um maior número de espécies nas ilhas de floresta que nas áreas de floresta contínua, as comunidades apresentaram um forte padrão hierárquico [$P(T < 14,87^\circ) < 0,001$], indicando que nas ilhas estão persistindo apenas uma parcela do total de espécies da região. Não foi encontrada uma relação entre a composição de Scarabaeidae e o tamanho e a forma das ilhas de floresta. Mas foi encontrada uma relação significativa entre a composição (eixo 1) e o isolamento ($F=5,363$, $P=0,031$) e a composição (eixo 1) e o número de árvores (DAP ≥ 5 cm) ($F=6,103$, $P=0,012$, corrigido por Bonferroni). O número de árvores de cada local de amostragem foi relacionado com a proximidade de estradas (0,658), o que reforça a idéia de que as estradas estão contribuindo para mudanças na estrutura da vegetação, que por sua vez tem um efeito sobre a fauna de Scarabaeidae.

Palavra chave: Scarabaeidae, fragmentação, comunidade, rola-bosta, savana amazônica, sazonalidade.

ABSTRACT

TEIXEIRA, Frederico Machado. **Composition of Coprophagous Scarabaeidae (Coleoptera) in the Region of Alter do Chão, Pará: the influence of Amazonian and Cerrado biomes and seasonality, and the effects of area, isolation and proximity of roads.** (Dissertation – Master Program in Zoologia) Belém: MPEG/UFPA, 2006.

This work had as objective to investigate the effect of the size of the forest islands, of its distances for the continuous forest (isolation) and for the adjacent roads on the coprófagos community of Scarabaeidae. Samples had been collected in 24 islands of semideciduous forest, between 0,5 and 360 ha, in an Amazonian savanna matrix and eight places in predominantly secondary, semideciduous continuous forest, in the region of Alter do Chão, Santarém, Pará. The Scarabaeidae had been collected with pitfall traps with bait (human dung) in two seasonal periods (dries and rain). For each point of collection 10 traps had been installed in two 250 m transects, distant 100 m between itself. 5 traps in each transect that had been placed 50 m apart. For each place of collect was registered the DAP (Height Brest Tree Diameter), of all trees with equal or superior diameter of the 5 cm, in four 250 transectos of 2 x m, being these used data to derive the indices from the structure of the vegetation (average diameter and number of individuals). The area, perimeter and the distances of the islands for the continue forest had been calculated using respectively the extensions "X-Tools" and "Nearest Features v3.6d" for ArcView, on the map of the area digitalized from an image of Landsat TM of 1996. The collected units had been identified with the aid of specialized bibliography and specialists. For the characterization of the fauna, the joined species had been compared with a list of species generated from publications for the Cerado, Amazonia and Brazilian ecotone (cerrado-floresta). To evaluate the robustness of the sampling, curves of rarefação had been used and gotten estimates of wealth using itself diverse estimators. For the analysis of the standards of the communities, an analysis HNMDS (Semi-strong Hibrid Multidimensional Scaling) using itself in the distance of Bray-Curtis was used. 18 pertaining sorts and 36 species to biomas of the Cerrado and Amazonia had been found, but was not possible to have a complete notion of the parcel of each biome represented in this ecotone of transition savanna-forest, once that the samples had not been enough for the exhausting survey of the wealth of Scarabaeidae. The ordinance showed a trend of grouping of the continuous forests and separation of these of the forest islands. Although the survey to have registered a bigger number of species in the forest islands that in the areas of continuous forest, the communities had presented a strong hierarchic standard [$P(T < 14,87^\circ) < 0,001$], indicating that in the islands they are persisting only one parcel of the total of species of the region. A relation was not found enters the composition of Scarabaeidae and the size and the form of the forest islands. But a significant relation between the composition (axle 1) and the isolation ($F=5,363$, $P=0,031$) and the composition (axle 1) and the number of trees was found ($DAP > 5$ cm) ($F=6,103$, $P=0,012$, corrected for Bonferroni). The number of trees of each place of sampling was related with the proximity of roads (0,658), what it strengthens the idea of that the roads are contributing for changes in the structure of the vegetation, that in turn has a effect on the fauna of Scarabaeidae.

Key word: Scarabaeidae, fragmentation, community, dung-beetle, Amazon savanna, seasonality.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A Amazônia brasileira representa cerca de 40% das florestas tropicais remanescentes, o que a torna estratégica para o clima regional e global, e para a manutenção da biodiversidade (Laurance *et al.* 2001). No entanto, apesar de sua importância ecológica, levantamentos recentes acusam que a floresta amazônica possui atualmente uma área desmatada em torno de 270.758 km² (INPE 2004), o que resulta na formação de fragmentos florestais de diferentes tamanhos e diferentes graus de isolamento entre si (Gascon e Lovejoy 1998). Para entender os efeitos destas mudanças na diversidade biológica, muitos estudos na atualidade buscam compreender os possíveis efeitos da fragmentação sobre as comunidades animais e vegetais.

Dois dos mais importantes mecanismos de mudanças em comunidades fragmentadas são os efeitos de área e os efeitos de borda. Os efeitos de área são proporcionais ao tamanho do fragmento e ao seu grau de isolamento (MacArthur e Wilson 1967). Pequenos fragmentos tendem a ter populações pequenas, que sofrem altas taxas de extinção devido a efeitos demográficos e genéticos (Smith 1992, Noss e Csuti 1997). Os efeitos de borda são causados pela variação gradual nos fatores físicos e biológicos da borda para o centro da floresta e, em geral, são mais acentuados conforme aumenta a proporção de borda em relação à área, além disso, bordas muito recortadas também podem aumentar este efeito (Laurance *et al.* 2000). Em geral, quanto menor o tamanho do fragmento maior será a proporção de borda em relação à parte central da área (Laurance e Yensen 1991).

Os efeitos da fragmentação podem ser ainda mais fortes quando somados a outros tipos de degradação ambiental (Nascimento *et al.* 1999). A proximidade de estradas às áreas florestadas, sejam elas fragmentos ou não, é um dos principais fatores que aumenta a degradação florestal porque facilita o acesso humano e a utilização dos seus recursos (Peres e Lake 2003). Áreas próximas a estradas tendem a ter mais alterações causadas pela extração de madeira e de produtos não-madeireiros, o que aumenta o risco de incêndios no interior da floresta (Alencar *et al.* 2004).

Com sua extensa área territorial, a Amazônia é composta por um mosaico de ambientes como campinaranas, florestas estacionais decíduas e semidecíduas, florestas ombrófilas abertas e densas, formações pioneiras, refúgios montanos, matas de terra firme, de várzea, de igapós e as savanas amazônicas secas, também chamadas de savanas de terra firme. As savanas amazônicas são manchas disjuntas de cerrado, dispersas na floresta úmida e que ocorrem nos Estados do Amapá, Amazonas, Pará e Roraima (Prance 1996). Estas savanas ocupam cerca de 3-4% da Amazônia brasileira e são caracterizadas por serem áreas abertas recobertas por gramíneas, com cobertura arbórea variável (Pires e Prance 1985). A idade destas savanas ainda é duvidosa, sendo sua origem atribuída à ocupação humana, auxiliada pela incidência do fogo, mas, outros estudos afirmam que elas existem antes mesmo da chegada do homem a América (Pires e Prance 1985).

As savanas secas possuem algumas espécies com distribuição disjunta, o que leva alguns autores a crer que elas são remanescentes da vegetação mais seca que dominou a Amazônia na última glaciação (Pennington *et al.* 2000). Entre os animais, pode-se citar as cascavéis (*Crotalus durissimus*), que na Amazônia são restritas às proximidades das savanas (Albernaz *et al.* 1999) e entre as plantas, *Qualea grandiflora* e *Salvertia*

convallariodora que são encontradas exclusivamente nas savanas e cerrado (Miranda 1993).

No oeste do Estado do Pará, no município de Santarém, ocorre uma das savanas isoladas da Amazônia brasileira (Sanaiotti *et al.* 2002). Nesta região, o ambiente de savana apresenta em seu interior cerca de 60 ilhas de floresta de diferentes tamanhos (Albernaz 2001). Embora estas ilhas sejam de idade tão duvidosa quanto a formação da savana, estudos na região indicam que o ambiente possui esta conformação há mais de 150 anos (Vasconcelos *et al.* 2006). As características da região de Alter do Chão, com a existência de ilhas de floresta de diferentes tamanhos e com diferentes graus de isolamento, podem servir como uma analogia à fragmentação antrópica, principalmente no que se refere a seus efeitos em longo prazo. Poucos estudos sobre os efeitos da fragmentação abordaram seus efeitos por períodos superiores a 69-90 anos (Watson 2003).

Apesar dos invertebrados constituírem grande parte da biomassa e da diversidade de espécies, relativamente pouco se sabe sobre o efeito da fragmentação florestal sobre a estrutura de suas comunidades (Carvalho e Vasconcelos 1999). Os besouros (Ordem Coleoptera) representam o grupo animal mais diverso (Borror e DeLong 1969) e dentre estes, a família Scarabaeidae têm sido foco de estudos sobre fragmentação florestal, principalmente por apresentarem uma grande sensibilidade às mudanças ambientais (Hanski e Cambefort 1991).

Para entendermos o efeito da fragmentação florestal sobre a comunidade coprófaga (que se alimentam de fezes) de Scarabaeidae, faz-se necessário conhecermos a composição de suas espécies na área estudada como um todo. Assim, este estudo foi estruturado em dois capítulos. O Capítulo 1 compreende uma caracterização da fauna de Scarabaeidae coprófaga em uma zona de transição savana-floresta e a avaliação da riqueza

e da abundância dos indivíduos nos diferentes períodos sazonais (seca e chuva); o Capítulo 2 investiga se a composição de espécies de escarabeídeos em diferentes ilhas de floresta responde a caracteres da fragmentação como tamanho da área, índice de forma, isolamento, vegetação e distâncias de estradas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os primeiros trabalhos que tentaram avaliar os efeitos da fragmentação florestal foram baseados na teoria de biogeografia de ilhas, proposta por MacArthur e Wilson (1967). O modelo que eles desenvolveram indicava que a riqueza de espécies de uma ilha seria um ponto de equilíbrio entre a probabilidade de extinção das espécies existentes e a de colonização por novas espécies. A probabilidade de extinção estaria relacionada ao tamanho das populações, que no modelo foi descrita por uma função relacionada à área da ilha. A probabilidade de colonização foi relacionada à facilidade com que novos indivíduos pudessem chegar à ilha, tendo sido descrita como uma função da distância ao continente. Hoje em dia os estudos de fragmentação florestal incorporaram outros elementos, principalmente os da ecologia de paisagens. Tendo a paisagem como perspectiva, a fragmentação florestal tem uma diferença significativa da biogeografia de ilhas: a permeabilidade da matriz (Didham *et al.* 1996, Didham 1997, Gascon *et al.* 1999, Barbosa e Marquet 2002).

Atualmente, na literatura ecológica, um grande número de trabalhos publicados procura descrever e prever os efeitos da fragmentação das florestas sobre as comunidades biológicas. Nestes estudos é discutido o tamanho necessário de um fragmento para abrigar diferentes comunidades de animais (Diamond 1976); a importância dos animais como fonte de informação de mudança ou alteração ambiental (Kremen 1992; Qinghong 1995; Yoccoz *et al.* 2001); a influência do método de coleta de dados e sua relação com fauna, flora e características vegetais (Taylor *et al.* 1984).

A resposta biológica à fragmentação, no entanto, parece depender do grupo taxonômico enfocado. Na Amazônia Central, onde se concentra grande parte dos estudos de fragmentação em florestas tropicais, a diminuição da área florestada levou à diminuição da riqueza de abelhas Euglossinae e vespas parasitas (Didham *et al.* 1996), e ao desaparecimento de aves dependentes de formigas de correição (Stouffer e Bierregaard 1995b). No entanto, a riqueza de sapos e pequenos mamíferos aumentou (Malcolm 1991, Tocher 1997) e alguns grupos, como os beija-flores, não tiveram alteração significativa no número de espécies nos fragmentos (Stouffer e Bierregaard 1995a).

Alguns critérios têm sido sugeridos para escolha de organismos como fontes de informação de mudanças ou alterações ambientais sobre a diversidade (Noss 1990, Pearson 1994):

1. Serem taxonomicamente bem conhecidos e estáveis;
2. Apresentarem ciclo de vida e biologia bem conhecidos;
3. O levantamento de sua população ser fácil e rápido;
4. Categorias taxonômicas mais elevadas (ordem, família, tribo e gênero), apresentando ampla distribuição geográfica e em diferentes tipos de habitat;
5. Categorias taxonômicas inferiores (espécies e subespécies) com alta especialização, de forma a serem bem sensíveis às mudanças em seu ambiente;
6. Alguma evidência de que os padrões observados na categoria indicadora reflitam-se em outras categorias;
7. Importância econômica potencial.

Estes fatores (3, 4, 5, 6 e 7) contribuem para que a família Scarabaeidae seja considerada importante em estudos sobre fragmentação florestal (Lovejoy *et al.* 1986), de forma que ela foi escolhida como objeto de investigação do presente estudo.

2.1. Scarabaeidae como grupo focal

Besouros da família Scarabaeidae em termos taxonômicos e funcionais possuem uma comunidade bem definida (Halffter e Matthews 1966), sendo utilizados como grupo indicador em estudos de diversidade (Lovejoy *et al.* 1986). No Brasil, essa comunidade não é tão bem definida, devido ao pequeno número de taxonomistas do grupo, o que acarreta a falta de revisões taxonômicas recentes. Além disso, há poucas amostragens nas várias regiões do Brasil (Vaz-de-Mello 2000).

Scarabaeidae copronecrófagos são eficientes na remoção de fezes, cadáveres e frutos decompostos que são utilizados como alimento tanto por adultos quanto por larvas, e por isso, apresentam-se como um dos componentes fundamentais na manutenção do ecossistema (Halffter e Matthews 1966). Grande parte do alimento deste grupo (fezes e carcaças) é produzido por animais como pássaros, primatas e outros mamíferos de grande porte, que são geralmente afetados pela fragmentação florestal (Lovejoy *et al.* 1986). Além disso, em áreas ricas em espécies de mamíferos, principalmente grandes herbívoros, é encontrado um grande número de escarabeídeos coprófagos especializados; por outro lado, nas regiões que naturalmente faltam grandes mamíferos herbívoros a fauna local destes insetos não apresenta muitas espécies eficientes na utilização dos recursos (Hanski e Cambefort 1991).

2.2. Os Escarabeídeos

A ordem Coleoptera compreende cerca de 33% de toda a diversidade animal descrita e 40% de todos os insetos. Quanto ao número de famílias conhecidas mundialmente, há divergências entre os autores, podendo ser 169 de acordo com Crowson (1981), 152 segundo Lawrence (1982), e 166 famílias conforme Lawrence e Newton (1995). Estas variações ocorrem devido a diferentes pontos de vista quanto a algumas sinonímias (Costa 1999) e algumas relações filogenéticas ainda discutidas entre as famílias (Vaz-de-Mello 2000). Para o Brasil acontece o mesmo, sendo registradas 99 famílias segundo Lawrence e Newton (1995) e 109 famílias de acordo com Buzzi (2002). Há consenso entre os autores quanto a quatro subordens de Coleoptera: Archostemata, Myxophaga, Adephaga e Polyphaga (Costa 1999, Buzzi 2002). Esta última subordem é a mais diversa, representando mais de 90% das espécies conhecidas de besouros e também possui grande diversidade tanto morfológica como biológica. São reconhecidas para Polyphaga cinco séries: Bostrichiformia, Cucujiformia, Elateriformia, Staphyliniformia, Scarabaeiformia (Lawrence e Newton 1995).

Tabela 1. Classificação dos Scarabaeidae e suas subfamílias.

Ordem	Coleoptera Linnaeus, 1758
Subordem	Polyphaga Emery, 1886
Série	Scarabaeiformia Crowson, 1960
Superfamília	Scarabaeoidea Latreille, 1802
Família	Scarabaeidae Latreille, 1802
Subfamília	Aphodiinae Leach, 1815
	Cetoniinae Leach, 1815
	Dynastinae MacLeay, 1819
	Melolonthinae Samouelle, 1817
	Rutelinae MacLeay, 1819
	Scarabaeinae Latreille, 1802
	Trichiinae Fleming, 1821

A série Scarabaeiformia consiste na superfamília Scarabaeoidea, (antiga Lamellicornia), que por sua vez possui sete famílias (Costa 1999): Lucanidae, Passalidae, Trogidae, Geotrupidae, Ceratocanthidae, Hybosoridae e Scarabaeidae. Esta última família possui sete subfamílias (Marinoni *et al.* 2001): Aphodiinae, Cetoniinae, Dynastinae, Melolonthinae, Rutelinae, Trichiinae e Scarabaeinae (Tabela 1). Para Scarabaeinae, que abriga cerca de 90% das espécies, são consideradas 12 tribos: Ateuchini, Canthonini, Coprini, Eurysternini, Onthophagini, Phanaeini, Sisyphini, Eucraniini, Oniticellini, Onitini, Gymnopleurini e Scarabaeini, sendo que as oito primeiras ocorrem na América do Sul e apenas as seis primeiras no Brasil (Hanski e Cambefort 1991).

São descritos para o Brasil 49 gêneros (Tabela 2) e cerca de 617 espécies de Scarabaeidae, sendo 335 espécies endêmicas do Brasil (Vaz-de-Mello 2000). No Estado do Pará, estão representadas cerca de 133 espécies, e 13 delas são endêmicas do Estado (Vaz-de-Mello 2000). Não há registros de publicações sobre Scarabaeidae da região de Alter do Chão, Pará, e é esperado que nesta área sejam encontradas tanto espécies amazônicas como as da região do Cerrado, assim como ocorre para outros grupos.

Tabela 2. Gêneros de Scarabaeidae ocorrentes no Mundo e no Brasil. “Mundo” e “Brasil” referem-se a número de espécies. Fonte: Vaz-de-Mello 2000.

Gênero	Mundo	Brasil	Última revisão ou chave para espécies para o
<i>Agamopus</i> Bates, 1887.	4	2	Halfpter e Martínez, 1968
<i>Anisocanthon</i> Martinez and Pereira, 1956	5	3	Martinez e Pereira, 1956
<i>Anomiopus</i> Westwood, 1842	29	20	-
<i>Aphangium</i>	2	2	-
<i>Ateuchus</i> Weber, 1801	85	45	Balthasar, 1939a
<i>Bdelyrus</i> Harold, 1869	23	7	Cook, 1998
<i>Canthidium</i> Erichson, 1847	153	87	Balthasar, 1939b

Gênero	Mundo	Brasil	Ultima revisão ou chave para espécies para o
<i>Canthon</i> Hoffmannsegg, 1817	129	75	Schmidt, 1922; Balthasar, 1939d; Pereira e Martínez, 1956a; Martínez <i>et al.</i> 1964a; Halffter e Martínez, 1968. Halffter e Martínez, 1977
<i>Canthonella</i> Chapin, 1930	15	7	Halffter e Martínez, 1967
<i>Canthotrypes</i> Paulian, 1939	1	1	Halffter e Martínez, 1968
<i>Chalcocoprís</i> Burmeister, 1846	1	1	-
<i>Coprophanaeus</i> d'Olsoufieff, 1924	33	21	d'Olsoufieff, 1924
<i>Cryptocanthon</i> Balthasar, 1942	12	3	Howden, 1973
<i>Deltepilissus</i> Pereira, 1949	2	2	-
<i>Deltochilum</i> Eschscholtz, 1821	80	52	Paulian, 1938; 1939; Pereira e d'Adretta, 1955b
<i>Deltorhinum</i> Harold, 1867	1	1	Pereira, 1949 ^a
<i>Dendropaemon</i> Perty, 1830	25	20	Blut, 1939
<i>Diabroctis</i> Gistel, 1857	3	2	Pessôa, 1935
<i>Dichotomius</i> Hope, 1837	153	83	Luederwaldt, 1929a; b
<i>Eurysternus</i> Dalman, 1824	28	20	Jessop, 1985; Martínez, 1988; Gill, 1990
<i>Gromphas</i> Brulle, 1834	4	3	Barattini e Sáenz, 1964
<i>Hansreia</i> Halffter and Martinez,	1	1	-
<i>Holocanthon</i> Martinez and Pereira, 1956	1	1	Martínez e Pereira, 1956
<i>Holocephalus</i> Hope, 1838	3	2	-
<i>Homalotarsus</i> Janssens, 1932	1	1	Edmonds, 1972
<i>Hypocanthidium</i> Balthasar, 1938	1	1	-
<i>Isocoprís</i> Pereira and Martinez, 1960	3	3	Pereira e Martinez, 1960b
<i>Metagoniella</i>	9	5	Halffter e Martínez, 1966
<i>Ontherus</i> Erichson, 1846	58	28	Génier, 1996
<i>Onthophagus</i> Latreille, 1802	+2000	19	Boucomont, 1932; Paulian, 1936
<i>Oxysternon</i> Laporte De Castelnau, 1840	15	14	d'Olsoufieff, 1924
<i>Paracanthon</i> Paulian, 1939	4	4	d'Adretta e Martínez, 1957
<i>Pedaridium</i> Harold, 1868	24	11	Ferreira e Galileo, 1993; Vaz-de-Mello e Canhedo, 1998
<i>Phanaeus</i> Macleay, 1819	44	10	Edmonds, 1994
<i>Pleronyx</i>	1	1	-
<i>Pseudochanton</i>	8	2	-
<i>Scatimus</i> Erichson, 1847	9	1	Balthasar, 1939c
<i>Scatonomus</i> Erichson, 1835	9	8	Pereira, 1954b; Vulcano e Pereira, 1973
<i>Scybalocanthon</i> Martínez, 1947	16	9	Pereira e Martínez, 1956 ^a
<i>Sinapisoma</i> Boucomont, 1928	1	1	Halffter e Martínez, 1968
<i>Streblopus</i> Lansberge, 1874	2	1	Halffter e Martínez, 1969
<i>Sulcophanaeus</i> Olsoufieff, 1924	14	4	d'Olsoufieff, 1924

Gênero	Mundo	Brasil	Última revisão ou chave para espécies para o
<i>Sylvicanthon</i> Halffter & Martinez, 1976	7	5	Schmidt, 1922; Martínez <i>et al.</i> 1964a
<i>Tetramereia</i> Klages, 1907	1	1	Edmonds, 1972
<i>Deltochilum</i> Eschscholtz, 1821	14	9	Balthasar, 1942; Martínez, 1967; Ratcliffe, 1980
<i>Uroxys</i> Westwood, 1841	55	15	Arow, 1933
<i>Vulcanocanthon</i> Pereira and Martinez, 1960	1	1	Pereira e Martínez, 1960c
<i>Xenocanthon</i> Martinez, 1952	1	1	Martínez, 1953
<i>Zonocoprís</i> Arrow, 1931	1	1	Pereira, 1946

2.2.1. Biologia de escarabeídeos

Os besouros da família Scarabaeidae, assim como os demais Coleoptera são Endopterygota, ou seja, apresentam ciclo biológico com metamorfose completa (holometábolos), que inclui estágios larvais, seguidos de um estágio pupal quiescente que não se alimenta, precedendo o estágio adulto, com reprodução sexuada (Costa 1999). Em geral as posturas dos ovos são feitas no próprio meio em que se desenvolvem as larvas: no solo, sobre cadáveres, em excrementos, em plantas, dependendo do comportamento alimentar da larva (Costa *et al.* 1998, Buzzi 2002). Na maioria das espécies o dimorfismo sexual não é muito acentuado (Buzzi 2002).

2.2.2. Ecologia de escarabeídeos

As espécies de Scarabaeidae são de grande importância para a ciclagem de nutrientes, incorporando e processando matéria orgânica em decomposição (principalmente fezes e carcaças), especialmente na fase larval (Halffter e Matthews 1966, Costa 1999). Algumas larvas são xilófagas, ou seja, digerem a celulose de troncos caídos e a tornam

mais simples e disponível para o ecossistema (Costa 1999). Os escarabeídeos adultos auxiliam ainda, indiretamente, no controle de ovos e larvas de moscas presentes nas fezes e carcaças de animais, pois modificam a estrutura do meio usado para o desenvolvimento de larvas de diversos dípteros (Halffter e Matthews 1966). Um estudo feito com remoção de fezes bovinas e eclosão de dípteros constatou que besouros capazes de remover e enterrar fezes em um período de até 48 horas, podem impedir que cerca de 96% das larvas de moscas – como *Haematobia irritans* L.(a mosca do chifre) –, de uma massa fecal atinjam o estágio adulto e assim reinfestem o rebanho (Samways 1989).

Além disso, os escarabeídeos transportam ácaros (Macrochelidae) predadores de ovos de moscas de um bolo fecal a outro (Samways 1989) e alguns adultos de Scarabaeidae são também dispersores secundários de sementes associadas à dieta de primatas, uma vez que utilizam seus excrementos carregando as sementes contidas em seu interior (Vulinec 2000, Andresen 2003).

As espécies de Scarabaeidae possuem grande diversidade de hábitos alimentares, sendo alocadas em dois grupos tróficos: herbívoros e detritívoros. Os escarabeídeos detritívoros são classificados, de acordo com sua dieta, em cinco tipos básicos:

(a) Coprófagos, que se alimentam de fezes, sendo que, a maioria das espécies do mundo é atraída pelas fezes humanas (Halffter e Matthews 1966);

(b) Necrófagos, que se alimentam de carcaças de animais (Halffter e Matthews 1966);

(c) Saprófagos, que se alimentam de material vegetal em decomposição, principalmente frutos (Halffter e Matthews 1966);

(d) Micetófagos, que se alimentam de fungos em decomposição (Hanski e Krikken 1991);

(e) Generalistas, que utilizam diferentes fontes alimentares (Halffter e Matthews 1966, Halffter *et al.* 1992).

Parte da família é copronecrófaga (alimentando-se de fezes e carcaças), enquanto o restante se alimenta de vegetais, principalmente de raízes (Marinoni *et al.* 2001). A respeito do grupo trófico e tipo de dieta de representantes das subfamílias de Scarabaeidae é conhecido que Melolonthinae, Rutelinae e Dynastinae são herbívoros, mas em algumas espécies de dinastíneos as larvas são coprófagas; os Aphodiinae são em sua maioria detritívoros, sendo principalmente coprófagos; Cetoniinae são detritívoros generalistas e se alimentam de fungos, folhas caídas, pólen e néctar; Trichiinae são detritívoros saprófagos; Scarabaeinae são detritívoros.

Muitos Scarabaeinae do Brasil são necrófagos, ao contrário do restante do mundo, onde apenas espécies do gênero *Onthophagus* são necrófagas. Alguns gêneros apresentam espécies ora coprófagas, outrora necrófagas e até mesmo uma única espécie pode ser copronecrófaga, por exemplo, *Deltochilum* é fundamentalmente necrófago, com poucas espécies copronecrófagas ou coprófagas (Halffter e Matthews 1966).

Aphodiinae - exceto para poucas espécies nas quais larvas se alimentam de madeira e folhas em decomposição -, e Scarabaeinae - exceto *Chanton virens* que tem larva carnívora, e uma morfoespécie de *Uroxys* e *Deltochilum bradyporum*, que são

ectoparasitas, são os principais consumidores de fezes de animais (Marinoni *et al.* 2001), sendo Aphodiinae e Scarabaeinae o objeto de estudo deste trabalho.

A forma de alocação das fezes (Figura 1) contribui ainda para a redução da competição por espaço e alimento entre os Scarabaeidae e destes com outros grupos de insetos, além de proteger esse recurso contra condições adversas do meio, como a chuva (Scheffler 2002). Quanto ao tipo de utilização de recursos, os escarabeídeos podem ser divididos em quatro grupos funcionais (guildas): telecoprídeos (roladores), os quais separam uma porção de fezes e a rolam a uma determinada distância do ponto de origem onde ficam seus ninhos (por isso, são conhecidos como ‘rola-bostas’); paracoprídeos (escavadores), constroem seus ninhos embaixo ou ao redor da massa de fezes; endocoprídeos (residentes), constroem seus ninhos dentro das fezes e cleptocoprídeos (parasitas), usam fezes enterradas por outros coprófagos (Rodrigues 1989, Doube 1990).

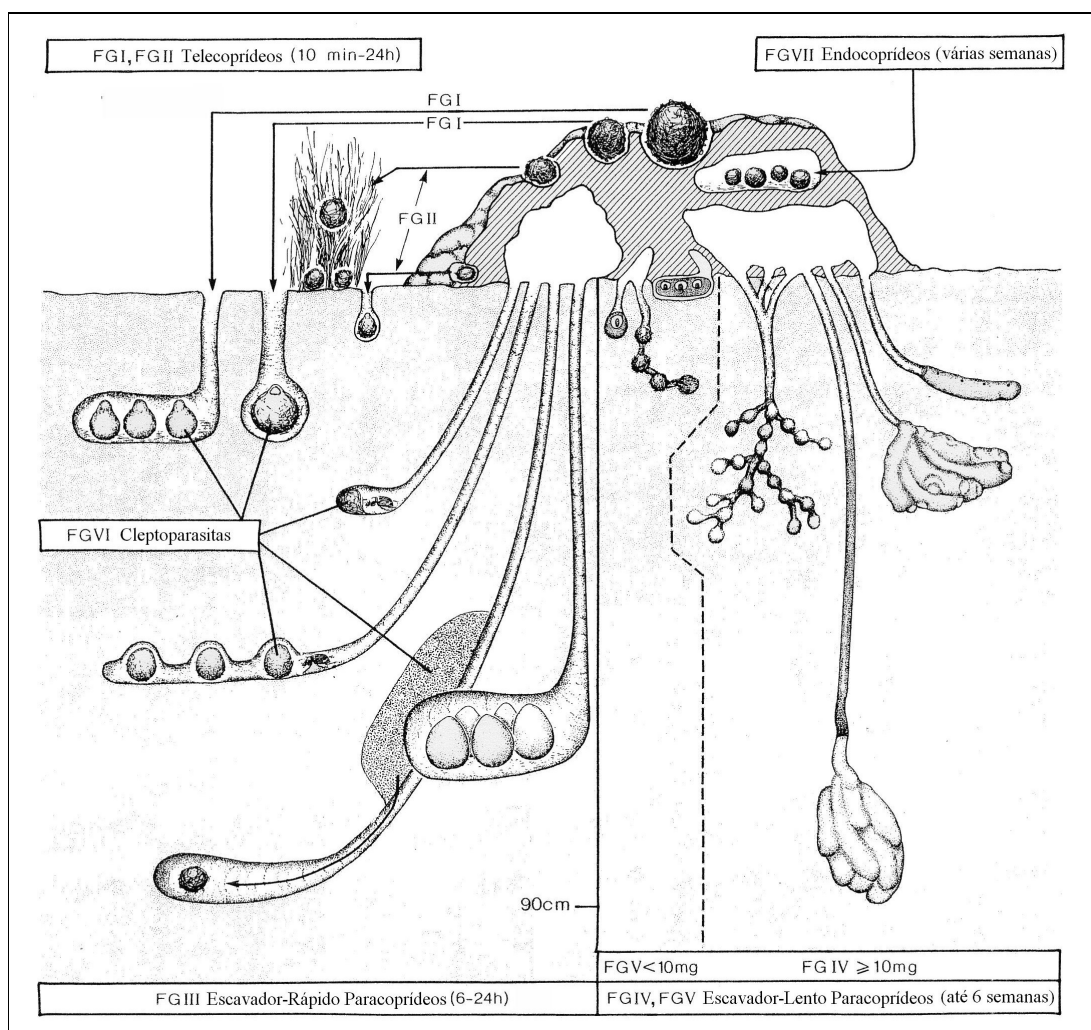


Figura 1. Formas de utilização dos excrementos por escarabeídeos coprófagos telecoprídeos, paracoprídeos e endocoprídeos (Fonte: Adaptado de Doube 1990).

2.3. Sazonalidade

A sazonalidade nos países temperados tem uma importância marcante sobre as comunidades de insetos, mas pouco se conhece sobre os efeitos deste fenômeno sobre a maioria dos insetos tropicais (Wolda 1978, 1988).

O efeito sazonal sobre os representantes da família Scarabaeidae ainda é contraditório. Segundo Hanski (1989), a sazonalidade se faz menos pronunciada para

besouros copronecrófagos do que para outros insetos, porque fezes e carcaças mostram uma menor variação sazonal em sua disponibilidade. Entretanto, a maioria dos trabalhos que aborda sazonalidade sugere que a atividade dos besouros é maior nos períodos úmidos, e mínima durante os períodos secos (Doubé *et al.* 1991). Vernes *et al.* (2005), em estudo nos trópicos úmidos australianos, encontraram um aumento significativo no número de besouros coprófagos ao final da estação chuvosa e uma diminuição significativa no número esperado para todas as outras estações. Milhomem *et al.* (2003), estudando a eficiência de diferentes tipos de armadilha na captura de escarabeídeos coprófagos, notaram que a distribuição temporal dos besouros está associada positivamente com as chuvas.

2.4. Estudos prévios sobre o efeito de área do fragmento sobre as comunidades de besouros.

Alguns trabalhos já avaliaram a influência do tamanho da área de fragmentos sobre comunidades de animais, inclusive de besouros, mas obtiveram resultados contrastantes. Entretanto, a maioria destes trabalhos foi realizada em poucos fragmentos, não incluindo, assim, uma grande variação do tamanho das ilhas de floresta.

Grande parte dos estudos de fragmentação foi realizada em fragmentos de origem antrópica, esses fragmentos, muitas vezes são em número reduzido ou são artificiais. como os estudos de Feer e Hingrat (2005), na Guiana Francesa, em ilhas surgidas pela formação do lago da área da Usina Hidroelétrica Petit Saut, em 1994-1995.

Outros fragmentos foram criados com o intuito de estudar sua biota, como é o caso do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), na Amazônia Central, que teve início em 1979. Neste projeto, foram isoladas 10 áreas para este estudo,

sendo cinco de 1 ha, quatro de 10 e uma área de 100 ha até 1984, sendo incluída uma nova área de 100 ha em 1990. O PDBFF gerou vários trabalhos envolvendo Coleoptera (Didham *et al.* 1998), alguns especificamente com Scarabaeidae, como os realizados por Klein (1989), Quintero e Roslin (2005) e Andresen (2003), que mostraram divergências entre seus resultados, quanto à riqueza e a abundância de espécies em relação ao tamanho da área do fragmento florestal.

Em um trabalho realizado na Bolívia, em área de transição de floresta e savana, foi observado que as assembléias de Scarabaeidae de floresta e de borda se agrupavam, não sendo possível a distinção das espécies entre estes ambientes, mas sendo diferentes da assembléia da savana (Spector e Ayzama 2003). Alguns autores ainda discutem que a complexidade de forma (desenho) do fragmento alteraria a proporção de área atingida pelo efeito de borda (Laurance e Yensen 1991), o que também poderia influenciar na riqueza de espécies (Didham *et al.* 1998). Em uma análise em 12 fragmentos (entre 1,1 e 65,5 ha), foi observado que a diversidade de Scarabaeidae diminuiu com o aumento da complexidade da forma do fragmento (Schiffler 2003).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Investigar se existe ou não efeito do tamanho das ilhas de floresta, de suas distâncias para a floresta contínua (isolamento) e para as estradas adjacentes sobre a comunidade coprófaga de Scarabaeidae, em uma área com matriz de savana no Oeste do Pará.

3.1.1. Objetivos Específicos

1- Caracterizar a fauna de Scarabaeidae coprófaga em uma zona de transição savana-floresta.

2- Avaliar diferenças na riqueza e na abundância de Scarabaeidae coprófagos em 32 áreas de coleta nos dois períodos sazonais (seca e chuva).

3- Investigar se a composição de espécies de escarabeídeos coprófagos em diferentes ilhas de floresta responde ao tamanho da área, índice de forma, isolamento e distâncias de estradas, assim como se há alterações nessa composição devido a diferenças na estrutura da vegetação.

4. ÁREA DE ESTUDO

A área do estudo está situada à oeste do Estado do Pará, no município de Santarém e abrange o distrito de Alter do Chão (2°502'S, 54°955'W) e seus arredores, onde a savana apresenta em seu interior cerca de 60 ilhas de floresta semidecídua, que variam de 0,5 a 360 hectares (Magnusson e Camara n. pub. *apud* Bernard e Fenton 2002), havendo também no entorno da savana o predomínio de floresta secundária (Sorrensen 2000).

A vegetação na área de Santarém no Estado do Pará, Brasil, caracteriza-se pela presença de savana (Cerrado), formações pioneiras, floresta densa e aberta, área de vegetação secundária e áreas de tensão ecológica, esta última caracterizada pelo contato da floresta com a savana (RADAM 1976). A savana de Alter do Chão possui uma vegetação semelhante à vegetação do cerrado do Brasil Central, mas com uma menor riqueza de espécies em relação a este, sendo encontradas árvores da família Volchysiaceae, característica dos cerrados como *Curatella americana* L. e *Qualea grandiflora* Mart. (Miranda 1994), assim como espécies da família Myrtaceae e Melastomataceae que também são características do cerrado (Sanaiotti e Magnusson 1995). Por outro lado, contêm algumas espécies exclusivas da região Amazônica como o capim *Trachypogon plumosus* (Humb. & Bonpl. ex Willd.), o arbusto *Doliocarpus brevipedicellatus* Garcke e a árvore *Swartzia recurva* Poeppig (Sanaiotti com. pess. *op. cit.* Albernaz 2001). Além disso, esta é uma área de extrema importância animal sendo classificada como um santuário de fauna (Rylands e Pinto 1998), e foi sugerida, inclusive, a criação de uma Área de Proteção Ambiental para a região (Albernaz *et al.* 1999).

A temperatura anual varia entre 24 e 27°C (Miranda 1993), o clima é classificado como tropical quente subúmido, e a pluviosidade varia entre 1.500 e 2.750 mm

anuais (Sanaiotti 1996). A área é cortada pela rodovia PA-457, que liga Santarém a Alter do Chão, asfaltada em 1992, e por cerca de oito estradas de terra (Figura 2).

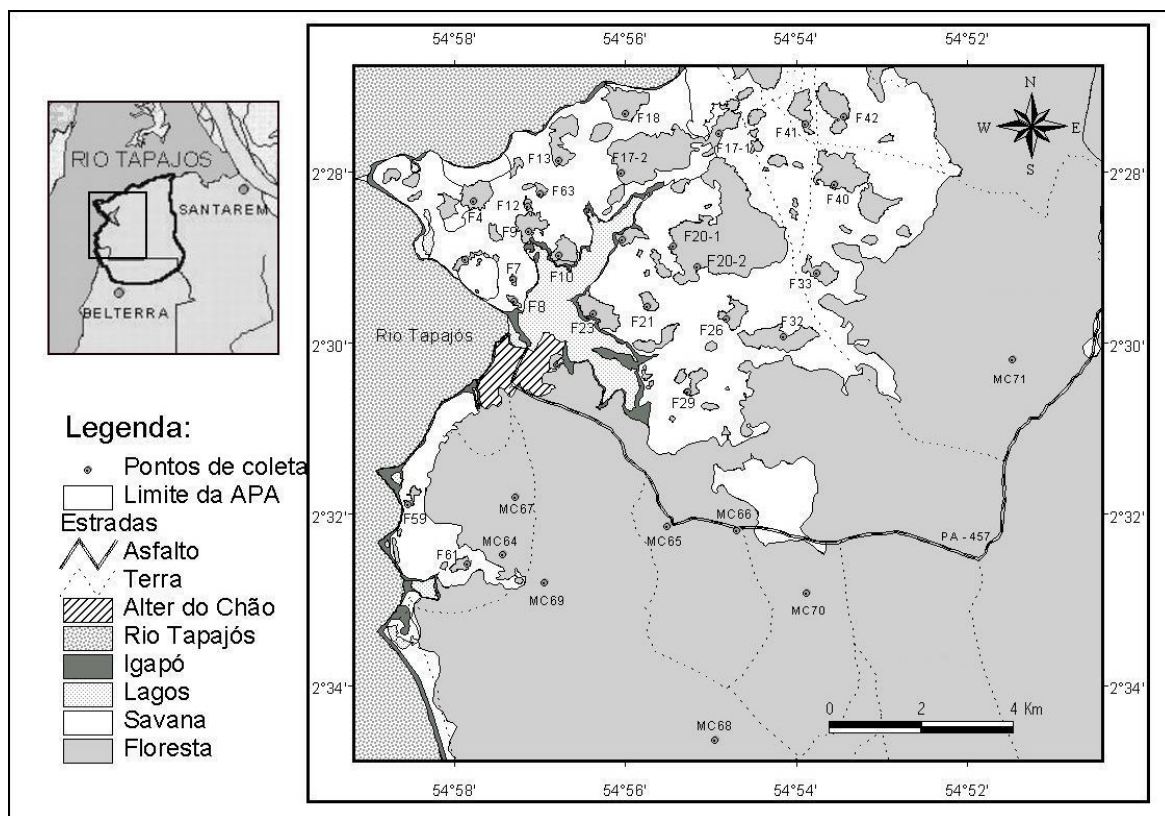


Figura 2. Localização dos pontos de coleta e da área de estudo e em relação à Santarém e Belterra, Pará (baseado em Albernaz, 2001), MC=Floresta Contínua e F=Ilhas de floresta.

Alguns trabalhos foram desenvolvidos na área de Alter do Chão abordando grupos distintos de animais, como aves (Sanaiotti e Cintra 2001, Dantas *et al.* 2005), primatas (Albernaz e Magnusson 1999), roedores (Magnusson *et al.* 1995, Francisco *et al.* 1995), quirópteros (Bernard *et al.* 2001, Bernard e Fenton 2002, 2003), répteis (Magnusson 1987, Carvalho-Jr. 2003), anfíbios (Azevedo-Ramos *et al.* 1999, Neckel-Oliveira *et al.* 2000), formigas (Delabie *et al.* 2001, Vasconcelos e Vilhena 2006, Vasconcelos *et al.* 2006) e plantas (Sanaiotti e Magnusson 1995, Sanaiotti *et al.* 2002).

Dentre estes estudos, alguns abordaram o efeito de fragmentação sobre as comunidades animais. Dantas *et al.* (2005), observaram que a abundância de artrópodes está positivamente relacionada ao tamanho das ilhas de floresta e Carvalho-Jr. (2003), observou que a densidade dos lagartos *Mabuya nigropunctata* e *Ameiva ameiva* não é afetada pelo tamanho da área dos fragmentos, mas a de *Kentropyx calcarata* é afetada negativamente. Além disso, duas espécies de lagartos foram encontradas apenas entre os fragmentos, enquanto que nas áreas de floresta contínua existem quatro espécies que não ocorrem nas ilhas (Carvalho-Jr. 2003). Bernard *et al.* (2001), registraram que há uma diferença na abundância relativa de morcegos da região de Santarém para outras localidades na Amazônia, possivelmente devido à existência das ilhas de floresta, que apresentaram apenas uma parcela das espécies encontradas para a região de Santarém.

5. METODOLOGIA

Foram amostradas 32 localidades, sendo 24 em ilhas de floresta e oito em floresta contínua. As amostragens foram feitas em duas ocasiões, sendo uma durante período seco (julho de 2002) e a outra no período chuvoso (dezembro de 2002 a janeiro de 2003).

Em cada localidade amostrada foram instaladas 10 armadilhas do tipo pitfall, contendo como iscas fezes humanas, distribuídas em duas trilhas de 250 m, com a distância de 100 m entre si. Em cada trilha foram colocadas cinco armadilhas distantes 50 m entre si, pois alguns trabalhos indicam que os Scarabaeidae são capazes de sentir o odor de fezes à distância de até 50 m (Halffter e Matthews 1966). As trilhas foram abertas no sentido do maior comprimento da área das ilhas de floresta (Albernaz 2001). Nas duas ilhas maiores foram realizadas coletas em dois locais, que foram analisados como pontos independentes.

Cada pitfall foi constituído de um copo de acrílico, enterrado ao nível do solo, com capacidade de 700 ml, com 10 cm de diâmetro e 10 cm de profundidade e um recipiente de alumínio sustentado por uma haste de arame, onde foram colocadas as fezes (Figura 3). As armadilhas permaneceram no local durante 24 horas. Após esse período, os pitfalls foram retirados e o material coletado foi colocado em álcool a 70% para a preservação e posterior análise no laboratório. Cada conjunto de 10 armadilhas foi agrupado formando uma única amostra por ponto.

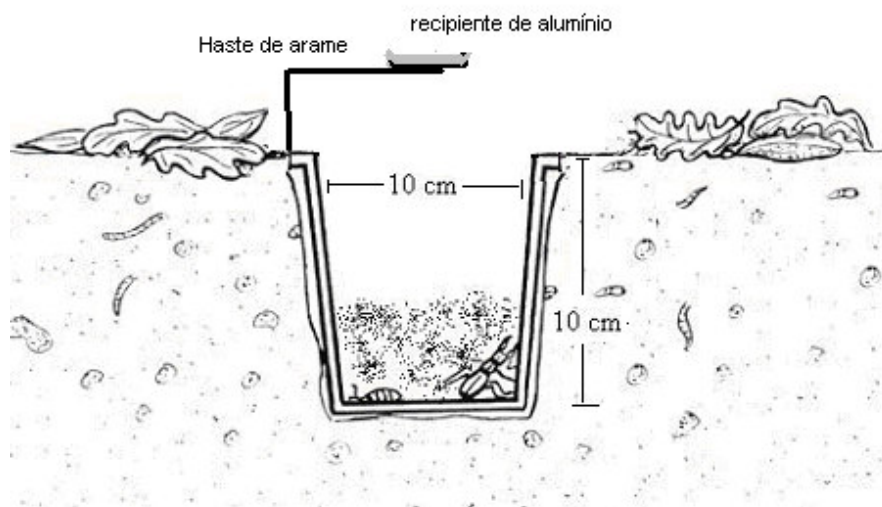


Figura 3. Desenho esquemático do pitfall (armadilha de queda).

O material foi triado e identificado em morfoespécies. No máximo 20 exemplares de cada morfoespécie foram montados e etiquetados de maneira usual para coleção entomológica seca. Os exemplares foram identificados em espécies ou morfoespécies com a ajuda de chaves dicotômicas (*Ontherus* por Génier 1996 e *Eurysternus* por Jessop 1985) e por especialistas: Dra. Malva Isabel Medina Hernández (Universidade Federal da Pernambuco - UFPB), Msc. Fernando Zagury Vaz de Mello (Instituto de Ecologia – INECOL, México) e Msc. Toby Gardner (School of Environmental Sciences, University of East Anglia – UEA, UK). Todo o material coletado foi depositado na coleção entomológica do Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG.

6. CAPÍTULO 1: Ocorrência sazonal de Scarabaeidae (Coleoptera) coprófagos de ilhas de floresta e floresta contínua, em um ecótono de transição de floresta e savana amazônica na região de Alter do Chão, Pará.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a riqueza e composição de Scarabaeidae vêm sendo estudadas na Amazônia, e em outros biomas, como no Cerrado e Mata Atlântica. Nestes biomas, os estudos avaliaram a comunidade de Scarabaeidae, suas funções ecológicas e efeitos da amostragem em diversas fisionomias, como floresta intacta (ou floresta contínua), floresta manejada (ou secundária), fragmento florestal, campo ou capoeira e pastagens (Tabela 3).

O projeto PDBFF (Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais) executado na Amazônia Central, próximo a Manaus, gerou a maioria das informações sobre a comunidade de Scarabaeidae copronecrófagos para a região amazônica (Klein 1989, Quintero e Roslin 2005, Andresen 2003). Estes estudos estimaram o total de espécies de Scarabaeidae em 54, 61 e 54 espécies, respectivamente. Scheffler (2005), estudou a composição e diversidade de escarabeídeos na Amazônia Oriental, em uma fazenda no município de Pau d'Arco, no Estado do Pará, tendo encontrado 60 espécies. A dispersão de sementes por escarabeídeos coprófagos foi estudada em Reservas nos Estados de Rondônia, Amazonas e Pará (Vulinec 2000, 2002), sendo encontradas 78, 49 e 39 espécies, respectivamente.

No Cerrado, são predominantes os estudos de comunidades de Scarabaeidae em fezes bovinas nas pastagens (Koller *et al.* 1997, Koller *et al.* 1999, Marchiori *et al.* 2000, 2003, Marchiori 2003), nos quais são registrados uma grande variação no número de espécies que variam de 9 (Koller *et al.* 1997) a 37 (Koller *et al.* 1999), mas existe também um estudo sobre a utilização de diferentes técnicas de coletas, onde foram coletados 102 espécies de Scarabaeidae (Milhomem *et al.* 2003). Ecótonos de transição entre Cerrado e Mata Atlântica foram estudados em Minas Gerais (Durães *et al.* 2005, Schiffler 2003), nos quais foram encontradas espécies exclusivamente do cerrado (5) e da Mata Atlântica (9), além disso, entre as encontradas em ambos os ambientes (8) uma morfoespécies de *Uroxys* foi a dominante na floresta (57%) e também, a segunda mais abundantes no cerrado (27%) (Durães *et al.* 2005).

Tabela 3. Estudos de Scarabaeidae copronecrófagos coletados em diferentes fisionomias vegetais, por diferentes autores utilizados para a confecção de uma lista de espécies prováveis para a região de estudo. (FI-Floresta Intacta; FM-Floresta Manejada (Sec=Secundária); FG-Fragmento Florestal; C-Campo ou Capoeira; P-Pastagens) em regiões do Brasil (AM-Amazônia; MA-Mata Atlântica; SV-Cerrado).

	AM	MA	SV	FI	FM	FG	C	P
Andresen 2003	*			*		*		
Costa Júnior 2002			*					*
Durães <i>et al.</i> 2005		*	*	*			*	
Klein 1989	*			*		*	*	
Koller <i>et al.</i> 1997			*					*
Koller <i>et al.</i> 1999			*					*
Marchiori 2003			*					*
Marchiori <i>et al.</i> 2000			*					*
Marchiori <i>et al.</i> 2003			*					*
Rodrigues e Marchini 1998			*					*
Scheffler 2005	*			*	*		*	*
Schiffler 2003		*	*			*	*	
Quintero e Roslin 2005	*			*	*	*	*	*
Vulinec 2000	*			*				
Vulinec 2002	*			*	* (Sec)			
Vulinec <i>et al.</i> 2003	*			*	*			*

A partir destes trabalhos foi feita uma lista de possíveis espécies encontradas para a região de estudo (Anexo I), que foi realizado no município de Santarém, distrito de Alter do Chão, no Estado do Pará, Brasil, uma região de tensão ecológica, que se expressa pelo contato da floresta com a savana (Cerrado) (RADAM 1976).

Milhomem *et al.* (2003), estudando a eficiência de diferentes tipos de armadilha na captura de escarabeídeos coprófagos no Cerrado, notaram que a distribuição temporal dos besouros está associada positivamente com as chuvas. O estudo de Hanski (1989) discute que o efeito da sazonalidade seria menos pronunciado para Scarabaeidae copronecrófagos pela disponibilidade de alimentos (fezes e carcaças), uma vez que estes não sofrem grande variação sazonal. Entretanto, a maioria dos trabalhos tem encontrado uma maior abundância de escarabeídeos durante os períodos mais úmidos (ver Doube *et al.* 1991, Milhomem *et al.* 2003, Andresen 2005, Vernes *et al.* 2005). Nenhum dos estudos avaliou o efeito da sazonalidade sobre comunidades de Scarabaeidae na Amazônia brasileira, tendo sido a maioria das coletas realizadas principalmente no período de seca, exceto Vulinec (2002), que coletou em período chuvoso em Manaus.

Neste capítulo, pretende-se investigar se a fauna de escarabeídeos de Alter do Chão é composta predominantemente por espécies de Cerrado, da Amazônia, ou uma mistura de ambos, e se o efeito da sazonalidade pode interferir nas interpretações biogeográficas da distribuição desta fauna.

METODOLOGIA

Análise dos dados

Para a caracterização da fauna de Scarabaeidae coprófagos da região de Alter do Chão, as espécies encontradas foram comparadas com a lista de prováveis espécies para a região (Anexo I).

Para avaliar a robustez da amostragem foi construída uma curva de rarefação (Hurlbert 1971), que consiste em padronizar o número de indivíduos e comparar a riqueza de espécies para os períodos sazonais (seca e chuva) e total. As curvas foram geradas com base na matriz de dados inseridas no programa BioDiversityPro (McAleece 1997). Para estimar quão completo foi o levantamento, o número de espécies encontrado nos períodos sazonal e total também foi comparado com o número de espécies estimados pelos estimadores de riqueza (ACE, ICE, Chao 1, Chao 2, Jack 1, Jack 2, MMRuns, MMMeans: ver premissas dos estimadores no Anexo II) gerado pelo EstimateS 7.5 (Colwell 2005). A similaridade entre os períodos sazonais foi determinada no programa Primer (Primer-E. 2001), com a utilização do índice de distância de Bray-Curtis.

RESULTADOS

Foram coletados 11.458 Scarabaeidae, distribuídos em 18 gêneros, 10 espécies e 26 morfoespécies. Para facilitar a redação e a compreensão dos resultados morfoespécies serão tratadas como espécies.

O gênero mais abundante foi *Dichotomius* (N=3.373), correspondendo a 29,44% da amostra, seguido de *Canthidium* (N=3.022; 26,37%) e *Uroxys* (N=2.223;

19,40%); os menos abundantes são dez, e somados correspondem a menos de 1% da amostra (Figura 4). O gênero mais diverso é também *Dichotomius*, com cinco espécies; *Canthon* e *Ateuchus* com quatro e *Canthidium* com três. Cinco gêneros apresentaram apenas duas espécies e dez gêneros apresentaram apenas uma espécie. As espécies mais abundantes foram *Dichotomius (Luederwaldtinia) sp.1* (N=3.325), *Canthidium sp.2* (N=2.338) e *Ontherus carinifrons* (N=993) e as menos abundantes (N=1), foram *Pseudochanthon xanthurus* e *Scybalochanthon sexpilotus*.

Como nenhum estudo para Scarabaeidae havia ainda sido feito na área de Alter do Chão, todas as espécies encontradas são novas ocorrências para a região (Tabela 4). Algumas morfoespécies do gênero *Ataenius* haviam sido registradas apenas em trabalhos na região de cerrado, sendo que no presente trabalho também foi capturada uma morfoespécie. Tanto os gêneros *Ateuchus*, *Canthidium*, *Trichillum*, *Uroxys*, *Scybalocanthon* e *Onthophagus*, representados por morfoespécies, quanto as espécies *Eurysternus caribaeus* e *Eurysternus hirtellus* também presentes neste trabalho, já haviam sido registrados no Cerrado e na Amazônia. Espécies de *Dichotomius* [GRUPO *malzeri*] e *Ateuchus murrayi*, *Canthon aequinoctialis*, *Dichotomius globulus*, *Dichotomius lucasi* e *Ontherus carinifrons* já haviam sido registradas na Amazônia. No entanto, uma grande parte das espécies registradas no presente estudo, ainda não haviam sido registradas em trabalhos em nenhum dos dois biomas (N=14; *Batesiana sp.nov.1*, *Blackburneus sp.1*, *Anomiopus sp.1*, *Ateuchus pygidialis*, *Canthidium prox. deyrollei*, *Canthon fulgidus*, *Canthon (G.) prox. subhyalinus*, *Canthon sp. [GRUPO virens]*, *Canthonella sp.1*, *Deltochilum (Deltohyboma) sp.1*, *Scybalocanthon sexpilotus*, *Sylvicanthon sp.1*, *Dichotomius imitator*, *Dichotomius robustus*).

Dez espécies (*Anomiopus* sp.1, *Ataenius* sp.2, *Ateuchus* prox. *murrayi*, *Batesiana* sp.nov.1, *Canthonella* sp.1, *Ateuchini* sp.1, *Onthophagus* sp.2, *Deltochilum* sp.1, *Pseudocanthon xanthurus* e *Scybalocanthon sexpilotus*) ocorreram com um único indivíduo em uma única amostra (únicos), sendo *Batesiana* sp.nov.1 uma espécie nova, segundo Fernando Vaz-de-Mello (com. pess.).

As espécies e morfoespécies *Dichotomius* (*Luederwaldtinia*) sp.1 [GRUPO *lucasi*], *Canthidium* sp.2, *Uroxys* sp.1, foram bastante frequentes, ocorrendo em todas as áreas de coleta, se mostrando mais abundantes do que o esperado em relação à *Ontherus carinifrons* que também foi presente em todas as áreas de coleta. (Figura 5). As morfoespécies *Silvicanthon* sp.1 e *Ateuchus* sp.3 tiveram uma abundância maior do que a esperada com base na sua frequência (Figura 5).

Tabela 4. Composição e abundância de Scarabaeidae coprófagos coletados em armadilha de queda (pitfall) com isca, na região de Alter do Chão, Pará, nos diferentes períodos sazonais.

Espécies	Chuva	Seca	Total
<i>Anomiopus</i> sp.1	1	0	1
<i>Ataenius</i> sp.2	1	0	1
<i>Ateuchus</i> prox. <i>murrayi</i>	1	0	1
<i>Ateuchus pygidialis</i>	155	68	223
<i>Ateuchus</i> sp.1	13	1	14
<i>Ateuchus</i> sp.3	71	47	118
<i>Batesiana</i> sp.nov.1	1	0	1
<i>Blackburneus</i> sp.1	24	2	26
<i>Canthidium</i> prox. <i>deyrollei</i>	486	195	681
<i>Canthidium</i> sp.2	1343	995	2338
<i>Canthidium</i> sp.3	3	0	3
<i>Canthon</i> (<i>Canthon</i>) <i>eaquinoctialis</i>	73	18	91
<i>Canthon</i> (<i>Canthon</i>) sp.1 [GRUPO <i>virens</i>]	7	40	47
<i>Canthon</i> (<i>Glaphyrocanthon</i>) prox. <i>subhyalinus</i>	12	62	74
<i>Canthon fulgidus</i>	23	120	143
<i>Canthonella</i> sp.1	1	0	1
<i>Deltochilum</i> (<i>Deltohyboma</i>) sp.1	9	8	17

Espécies	Chuva	Seca	Total
<i>Dichotomius (Dichotomius) imitator</i>	2	1	3
<i>Dichotomius (Dichotomius) robustus</i>	3	6	9
<i>Dichotomius (Luederwaldtinia) sp.1 [GRUPO globulus]</i>	0	12	12
<i>Dichotomius (Luederwaldtinia) sp.1 [GRUPO lucasi]</i>	1881	1444	3325
<i>Dichotomius melzeri</i>	24	0	24
<i>Eurysternus caribaeus</i>	67	17	84
<i>Eurysternus hirtellus</i>	52	39	91
Ateuchini sp.1	0	1	1
<i>Ontherus carinifrons</i>	559	434	993
<i>Onthophagus sp.1</i>	11	15	26
<i>Onthophagus sp.2</i>	0	1	1
<i>Pseudocanthon xanthurus</i>	0	1	1
<i>Scybalocanthon sexpilotus</i>	1	0	1
<i>Scybalocanthon sp.1</i>	21	3	24
<i>Sylvicanthon sp.1</i>	632	224	856
<i>Trichillum sp.1</i>	0	1	1
<i>Trichillum sp.2</i>	3	0	3
<i>Uroxys sp.1</i>	1261	958	2219
<i>Uroxys sp.2</i>	4	0	4
	6745	4713	11458

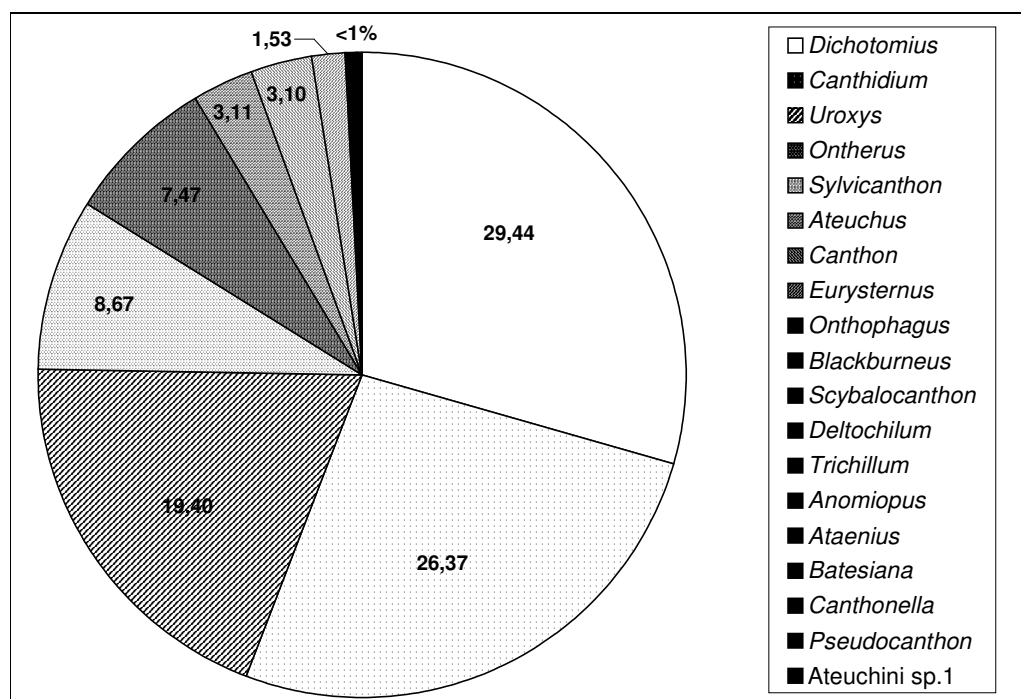


Figura 4. Distribuição percentual da abundância dos gêneros de Scarabaeidae coprófagos coletados com pitfall com isca de fezes na região de Alter do Chão, Pará.

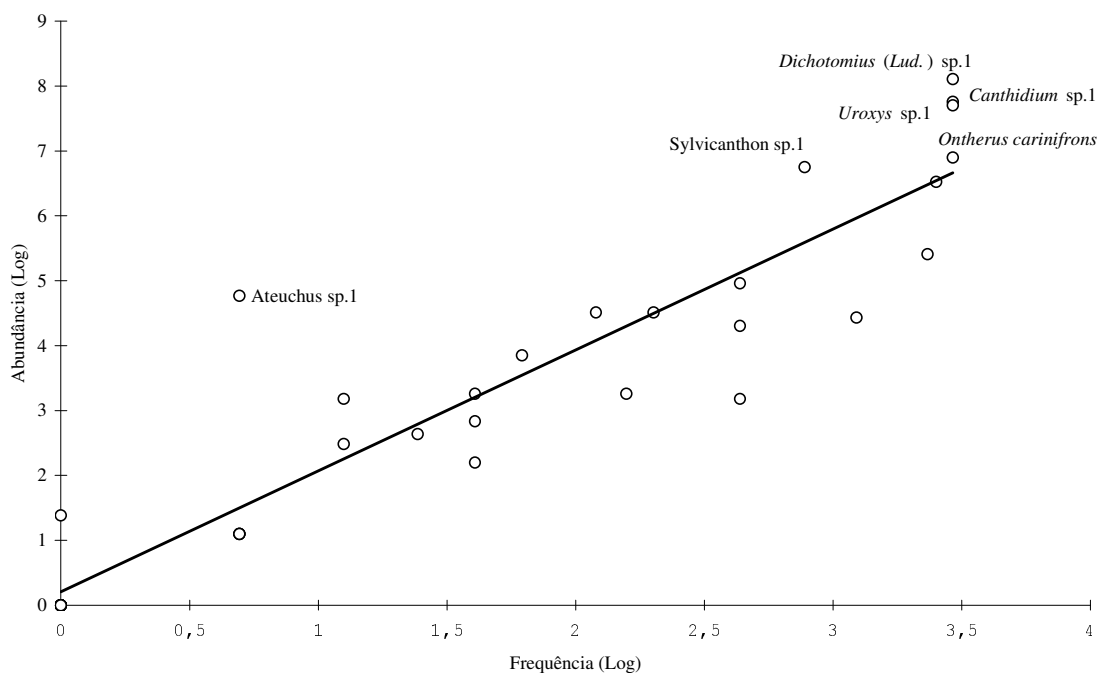


Figura 5. Relação entre abundância e frequências totais das espécies de Scarabaeidae coprófagos, coletados em pitfall com isca, em dois períodos sazonais na região de Alter do Chão, Pará.

No período mais seco (julho), foram coletados 4.713 indivíduos distribuídos em 26 espécies ou morfoespécies, sendo capturados em média, 14,7 (SD=1,43) indivíduos por armadilha (N=320). No período mais úmido (dezembro e janeiro), foram coletados 6.745 indivíduos distribuídos em 31 espécies ou morfoespécies, com média de 21,1 (SD=3,08) indivíduos por armadilha (N=320). Para número de captura, a ilha de floresta de número 10 (IF10) foi um ponto discrepante no período chuvoso (94 indivíduos por armadilha), quando retirado da análise, a média de captura por armadilhas cai para 18,7 (SD=2,03). Nas ilhas de floresta foram registrados 8.061 indivíduos, distribuídos em 30 espécies ou morfoespécies, sendo capturados, em média, 16,8 (SD=2,04) indivíduos por armadilha (N=480), retirando IF10 tem-se uma média de 14,8 (SD=1,22). Nas áreas de

floresta contínua foram coletados 3.397 indivíduos distribuídos em 25 espécies, com média de 18,2 (SD=3,20) indivíduos por armadilha (N=160). Como IF10 foi um ponto discrepante (teve 94 indivíduos por armadilha enquanto a média por local foi de 16,8 (SD=2,04)), os testes foram realizados com a inclusão e exclusão desta amostra. Não houve efeito significativo de sazonalidade ou ambiente (floresta contínua x ilhas) com a presença do ponto discrepante (ANOVA: $F_{32,2}=0,871$; $p=0,354$). Entretanto, na ausência deste, a abundância de indivíduos foi significativamente maior nas amostras de floresta contínua que nas ilhas, em ambas as estações ($F_{32,2}=4,795$; $p=0,033$) (Tabela 5), enquanto confirmou-se que não houve diferença significativa de abundância entre as estações ($F_{32,2}=0,552$; $p=0,460$).

Tabela 5. Resultado da ANOVA na ausência do ponto discrepante (IF10) para o número médio de indivíduos capturados por pitfall com isca de fezes nas diferentes estações sazonais (Seca e Chuva) e tipo de área de coleta (Ilha de floresta e Floresta contínua) ($R=0,347$; $R^2=0,120$).

	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	F	P
Estação	99,867	1	99,867	1,094	0,300
Tipo de área	437,916	1	437,916	4,795	0,033
EST*TIPO	50,410	1	50,410	0,552	0,460
Erro	5388,026	59	91,322		

As curvas de rarefação de espécies construídas para cada período sazonal e total de coleta não alcançaram assíntota, indicando que as amostras não foram suficientes para o levantamento completo da riqueza de espécies de Scarabaeidae coprófagos, coletados com pitfall com isca de fezes humanas para a área de estudo (Figura 6). No entanto, a inclinação das duas curvas sazonais é similar, e seguem um padrão semelhante ao do levantamento total, indicando que as curvas são comparáveis e que a riqueza de espécies da seca é menor que a da chuva, quando observadas em um esforço comparável (Figura 6).

O número de espécies estimado pelos estimadores variou tanto nos períodos sazonais (Seca e Chuva) quanto no total. O estimador de riqueza que mais se aproximou do observado foi MMeans (Tabela 6).

Tabela 6. Valores estimados por diferentes estimadores de riqueza para o número total de espécies de Scarabaeidae coprófagos coletados com pitfall com isca de fezes em ilhas de floresta e floresta continua em dois períodos sazonais (Seca e Chuva), na região de Alter do Chao - PA.

	Floresta Continua	Ilha de Floresta	Chuva	Seca	TOTAL
Amostras	8	24	32	32	32
Valor Observado	25	30	31	26	36
ACE	29,62	45,22	38,53	37,54	60,9
ICE	27,22	48,5	39,34	31,08	49,55
Chao 1	31	66	49	44	81
Chao 2	26,6	50,17	37,4	35	51,13
Jack 1	28,5	40,54	38,75	31,81	46,66
Jack 2	28,29	47,99	41,71	35,62	53,34
MMRuns	28,45	30,56	31,45	26,76	35,96
MMeans	27,55	29,98	30,81	25,81	35,69

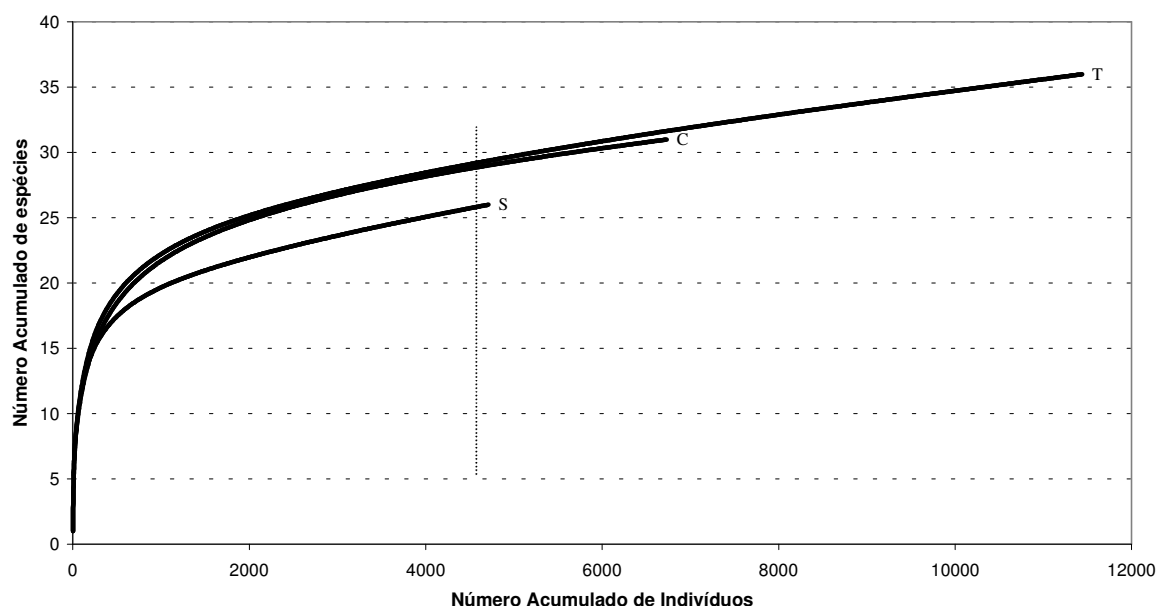


Figura 6. Curva de rarefação de espécies de Scarabaeidae coprófagos, coletados em pitfall com isca para as coletas sazonais na região de Alter do Chão, Pará (C=Chuva, S=Seca e T=Total).

O gênero *Canthon* apresentou três espécies que foram mais abundantes durante o período seco - *Canthon (Glaphyrocanthon) prox. subhyalinus*, *Canthon (Canthon) sp.1* [GRUPO *virens*] e *Canthon fulgidus* -, e *Dichotomius (Dichotomius) robustus*, apesar de pouco abundante, também foi mais presente na seca, diferentemente da maioria das espécies, que foi mais presente na chuva (Tabela 4). Algumas espécies ou morfoespécies foram encontradas em apenas um dos períodos de coleta, sendo quatro morfoespécies e uma espécie presentes apenas no período de seca, e oito morfoespécies e duas espécies encontradas somente no período chuvoso (Tabela 7). A similaridade quanto a espécies e morfoespécies para os períodos sazonais foi de 80,29% (N=22), ou seja, a maior parte das espécies ocorreu em ambos os períodos.

Tabela 7. Lista das espécies e morfoespécies encontradas exclusivamente em cada período sazonal. (N=Número de indivíduos).

Seca	N	Chuva	N
<i>Ateuchini sp.1</i>	1	<i>Anomiopus sp.1</i>	1
<i>Dichotomius (Luederwaldtinia) sp.1</i> [GRUPO <i>globulus</i>]	12	<i>Ataenius sp.2</i>	1
<i>Onthophagus sp.2</i>	1	<i>Ateuchus prox. murrayi</i>	1
<i>Trichillum sp.1</i>	1	<i>Batesiana sp.nov.1</i>	1
<i>Pseudocanthon xanthurus</i>	1	<i>Canthonella sp.1</i>	1
		<i>Canthidium sp.3</i>	3
		<i>Trichillum sp.2</i>	3
		<i>Uroxys sp.2</i>	4
		<i>Dichotomius melzeri</i>	24
		<i>Scybalocanthon sexpilotus</i>	1

Quanto à forma de utilização dos excrementos, baseado na literatura, pode-se afirmar que foram encontrados representantes das tribos Ateuchini (N=5.644), que são em sua maioria paracoprídeos (escavadores), mas também ocorreram alguns endocoprídeos

(residentes) como *Deltochilum* (N=4). Outras tribos representativas encontradas foram Canthonini (N=1.280), cujos indivíduos são telecoprídeos (roladores); Eurysternini (N=179) que são endocoprídeos; Coprini (N=4.451) e Onthophagini (N=29), representando também os paracoprídeos.

DISCUSSÃO

No presente estudo foram coletados 11.458 indivíduos identificados em 18 gêneros. O número encontrado de gêneros não difere muito da quantidade de gêneros encontrados por Klein (1989) e Quintero e Roslin (2005), que foram 16 e 17, registrados a partir de 3.780 e 14.657 indivíduos, respectivamente, em estudos com Scarabaeidae copronecrófagos, coletados com iscas de fezes e carcaças, nas áreas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), na Amazônia Central. Entretanto, o número de espécies e morfoespécies de Scarabaeidae coprófagos encontrados neste estudo (N=36) é menor do que o registrado nas áreas do PDBFF, onde foram encontradas 54 espécies por Klein (1989), 61 por Quintero e Roslin (2005) e Andresen (2003) encontrou 54 espécies, dos 14.608 indivíduos coletados.

Em estudos com Scarabaeidae coprófagos, em Manaus (Reserva Adolfo Ducke), Vulinec (2002), usando como isca fezes humanas, encontrou 49 espécies, dos 1.476 indivíduos coletados e, em Cacaúlândia (área particular), em Roraima, 78 espécies de 11.868 indivíduos. Na Amazônia Oriental, no Estado do Pará, Vulinec (2002), no mesmo trabalho, encontrou 39 espécies de 1.161 indivíduos em Caxiuanã (Estação Científica Ferreira Penna), enquanto Scheffler (2005), na região do município de Pau d'Arco, outra

região do Estado, usando também como isca fezes humanas, encontrou 60 espécies identificadas a partir de 6.213 escarabeídeos coprófagos.

As diferenças no número de espécies encontradas podem estar relacionadas ao tipo de isca utilizada, uma vez que o uso de iscas de carcaças permite a captura de indivíduos de espécies copronecrófagas, que normalmente são mais atraídas por carcaças do que fezes, entretanto Vulinec (2002) e Scheffler (2005), utilizando apenas fezes humanas, encontraram maior número de espécies do que no presente estudo. Além disso, os estudos anteriores analisaram diferentes formações ambientais que incluíam ambientes abertos como savanas e pastagens, diferente do presente estudo, onde foram analisadas apenas floresta contínua e ilhas de floresta. Mas em relação ao número total de indivíduos coletados, o esforço total é comparável entre estes estudos supracitados, sendo que no presente, o número de Scarabaeidae coletados é na maioria das vezes maior – o que pode indicar que a área do estudo tem menor número de espécies que as outras localidades estudadas.

A distribuição encontrada entre o número de indivíduos e as espécies reflete um padrão já observado anteriormente para Scarabaeidae (Howden e Nealis 1975, Milhomem *et al.* 2003), na qual a maioria das espécies apresenta baixa abundância e frequência, e as espécies que apresentam grandes abundâncias são frequentes em praticamente todas as amostras. As espécies e morfoespécies que foram mais abundantes (*Dichotomius (Luederwaldtinia)* sp.1 [GRUPO *lucasi*], *Canthidium* sp.2, *Uroxys* sp.1, *Ontherus carinifrons*), representam grupos mais eficientes de dispersores de fezes (Howden e Nealis 1975). A ocorrência do gênero *Eurysternus* é associada na América do Sul à presença de grandes mamíferos (Cambefort 1991), e sua baixa abundância neste estudo

reflete as condições observadas para a área, onde é relatada a existência de veados (*Mazama gouazoubira*) como único mamífero de grande porte. Outros mamíferos de médio e pequeno porte encontrados na área são guariba (*Alouatta belzebu*), macaco-prego (*Cebus apella*) (somente na floresta contínua), zogue-zogue (*Calicebus moloch*), sagüi (*Calitrix argentata*), coati (*Nassua nassua*), furões (*Galictis vittata*), preguiças (*Bradypus variegatus* e *Choloepus didactylus*), iraras (*Eira barbara*), tatus (*Dasybus novemcinctus*), tamanduá-í (*Cyclopes didactylus*), tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*), diversos roedores, marsupiais e 71 espécies de quirópteras (Albernaz *et al.* 1999, Bernard e Fenton 2002). Os escarabeídeos coprófagos da morfoespécie *Dichotomius* (*Luederwaldtinia*) sp.1 [GRUPO *lucasi*], *Canthidium* sp.2, *Uroxys* sp.1, *Ateuchus* sp.3 e *Silvicanthos* sp.1, cujas abundâncias foram maiores do que as esperadas por suas frequências, podem estar associados a alguns destes mamíferos. No entanto, esta associação ainda precisa ser investigada.

A falta de padronização dos métodos de coleta, do tipo de isca utilizada e número de armadilhas nos trabalhos realizados com Scarabaeidae dificultam uma comparação direta com outros estudos da abundância e riqueza de espécies encontradas. O espaçamento utilizado entre as armadilhas neste estudo é o recomendado, de acordo com um estudo recente, onde foi constatado que a padronização da distância de 50 m minimiza a interferência das armadilhas (Larsen e Forsyth 2005), diferentemente das distâncias utilizadas em outros estudos - 17 m (Klein 1989, Quintero e Roslin 2005), 20 m (Vulínek 2002, Schiffler 2003), 30 m (Andresen 2003, Scheffler 2005) e 100 m (Koller *et al.* 1997) - tanto no Cerrado, Amazônia como em região de transição. O período de permanência das armadilhas nas áreas de coleta foi menor do que o utilizado em outros trabalhos, nos quais em média permaneceram quatro dias, quando as curvas de acúmulo de espécies se

estabilizaram (Spector e Forsyth 1998). No entanto, a média de armadilhas por dia foi similar, por exemplo, àquela de Scheffler (2005). Embora as curvas de rarefação tenham mostrado que o número de coletas ainda não foi suficiente para o levantamento exaustivo da riqueza de espécies de Scarabaeidae coprófagos com o método utilizado, as estimativas de riqueza obtidas por alguns dos estimadores foi próxima ao número de espécies encontrado, indicando que o esforço de coleta está próximo ao número de espécies esperado para a região (Colwell e Coddington 1994), assim como para as duas estações amostradas.

A falta de revisões taxonômicas dificultou a identificação dos indivíduos ao nível de espécie, fazendo com que 69% das espécies fossem identificadas apenas como morfoespécies. Contudo, isso não compromete as análises, pois segundo Oliver e Beattie (1996), as morfoespécies resultam em estimativas de riqueza e de substituição ao longo da paisagem (turnover) tão consistentes como as geradas por espécies identificadas por especialistas. Entretanto, as comparações entre as biotas ficam um pouco prejudicadas quando as identificações não atingem o nível de espécies.

No presente estudo, pudemos observar que há ocorrências de espécies pertencentes aos biomas do Cerrado e da Amazônia e caso este estudo tivesse sido feito em apenas um dos períodos sazonais, como o da seca, algumas espécies poderiam ser negligenciadas, como as ocorrentes apenas no período chuvoso. Além disso, Andresen (2005), estudando escarabeídeos em florestas secas no México observou que a maioria das espécies encontradas durante os períodos úmidos estava ausente na seca, mostrando a importância de uma coleta em ambos os períodos sazonais. Entretanto, este efeito pode

ainda ser aleatório, uma vez que no presente estudo não foi realizada uma repetição de coleta nos períodos sazonais.

Assim como a falta de revisão taxonômica para os gêneros de Scarabaeidae e a falta de padronização dos protocolos de coleta, a influência da sazonalidade é um fator que pode também dificultar as comparações para a caracterização da fauna da região de Alter do Chão, uma vez que a maioria das coletas em outros estudos ocorreu durante a seca e algumas espécies que seriam mais presentes durante o período chuvoso podem não ter sido registradas. Dessa forma, todos estes fatores fazem com que não seja possível ter uma noção completa da parcela da biota deste ecótono savana-floresta que é oriunda de cada bioma (Amazônia e Cerrado). A alta proporção de espécies deste estudo que não havia sido registrada em nenhum dos estudos anteriores evidenciou também a falta de trabalhos com Scarabaeidae em todos os biomas, e em diferentes períodos sazonais. Ainda assim, a fauna encontrada no presente estudo apresentou elementos dos dois biomas, mas aparentemente com uma menor riqueza de espécies que a das outras áreas anteriormente estudadas.

7. CAPÍTULO 2: Composição de Scarabaeidae (Coleoptera) coprófagos de floresta contínua e ilhas de floresta da região de Alter do Chão, Pará: sua relação com o tamanho da área, índice de forma, isolamento, vegetação e distâncias de estradas.

INTRODUÇÃO

Apesar de ser um bioma suficientemente grande para influenciar o clima regional e global e de possuir mais espécies vegetais e animais do que qualquer outra floresta do mundo (Nepstad 2001), as taxas de desmatamento na Amazônia têm aumentado constantemente, o que acaba por resultar na formação de remanescentes florestais de diferentes tamanhos e diferentes graus de isolamento entre si (Laurance *et al.* 2000, 2004).

A construção de estradas é uma causa freqüente da fragmentação, pois a abertura da floresta altera as características do ambiente de várias formas, como umidade do solo, temperatura, capacidade de retenção de água, luminosidade, quantidade de poeira, sedimentação, superfície de escoamento, capacidade de fuga dos animais (Trombulak e Frissell 2000) e estes efeitos são similares aos observados na borda de fragmentos florestais (Camargo e Kapos 1995). Fragmentos florestais são definidos como blocos isolados de floresta de origem antrópica, circundados por áreas de cobertura não florestal (Dale e Pearson 1997, Gascon e Lovejoy 1998, DeSouza *et al.* 2001, Gascon *et al.* 2003).

A maioria dos estudos sobre os efeitos da fragmentação ambiental tem sido realizada em áreas fragmentadas há menos de 100 anos (Watson 2003). Alguns dos estudos mais conhecidos sobre os efeitos da fragmentação foram obtidos em fragmentos criados experimentalmente, cujo horizonte de tempo é de cerca de 20-30 anos. Assim, pouco se

conhece sobre os efeitos em longo prazo da fragmentação (McGarigal e Cushman 2002), especialmente nos trópicos, onde estudos de biologia são escassos. Watson (2002), deixa evidente a dificuldade de se estabelecer uma clara distinção entre a origem da fragmentação em áreas há muito tempo existentes; como é o caso de Alter do Chão, onde não se tem certeza se as ilhas de floresta encontradas na matriz de savana são fragmentos (de origem antrópica) ou se são classificadas como ilhas de floresta (fragmentos de origem natural).

Na Amazônia Central, Klein (1989), estudando Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) em quatro áreas – floresta contínua, fragmentos de 1 e de 10 ha, e em área desmatada –, encontrou uma maior riqueza de espécies em floresta contínua. Entretanto, nas mesmas áreas do estudo de Klein (1989), Didham *et al.* (1998), analisando comunidade de Coleoptera e Quintero e Roslin (2005), repetindo os experimentos de Klein 14 anos depois, não constataram essa influência do tamanho da área sobre a riqueza de espécies. Barbosa e Marquet (2002), estudando três fragmentos de 0,3, 2 e 14,2 ha no Chile, encontraram uma relação positiva entre a riqueza de espécies e a área do fragmento. Em floresta semidecídua, em Minas Gerais, Schiffler (2003), estudando Scarabaeidae em 12 fragmentos (entre 1,1 e 65,5 ha), também não constatou uma relação entre riqueza e o tamanho de área.

Klein 1989, Barbosa e Marquet 2002 observaram uma diminuição no número de indivíduos com a redução do tamanho do fragmento, um outro estudo registrou maior abundância de coleópteros em fragmentos de tamanho intermediário (10 ha), enquanto áreas de floresta contínua e fragmentos de 1 ha apresentaram mesma abundância (Andresen 2003). Outros estudos não verificaram a existência da relação entre tamanho da área e abundância de indivíduos (Didham *et al.* 1998, Quintero e Roslin 2005).

Lassau *et al.* (2005), analisando a complexidade estrutural do fragmento florestal (vegetação, solo e rochas) e seu papel sobre a diversidade da comunidade de Coleoptera, observaram que a riqueza de espécies e a abundância foram maiores em hábitat mais complexos, e notaram ainda que a riqueza estava relacionada positivamente com a serrapilheira, aumento na quantidade de arbustos e umidade do solo, resultado similar ao obtido por Didham *et al.* (1998). A riqueza e composição de Scarabaeidae também vêm sendo relacionadas a diversos aspectos como características ambientais e biológicas dos fragmentos florestais (Halffter *et al.* 1992), por exemplo, o aumento da quantidade de árvores com diâmetro a altura do peito (DAP) menores que 5 cm foi relacionada negativamente à riqueza de Scarabaeidae, enquanto a presença de árvores mais altas foi relacionada a um maior número de espécies (Schiffler 2003). Sugere-se que a presença de árvores de dossel exerça influência positiva na abundância de coleópteros de espécies coletadas com pitfall como a família Scarabaeidae (Lassau *et al.* 2005).

MÉTODOS

Área de estudo
(Ver página 19)

Estrutura da vegetação

Foram feitos quatro transectos de 250 m de comprimento por 2 m de largura, em cada ponto de coleta, onde foram registrados o DAP de todas as árvores com diâmetro igual ou superior a 5 cm. Estes dados, fornecidos por William Magnusson, foram utilizados para calcular o diâmetro médio e o número de indivíduos para cada local de coleta.

Análise de dados

Para avaliar se o esforço por local poderia ser comparável entre as amostras, uma curva de rarefação foi construída para cada uma das áreas de coleta. Levando-se em conta que o número total de amostras em ilhas de floresta foi maior do que de floresta contínua, considerou-se importante também avaliar a robustez da amostragem em cada um destes ambientes. Para isso, foram construídas curvas de rarefação agrupando as informações em ilhas de floresta e floresta contínua, sendo estas comparadas com o total das amostras. As curvas foram geradas com base na matriz de dados inseridas no programa BioDiversityPro (McAleece 1997). A similaridade entre as ilhas de floresta e floresta contínua foi determinada no programa Primer (Primer-E 2001), que utiliza o índice de distância de Bray-Curtis. O número de espécies encontrado nas ilhas de floresta, floresta contínua e total foi também comparado com os estimadores de riqueza (ACE, ICE, Chao 1, Chao 2, Jack 1, Jack 2, MMRuns e MMMeans: ver premissas dos estimadores no Anexo II) gerados pelo EstimateS 7.5 (Colwell 2005).

Para verificar o padrão das comunidades encontradas nos diferentes locais, foi realizada uma ordenação da matriz com as espécies e morfoespécies por local de amostragem. O método de ordenação utilizado foi HNMDS (Semi-strong Hibrid Multidimensional Scaling), disponível no programa PATN (Belbin 1992). A distância de Bray-Curtis foi usada como medida de associação, e foi aplicada sobre os dados não transformados. Para as análises, os dados das amostras das estações seca e chuvosa foram agrupados para obter maior representatividade nas amostras, uma vez que o esforço por local foi em geral menor que o empreendido para estudos com Scarabaeidae, especialmente

se separasse as amostras por estação (veja a discussão do capítulo anterior). Para testar a ocorrência de um padrão hierárquico entre as comunidades amostradas foi utilizado o Nestedness Temperature Calculator Program (Atmar e Patterson 1995).

Para avaliar os fatores que estavam influenciando a comunidade de Scarabaeidae, foi feita uma análise de correlação canônica entre os eixos obtidos pela ordenação e a menor distância das ilhas de floresta para a floresta contínua, o tamanho das ilhas de floresta e sua forma, definida pelo índice perímetro/área. A significância foi investigada pelo teste de hipótese sobre as correlações que indicaram se os eixos estavam ou não relacionados a algumas das variáveis selecionadas. Estas análises foram feitas com o programa Systat 10 (SPSS 2000). Para avaliar se existiu algum efeito antrópico das estradas sobre a estrutura da vegetação, ainda foi feita uma correlação simples (Pearson) entre o número de árvores, diâmetro médio (DAP igual ou superior a 5 cm) e distância de estradas. O efeito da distância de estradas sobre a comunidade de escarabeídeos foi testada também por correlação canônica, tendo sido a significância corrigida pelo método de Bonferroni, uma vez que os mesmos dados foram usados para ambos os testes.

Para a obtenção da área e perímetro das ilhas de floresta foi utilizada a extensão "X-Tools" (DeLaune 2000), associada ao programa ArcView (ESRI 1996), sobre o mapa da área digitalizado e disponibilizado por Albernaz (2001). Com a utilização do programa ArcView, foram obtidas as distâncias entre as ilhas de floresta e destas entre as estradas vicinais e floresta contínua, usando-se a extensão "Nearrest Features v3.6d" (Jenness 2002).

RESULTADOS

A maioria das curvas de rarefação feitas para as amostras individuais não alcançou a assíntota, e as inclinações das curvas foram muito díspares entre si, indicando que a comparação da riqueza de espécies entre as áreas não seria adequada (Figura 7). Foram coletadas no total mais espécies nas ilhas de floresta (30) que na floresta contínua (25), entretanto para um esforço comparável entre ilhas de floresta e floresta contínua pode-se observar uma maior riqueza em floresta contínua (Figura 8). As rarefações agrupando as amostras por ambientes (ilha de floresta e floresta contínua) e total, também não alcançaram a assíntota, mas ultrapassaram o ponto de inflexão e tiveram inclinações semelhantes, o que foi considerado indícios de que o esforço empreendido para estes ambientes pudesse ser comparável. Entretanto, as curvas indicaram que as amostras ainda não foram suficientes para o levantamento exaustivo da riqueza de espécies de Scarabaeidae que podem ser coletadas com pitfall com iscas de fezes humanas, para os dois ambientes amostrados (Figura 8). O número de espécies estimado pelos estimadores foi bem variado tanto para as áreas de coleta (ilhas de floresta e floresta contínua) quanto para o total coletado (Tabela 6). Os estimadores de riqueza que mais se aproximaram do observado foram MMMeans para as ilhas de floresta (29,98) e total (35,75); e Chao 2 (26,6) para floresta contínua.

A floresta contínua teve um maior número de indivíduos coletados por armadilha, indicando uma maior abundância de Scarabaeidae naquele ambiente (Capítulo 1). A similaridade de espécies entre os dois ambientes foi de 69,09%. Das 36 espécies ou morfoespécies coletadas, pôde-se observar que algumas foram exclusivas das ilhas de floresta (11; 30,56%) e outras apareceram somente em floresta contínua (6; 16,67%), mas a

maioria foi presente tanto em ilhas de floresta como na floresta contínua (19; 52,78%), sendo as morfoespécies *Canthidium* sp.2, *Dichotomius* (*Luederwaldtinia*) sp.1 [GRUPO *lucasi*], *Uroxys* sp.1 e a espécie *Ontherus carinifrons* as mais freqüentes, tendo ocorrido em todos os locais de coleta e em todas as amostras (Tabela 8).

Tabela 8. Composição e abundância de Scarabaeidae coprófagos coletados na região de Alter do Chão, Pará, Brasil. FC=Floresta Contínua; IF=Ilha de Floresta; B= FC e IF.

Espécies	Local	IF	FC	Total
<i>Anomiopus</i> sp.1	IF	1	0	1
<i>Ataenius</i> sp.2	FC	0	1	1
<i>Ateuchus</i> prox. <i>murrayi</i>	IF	1	0	1
<i>Ateuchus pygidialis</i>	B	159	64	223
<i>Ateuchus</i> sp.1	FC	0	14	14
<i>Ateuchus</i> sp.3	FC	0	118	118
<i>Batesiana</i> sp.nov.1	IF	1	0	1
<i>Blackburneus</i> sp.1	B	1	25	26
<i>Canthidium</i> prox. <i>deyrollei</i>	B	515	166	681
<i>Canthidium</i> sp.2	B	1891	447	2338
<i>Canthidium</i> sp.3	IF	3	0	3
<i>Canthon</i> (<i>Canthon</i>) <i>eaquinoctialis</i>	B	14	77	91
<i>Canthon</i> (<i>Canthon</i>) sp.1 [GRUPO <i>virens</i>]	IF	47	0	47
<i>Canthon</i> (<i>Glaphyrocanthon</i>) prox. <i>subhyalinus</i>	B	52	22	74
<i>Canthon fulgidus</i>	B	23	120	143
<i>Canthonella</i> sp.1	FC	0	1	1
<i>Deltochilum</i> (<i>Deltohyboma</i>) sp.1	B	11	6	17
<i>Dichotomius</i> (<i>Dichotomius</i>) <i>imitator</i>	FC	0	3	3
<i>Dichotomius</i> (<i>Dichotomius</i>) <i>robustus</i>	B	8	1	9
<i>Dichotomius</i> (<i>Luederwaldtinia</i>) sp.1 [GRUPO <i>globulus</i>]	B	8	4	12
<i>Dichotomius</i> (<i>Luederwaldtinia</i>) sp.1 [GRUPO <i>lucasi</i>]	B	2501	824	3325
<i>Dichotomius melzeri</i>	B	16	8	24
<i>Eurysternus caribaeus</i>	B	66	18	84
<i>Eurysternus hirtellus</i>	B	12	79	91
<i>Ateuchini</i> sp.1	IF	1	0	1
<i>Ontherus carinifrons</i>	B	810	183	993
<i>Onthophagus</i> sp.1	B	5	21	26
<i>Onthophagus</i> sp.2	FC	0	1	1
<i>Pseudocanthon xanthurus</i>	IF	1	0	1
<i>Scybalocanthon sexpilotus</i>	IF	1	0	1
<i>Scybalocanthon</i> sp.1	B	1	23	24
<i>Sylvicanthon</i> sp.1	B	796	60	856
<i>Trichillum</i> sp.1	IF	1	0	1
<i>Trichillum</i> sp.2	IF	3	0	3

Espécies	Local	IF	FC	Total
<i>Uroxys</i> sp.1	B	1098	1121	2219
<i>Uroxys</i> sp.2	IF	4	0	4
	Total	8051	3407	11458

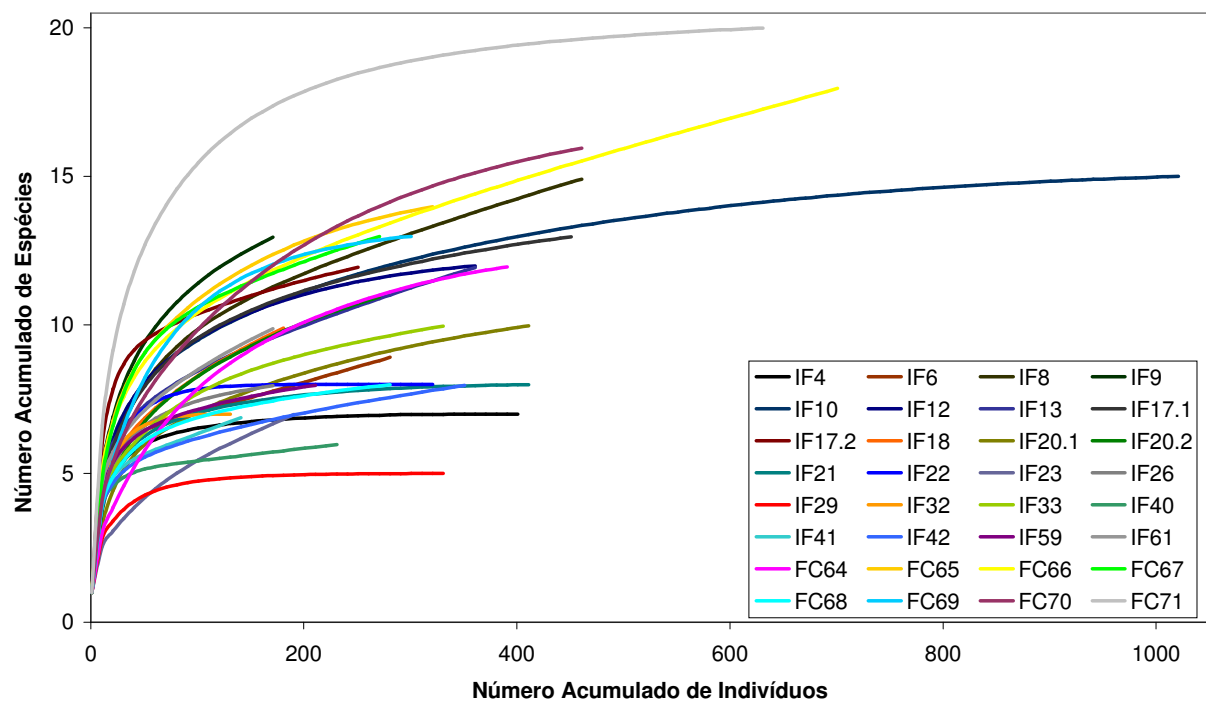


Figura 7. Curvas de rarefação de espécies de Scarabaeidae coprófagos, coletados em pitfall com isca para os 32 pontos de coleta da região de Alter do Chão, Pará (IF=Ilhas de Floresta; FC=Floresta Contínua).

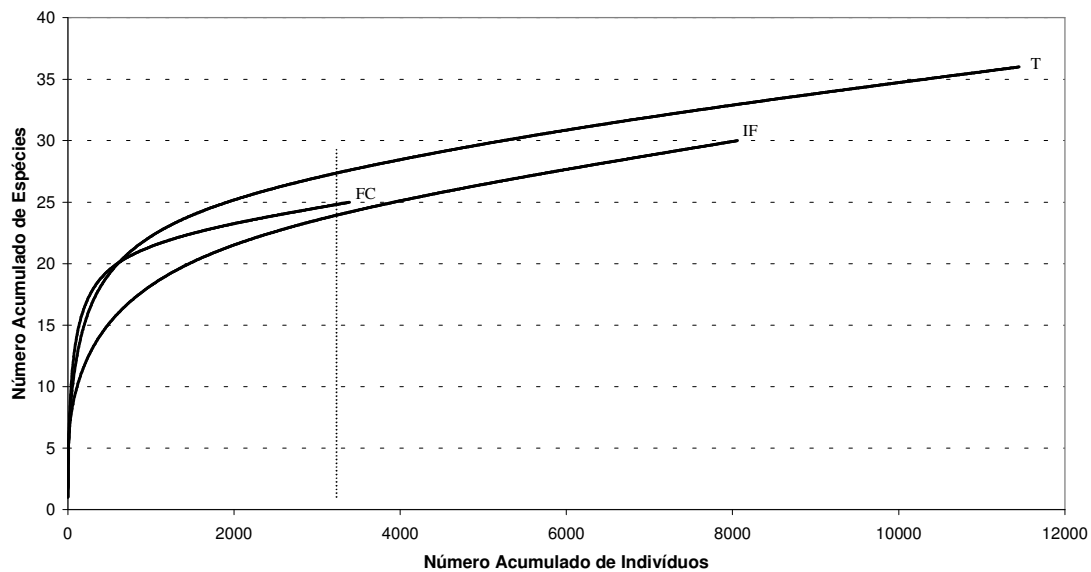


Figura 8. Curva de rarefação espécies de Scarabaeidae coprófagos, coletados em pitfall com isca para as áreas de estudo (IF=Ilha de Floresta, FC=Floresta Contínua e T=Total).

A ordenação por HNMDS (stress=0,248) para abundância de espécies não mostrou um padrão muito evidente, mas houve uma tendência de agrupamento das florestas contínuas, com exceção da floresta 65 (FC65) (Figura 9). Como a amostragem foi realizada em 32 locais, apenas três variáveis foram utilizadas para o teste, de acordo com o recomendado pelo tamanho de amostra. Foram escolhidas as variáveis mais usuais em estudos de fragmentação: o tamanho, isolamento (distância para a floresta contínua) e a forma das ilhas de floresta. Não foi encontrada uma relação significativa entre a ordenação e as variáveis testadas: isolamento (Pillai-Trace=0,102); tamanho (Pillai-Trace=0,350); ou forma das ilhas de floresta (Pillai-Trace=0,674). No entanto, a relação entre o eixo 1 e o isolamento foi significativa (eixo 1, $F= 5,363$, $p= 0,031$; eixo 2, $F= 0,008$, $p=0,928$).

Como não houve efeito conjunto das variáveis consideradas mais importantes neste contexto de estudo de fragmentação, optou-se por testar também o efeito que outras alterações antrópicas poderiam estar causando, direta ou indiretamente, na

comunidade de Scarabaeidae. Para isso, primeiro foi averiguado se o número de árvores, o diâmetro médio (DAP igual ou superior a 5 cm) e a distância de estradas estavam relacionados entre si. Observou-se uma correlação positiva entre o número de árvores e a distância de estradas ($r=0,658$). Devido a este resultado, para não incorrer em uma sobreposição de variáveis com mesmo efeito, optou-se então, por testar apenas a relação entre o número de árvores e o eixo 1. Foi constatado que o eixo 1 está significativamente relacionado ao número de árvores (eixo 1: $F=12,627$, $p=0,001$, eixo 2: $F=0,011$, $p=0,916$; Pillai-Trace= $0,006$), mesmo corrigido por Bonferroni ($p=0,012$), e provavelmente, também correlacionado com a distância das estradas.

As espécies foram ordenadas por médias ponderadas ao longo do eixo 1, de acordo com sua abundância nas 32 áreas amostradas (Figura 10). Observando o gráfico, pode-se notar que grande parte das espécies situou-se entre os valores de $-0,5$ e $0,5$, no eixo 1, área relacionada às amostras de floresta contínua para este eixo (Figuras 10 e 11). Amostras com menores valores no eixo 1 corresponderam principalmente às ilhas de floresta e tiveram apenas uma fração do total de espécies, indicando que as espécies encontradas em fragmentos tendem a ser um subconjunto do total de espécies, seguindo um padrão hierárquico. Sendo que individualmente, cada parcela na floresta contínua apresentou mais espécies do que cada ilha de floresta. Testando este padrão hierárquico, a temperatura obtida de $14,87^\circ$ para a matriz, revelou ser significativamente hierárquica [$P(T < 14,87^\circ) < 0,001$].

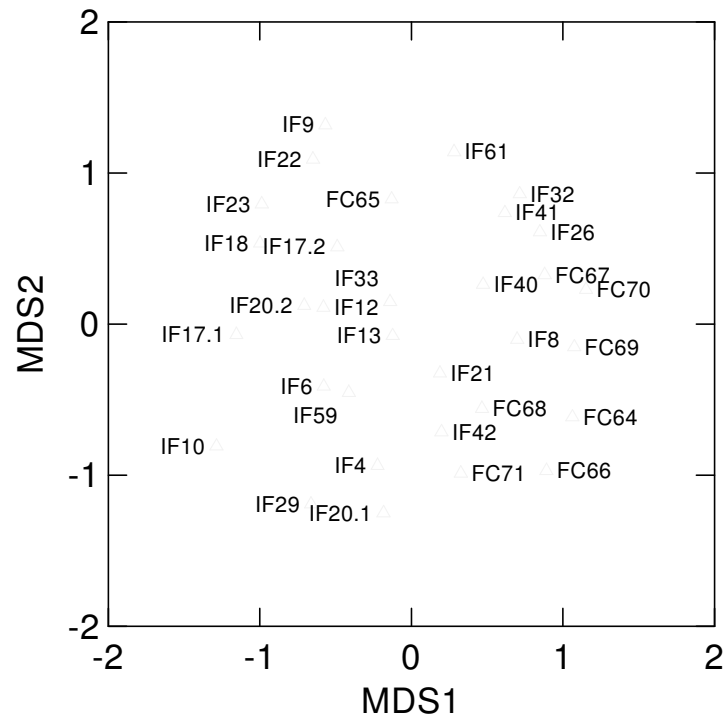


Figura 9. HN-MDS (Semi-strong Hibrid Multidimensional Scaling) stress=0,248, evidenciando a diferença na composição de espécies de Scarabaeidae coprófagos, coletados em pitfall com isca em Ilhas de Floresta (IF) e Floresta Contínua (FC) na região de Alter do Chão, Pará.

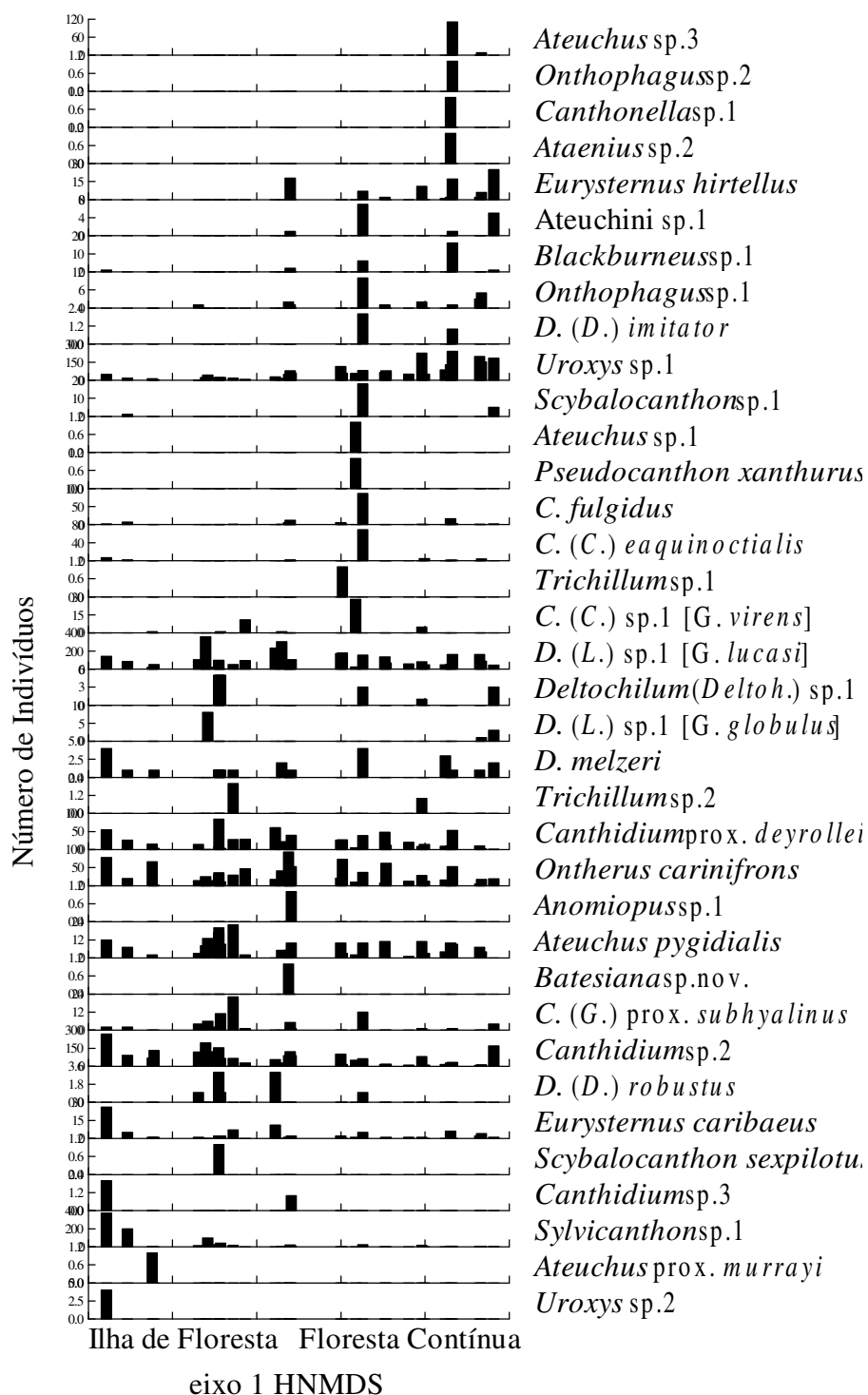


Figura 10. Ordenação gráfica pela média das espécies e morfoespécies com o eixo 1, para os Scarabaeidae coprófagos, coletados em pitfall com isca, na região de Alter do Chão, Pará

DISCUSSÃO

Muitos dos estudos de fragmentação são direcionados a testar os efeitos da alteração na riqueza de espécies, de acordo com o tamanho de área, sendo esperado que áreas menores e mais isoladas tenham menor número de espécies. No entanto, para nenhuma das amostras deste estudo o esforço pode ser considerado exaustivo: as curvas de rarefação não atingiram a assíntota, houve grande número de singletons, os estimadores forneceram estimativas bem acima do número de espécies encontrado. Desta forma, optou-se por não testar diferenças nos padrões de riqueza entre as áreas, mas trabalhar principalmente com padrões de comunidades, que podem revelar diferenças mais sutis, que vão além da lista de espécies (Faith e Walker 1996).

Surpreendentemente, o número total de espécies encontradas em ilhas de floresta foi maior do que o encontrado para floresta contínua. Este resultado foi verificado tanto pela simples riqueza, como pelos diferentes métodos de estimativa do número total de espécies. Os estimadores apontaram, inclusive, estimativas semelhantes ao número de espécies obtido, o que, conforme a literatura pertinente, seria um indicativo de suficiência de esforço. No entanto, foi empregado um esforço muito maior de coleta nas ilhas (24 amostras em ilhas: 8 amostras em floresta contínua), confirmando que mesmo a rarefação, que é considerado um método apropriado para comparar riqueza entre amostras de diferentes tamanhos, pode ser sensível ao efeito da abundância (Gotelli e Colwell 2001).

Para reforçar o indício de que as estimativas de riqueza estão sendo fortemente influenciadas pelo esforço quase três vezes maior empreendido nas ilhas de floresta, as análises dos padrões das comunidades (HNMDS e Nestedness) revelaram um

resultado oposto, indicando um empobrecimento relativo das comunidades das ilhas em relação às aquelas de florestas contínuas. Embora no conjunto as ilhas tenham tido mais espécies, o que pode ser um efeito da maior amostragem, cada floresta contínua individualmente teve mais espécies que as áreas dos fragmentos, e um grande conjunto de espécies parece estar ausente das ilhas. Devido à grande quantidade de singletons é difícil avaliar as espécies mais sensíveis à fragmentação. Mas, entre as mais abundantes, pode-se notar que *Canthon (Canthon) eaquinoctialis* e *Canthon fulgidus* tiveram a abundância claramente menor nas ilhas de floresta, enquanto *Eurysternus hirtellus* parece estar praticamente ausente nas ilhas.

Foi encontrada uma maior frequência de algumas espécies por habitat (ilhas de floresta e floresta contínua), onde *Onthophagus* sp.2, *Dichotomius (Dichotomius) imitator*, *Canthonella* sp.1, *Ateuchus* sp.3, *Ateuchus* sp.1 e *Ataenius* sp.2 foram encontradas apenas em floresta contínua. Também foi observado que grande parte das espécies mais frequentes em um único habitat apresentaram poucos ou um único indivíduo (Klein 1989, Quintero e Roslin 2005 e Andresen 2003). Scheffler (2005), no Estado do Pará, estudou diferentes fisionomias vegetais e Spector e Ayzama (2003), em estudo na Bolívia, em um ecótono de transição savana-floresta, observaram, respectivamente, que 22 e 33% das espécies encontradas eram mais frequentes em algum tipo de habitat. Padrões semelhantes ao encontrado no presente estudo foram registrados por Klein (1989), Quintero e Roslin (2005) e Andresen (2003) para as áreas do PDBFF, enfatizando que Scarabaeidae tem como característica ser um grupo que apresenta um grande número de espécies com baixa abundância (Howden e Nealis 1975).

Além do relativo empobrecimento das comunidades nas ilhas, a média de captura por armadilha foi maior na floresta contínua, mostrando uma maior abundância para este ambiente (como visto no capítulo 1), um resultado que difere do de Andresen (2003), que encontrou uma abundância similar entre fragmentos de 1 ha e a floresta contínua, mas observou o dobro desta abundância em fragmentos de 10 ha e atribuiu esse fato a uma possível elevação da taxa de disponibilidade de fezes por área em fragmentos de 10 ha e uma diminuição desta taxa em fragmentos de 1 ha. Os resultados apresentados neste estudo também são discordantes do trabalho de Quintero e Roslin (2005), que encontrou menor abundância em floresta contínua do que nos fragmentos de 1 e 10 ha.

Uma das grandes dificuldades em comparar os resultados deste estudo com o de outros para a região é que neste estudo a área das ilhas foi tratada de maneira contínua, enquanto nos estudos do PDBFF, por exemplo, a área possui apenas 3 níveis de tamanho (1, 10 e 100 ha) dos fragmentos. Uma outra diferença é que a maioria dos demais estudos baseou a análise sobre a riqueza, e neste, a análise foi baseada principalmente nos padrões de composição de espécies. No entanto, mesmo com estas diferenças, não houve efeito significativo do tamanho das ilhas de floresta sobre a comunidade de Scarabaeidae, um resultado semelhante aos encontrados por Klein (1989) e Andresen (2003). Estes autores encontraram uma diminuição de espécies apenas nos fragmentos de 1 ha, cuja área é menor que a de qualquer das ilhas incluídas no presente estudo. O número de espécies encontrado em fragmentos de 10 ha e na floresta contínua, contudo, foi semelhante (Klein 1989; Andresen 2003). Quintero e Roslin (2005), na mesma área de estudo de Klein (1989) e Andresen (2003), obteve resultado diferente destes, uma vez que encontrou um maior número de espécies em fragmentos de 1 ha, mas a semelhança entre fragmentos de 10 ha e

floresta contínua permaneceu. Esses três estudos foram realizados na mesma área em épocas diferentes. Não se pode afirmar quanto destas diferenças se devem à ação temporal, que deve ser mais bem explorada em um estudo de monitoramento destas comunidades.

A forma da ilha de floresta também não influenciou na abundância e riqueza de Scarabaeidae, como foi encontrado por Schiffler (2003). No entanto, o isolamento das ilhas de floresta afetou negativamente a comunidade de Scarabaeidae indicando uma pobre imigração ou recolonização destas áreas, mesmo as distâncias entre as áreas sendo relativamente pequenas (máximo=493,31 m para outras ilhas de mata).

O número de árvores ($DAP \geq 5$ cm) mostrou-se positivamente influente sobre a comunidade de Scarabaeidae, resultado semelhante ao obtido por Schiffler (2003), que notou que a riqueza de espécies estimadas por rarefação está relacionada com a altura das árvores e também negativamente com a densidade de árvores finas ($DAP < 5$ cm). A ação antrópica na área de estudo se reflete na relação que existe entre a distância de estradas e a estrutura da vegetação, onde se pode inferir uma influência indireta das estradas sobre a comunidade de Scarabaeidae, uma vez que a facilidade de acesso às ilhas de floresta pode estar influenciando negativamente no número de árvores de maior diâmetro, que são substituídas por mais indivíduos de menor porte. Nenhum estudo avaliou diretamente o efeito de estradas em comunidades de Scarabaeidae, no entanto um estudo com Carabidae em florestas entre 1 e 2 km de largura, em bordas de estradas, constatou que estas florestas suportariam uma população de carabídeos por no máximo 10 anos (Vermeulen e Opdam 1995). Driscoll e Weir (2005) encontraram um aumento significativo na abundância de cinco espécies de Coleoptera na margem das estradas e a redução de diversas outras, enfatizando uma possível existência de espécies especialistas de bordas.

O desenho experimental do presente estudo não foi direcionado para a avaliação direta do efeito de borda sobre a comunidade de Scarabaeidae, no entanto, se houvesse um forte efeito de borda, era esperado encontrar uma relação com o tamanho da área ou com a forma, uma vez que estes fatores afetam a proporção de borda.

Percebe-se então, de acordo com o presente estudo que o isolamento das ilhas de floresta e a degradação da floresta devido à proximidade de estradas afetam a comunidade de Scarabaeidae, levando esta comunidade à perda de espécies, que é observada nas áreas mais distantes ou com uma vegetação formada por grande densidade de caules.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O pequeno número de trabalhos com Scarabaeidae, as diferentes metodologias de coleta e a falta de uma lista de espécies, dificultam a comparação da fauna entre as áreas estudadas e os diversos biomas.

A fauna de Scarabaeidae da região estudada é composta tanto por espécies de Cerrado como por espécies da Amazônia, mas o resultado obtido não é evidente o suficiente para afirmar qual bioma é mais influente sobre a fauna de escarabeídeos coprófagos nesta região de transição savana-floresta.

Como neste estudo foram encontradas espécies presentes exclusivamente em um dos períodos sazonais, coletas em diferentes estações devem ser feitas. A maioria das amostragens em outros estudos ocorreu no período mais seco e possivelmente, algumas espécies encontradas por estes estudos foram subamostradas ou negligenciadas, além disso, diferentes espécies foram abundantes em diferentes períodos sazonais.

O esforço utilizado na coleta de dados não foi suficiente para a caracterização exaustiva da riqueza de espécies para a área de estudo, sendo necessário um maior número de amostragens para a obtenção da listagem completa. No entanto, o resultado inconclusivo das caracterizações quanto aos biomas e a riqueza de Scarabaeidae coprófagos não afetam a análise dos padrões das comunidades de Scarabaeidae.

A floresta contínua apresentou uma maior abundância de captura, mas um menor número total de espécies em relação às ilhas de floresta. No entanto, a análise de riqueza pode ser confundida pela diferença de esforço amostral entre estes dois ambientes

(24 em ilhas de floresta e 8 em floresta contínua), uma vez que a análise de padrões de comunidades separa as comunidades de ilhas de floresta contínua e revela que as ilhas contêm apenas um subconjunto das espécies encontradas na região.

Há uma frequência maior de algumas espécies para um tipo de habitat (ilha de floresta ou floresta contínua), reforçando a existência de um padrão hierárquico, onde as espécies ausentes nas ilhas de floresta tenderiam a desaparecer da região com o aumento da fragmentação daquelas florestas.

O efeito geral de empobrecimento das comunidades nas ilhas não foi relacionado ao tamanho da área nem à forma das ilhas. Os principais efeitos sobre a comunidade foram o isolamento (distância para outra área de floresta) e as alterações na estrutura da vegetação. Desta forma, é reforçada a idéia de que os efeitos da fragmentação podem ser potencializados por outras alterações antrópicas, tais como as causadas à estrutura da vegetação pela proximidade de estradas.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERNAZ, A.L.M. 2001. **Zoneamento Ecológico da Região de Alter do Chão: um exercício de planejamento para uma Unidade de Conservação de uso indireto.** Manaus. INPA (Tese de doutorado).
- ALBERNAZ, A.L.M.; MAGNUSSON, W.E. 1999. Home-range size of the bare-ear marmoset (*Callithrix argentata*) at Alter do Chão, Central Amazonia, Brazil. **International Journal of Primatology**, 20(5): 665–677.
- ALBERNAZ, A.L.M.; CINTRA, R.; SANAIOTTI, T.M.; LIMA, A.; MAGNUSSON, W.E. 1999. **Proposta para a Criação de uma Área de Proteção Ambiental (APA) em Alter do Chão, Santarém/Belterra, Pará.** Santarém, PA, Conselho de Desenvolvimento Comunitário de Alter do Chão e Procuradoria da República de Santarém.
- ALENCAR, A.; NEPSTAD, D.; McGRATH, D.; MOUTINHO, P.; PACHECO, P.; DIAZ, M.D.C.V.; SOARES-FILHO, B. 2004. **Desmatamento na Amazônia: Indo além da “Emergência Crônica”.** Belém: IPAM.
- ANDRESEN, E. 2005. Effects of season and vegetation type on community organization of dung beetles in a tropical dry forest. **Biotropica**, 37(2): 291-300.
- ANDRESEN, E. 2003. Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. **Ecography**, 26:87–97.

- ATMAR, W.; PATTERSON, B.D. 1995. **The Nestedness Temperature Calculator: a visual basic program, including 294 presence-absence matrices**. AICS Research, Inc. University Park, NM and the Field Museum, Chicago, IL.
- AZEVEDO-RAMOS, C.; MAGNUSSON, W.E.; BAYLISS, P. 1999. Predation as the Key Factor Structuring Tadpole Assemblages in a Savanna Area in Central Amazonia. **Copeia**, 1999(1): 22-33.
- BARBOSA, O.; MARQUET, P.A. 2002. Effects of forest fragmentation on the beetle assemblage at the relict forest of Fray Jorge, Chile. **Oecologia**, 132:296–306.
- BELBIN, L. 1992: **PATN – Pattern Analysis Package**. Division of Wildlife and Ecology. Australia, CSIRO.
- BERNARD, E.; FENTON, M.B. 2003. Bat mobility and roosts in a fragmented landscape in Central Amazonia, Brazil. **Biotropica**, 35(2): 262–277.
- BERNARD, E.; FENTON, M.B. 2002. Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera) in forest fragments, primary forests, and savannas in Central Amazonia, Brazil. **Canadian Journal of Zoology**, 80(2002): 1124-1140.
- BERNARD, E.; ALBERNAZ, A.L.K.M.; MAGNUSSON, W.E. 2001. Bat species composition in three localities in the Amazon Basin. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, 36(3): 177–184.
- BORROR, D. J.; DeLONG, D. M. 1969. **Introdução ao Estudo dos Insetos**. Rio de Janeiro: USAID.
- BUZZI, Z.J. 2002. **Entomologia Didática**. 4 ed. Curitiba: Ed. UFPR.

- CAMARGO, J.L.C.; KAPOS, V. 1995. Complex edge effects on soil moisture and microclimate in Central Amazonian forest. **Journal of Tropical Ecology**, 11: 205-221.
- CAMBEFORT, Y. 1991 Biogeography and evolution *In*: Hanski, I; Cambefort, Y. (eds.). **Dung Beetle Ecology**. Princeton University Press. New Jersey.
- CARVALHO-JR, E.A.R. 2003. **Efeitos da fragmentação florestal sobre a composição e abundância de lagartos de serrapilheira e sub-bosque em fragmentos associados a uma savana Amazônica**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA, Brasil (Dissertação de Mestrado em Ecologia).
- CARVALHO, K.S.; VASCONCELOS, H.L. 1999. Forest fragmentation in Central Amazonia and its effects on litter-dwelling ants. **Biological Conservation**, 91: 151-158.
- COLWELL, R.K. 2005. **EstimateS 7.5**. Disponível em: <http://purl.oclc.org/estimates> ou <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- COLWELL, R.K.; CODDINGTON, J.A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B**, 345: 101-118.
- COSTA, C. 1999. Coleoptera. *In*: Carlos Roberto F. Brandão e Eliana M. Canello (eds.) **Biodiversidade do Estado de São Paulo: Síntese do Conhecimento no Final do Século XX**. Parte 5 Invertebrados Terrestres - Série Biodiversidade do estado de São Paulo. pp. 113-122. BIOTA/FAPESP.
- COSTA, C.; VANIM, S.A.; CASARI-CHEN, S.A. 1998. **Larvas de Coleoptera do Brasil**. São Paulo. Museu de Zoologia de São Paulo:FAPESP.

- COSTA JÚNIOR, L.M.; KOLLER, W.W.; GOMES, A.; CONCEIÇÃO, W.L.F.; RODRIGUES, S.R.; VAZ-DE-MELLO, F.Z. 2002. Coleópteros coprófagos capturados através de armadilhas "pitfall" na Ilha de São Luís, MA, Brasil. Dados preliminares. *In: Congresso Brasileiro de Parasitologia Veterinária, 12.*, Rio de Janeiro, 2002. *Programas e Resumos*, Rio de Janeiro: CBPV/UFRRJ/PJ Eventos, R389.pdf (CD-ROM).
- CROWSON, R.A. 1981. **The Biology of Coleoptera**. London, Academic Press Inc. (London) Ltd.
- DALE, V.H.; PEARSON, S.M. 1997. Quantifying habitat fragmentation due to land use change in Amazonia. *In: Laurance, W.F.; Berregaard, R.O. (eds.) Tropical Forest Remnants – Ecology management and conservation of fragmented communities*. pp. 400-409. Chicago: The University of Chicago Press.
- DANTAS, S. M.; SANAIOTTI, T. M.; ALBERNAZ, A. L. K. M. 2005. Effects of fragmentation on *Thamnophilus stictocephalus* (Aves, Thamnophilidae) in semideciduous forest of Alter do Chão, Pará. **Brazilian Journal of Biology**, 65(3): 423-430.
- DELABIE, J.H.C.; VASCONCELOS, H.L. VILHENA, J.M.S.; AGOSTI, D. 2001. First record of the ant genus *Probolomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae: Ponerini: Platythyreini) in Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, 49(1): 397-398.
- DeLAUNE, M. 2000. **X-Tools Extension**. Oregon Department of Forestry (ODF). http://www.odf.state.or.us/DIVISIONS/management/state_forests/XTools.asp.

- DESOUZA, O; SCHOEREDER, J.H.; BROWN, V.; BIERREGAARD Jr., R.O. 2001. A theoretical overview of the processes determining species richness in forest fragments. *In: Bierregaard Jr., R.O.; Gascon, C.; Lovejoy, T.E.; Mesquita, R. (eds.). **Lessons from Amazonia – the ecology and conservation of a fragmented forest.*** pp. 13-21. Michigan: Sheridan Books.
- DIAMOND, J.M. 1976. Island biogeography and conservation: strategy and limitations. **Science**, 193:1027-1029.
- DIDHAM, R. K.; HAMMOND, P.M.; LAWTON, J.H.; EGGLETON, P.; STORK, N.E. 1998. Beetle species responses to tropical forest fragmentation. **Ecological Monographs**, 68 (3): 295-323.
- DIDHAM, R. K. 1997. The influence of edge effects and forest fragmentation on leaf litter invertebrates in Central Amazonia. *In: Laurance, W. F.; Bierregaard Jr., R. O., (eds.) **Tropical Forests Remnants: ecology, conservation and management of fragmented communities.*** pp. 55-70. University of Chicago Press.
- DIDHAM, R. K.; GHAZOUL, J.; STORK, N. E.; DAVIS, A.J. 1996. Insects in fragmented forest: a functional approach. **Trends in Ecology & Evolution**, 11(6): 255-259.
- DOUBE, B. M., MACQUEEN, A., RIDSDILL-SMITH, T. J.; WEIR, T. A. 1991. Native and introduced dung beetles in Australia. *In: Hanski, I. & Cambefort, Y. (eds.). **Dung Beetle Ecology.*** pp. 230–241. Princeton University Press, New Jersey.
- DOUBE, B.M. 1990. A functional classification for analysis of the structure of dung beetle assemblages. **Ecological Entomology**, 15: 371-83.

- DRISCOLL, D.A.; WEIR, T. 2005. Beetle responses to habitat fragmentation depend on ecological traits, habitat condition, and remnant size. **Conservation Biology**, 19(1): 182-194.
- DURÃES, R.; MARTINS, W.P.; VAZ-DE-MELLO, F.Z. 2005. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) assemblages across a natural forest-cerrado ecotone in Minas Gerais, Brazil. **Neotropical Entomology**, 34(5): 721-731.
- ESRI. 1996. **ArcView GIS**. Redlands, CA, USA, Environmental Systems Research Institute.
- FAITH, D.; WALKER, P. 1996. How do indicator groups provide information about the relative biodiversity of different sets of areas?: on hotspots, complementarity, and pattern-based approaches. **Biodiversity Letters**, 3(1): 18-25.
- FEER, F.; HINGART, Y. 2005. Effects of forest fragmentation on a dung beetle community in French Guiana. **Conservation Biology**, 19(4): 1103-1112.
- FRANCISCO, A.L.; MAGNUSSON, W.E.; SANAIOTTI, T.M. 1995. Variation in growth and reproduction of *Bolomys lasiurus* (Rodentia: Muridae) in an Amazonian Savanna. **Journal of Tropical Ecology**, 11(3): 419-428.
- GASCON, C.; LAURANCE, W.E.; LOVEJOY, T.E. 2003. Forest fragmentation and biodiversity in Central Amazonia. **Ecological Studies**, 162.
- GASCON, C.; LOVEJOY, T.E.; BIEREGAARD Jr., R.O.; MALCOLM, J.R.; STOUFFER, P.C.; VASCONCELOS, H.L.; LAURANCE, W.F.; ZIMMERMAN, B.; TOCHER, M.; BORGES, S. 1999. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. **Biological Conservation**, 91(1999): 223-229.

- GASCON, C.; LOVEJOY, T.E. 1998. Ecological impacts of forest fragmentation in Central Amazonia. **Zoology Review**, 101(4): 273-280.
- GÉNIER, F. 1996. A revision of the Neotropical genus *Ontherus* Erichson. **Memoirs of the Entomological Society of Canada**, 170: 1-169.
- GOTELLI, N.J.; COLWELL, R.K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters**, (2001) 4: 379-391.
- HALLFETER, G.; FAVILA, M.E.; HALFFETER, V. 1992. Comparative studies on the structure of scarab guild in tropical rainforest. **Folia Entomologica Mexicana**, 82: 195-238.
- HALFFETER, G., MATTHEWS, E.G. 1966. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). **Folia Entomologica Mexicana**, 12-14: 1-312.
- HANSKI, I. 1989. Dung beetles. *In*: Lieth H. and Werger M.J.A. (eds.), **Tropical Rain Forest Ecosystems**. pp. 489–511. Elsevier Science Publishers BV, Amsterdam, the Netherlands.
- HANSKI, I.; CAMBEFORT, Y. 1991. **Dung Beetle Ecology**. Princeton University Press. New Jersey.
- HANSKI, I.; KRIKKEN, J. 1991. Dung beetle in tropical forest in Southeast Asia. *In*: Hanski, I; Cambefort, Y. (eds.). **Dung Beetle Ecology**. pp. 179-197. Princeton University Press. New Jersey.

- HOWDEN, H.F.; NEALIS, V.G. 1975. Effects of clearing in a tropical rain forest on the composition of the coprophagous scarab beetle fauna (Coleoptera). **Biotropica**, 7: 77-83.
- HURLBERT, S.H. 1971. The non-concept of species diversity: a critique and alternative parameters. **Ecology**, 52: 577-586.
- INPE, 2004. **Desmatamento na Amazônia 1977-2003**. São José dos Campos, SP. <http://www.obt.inpe.br/prodes/seminario2005/>.
- JENNESS, J. 2002. **Nearest Features v3.6d**. Jenness Enterprise. http://www.jennessent.com/arcview/nearest_features.htm.
- JESSOP, L. 1985. An identification guide to Eurysternine dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae). **Journal of Natural History**, 19: 1087-1111.
- KLEIN, B.C. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in Central Amazonia. **Ecology**, 70(6): 1715-1725.
- KOLLER, W.W.; GOMES, A.; RODRIGUES, S.R.; ALVES, R.G. de O. 1999. Besouros coprófagos (Coleoptera; Scarabaeidae) coletados em Campo Grande, MS, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 28(3): 403-412.
- KOLLER, W.W.; GOMES, A.; FLECHTMANN, C.A.H.; RODRIGUES, S.R.; BIANCHIN, I.; HONER, M.R. 1997. Ocorrência e sazonalidade de besouros copro/necrófagos (Coleoptera; Scarabaeidae), em massas fecais de bovinos, na região de cerrados do Mato Grosso do Sul I. **Pesquisa em Andamento, Embrapa Gado de Corte**, 48(abril de 1997): 1-5.

- KREMEN, C. 1992. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. **Ecological Applications**, 2(2): 203-217.
- LARSEN, T.H.; FORSYTH, A.B. 2005. Trap spacing and transect design for dung beetle biodiversity studies. **Biotropica**, 37(2): 322-325.
- LAURANCE, W.F.; ALBERNAZ, A.K.M.; FEARNSIDE, P.M.; VASCONCELOS, H.L.; FERREIRA, L.V. 2004. Deforestation in Amazonia. **Science**, 304: 1109.
- LAURANCE, W.F.; COCHRANE, M.A.; BERGEN, S.; FEARNSIDE, P.M.; DELAMONICA, P.; BARBER, C.; D'ANGELO, S.; FERNANDES, T. 2001. The future of the Brazilian Amazon. **Science**, 291: 438-439.
- LAURANCE, W.F.; VASCONCELOS, H.L.; LOVEJOY, T.E. 2000. Forest loss and fragmentation in the Amazon: implications for wildlife Conservation. **Oryx**, 34(1): 39-45, January 2000.
- LAURANCE, W. F.; YENSEN, E. 1991. Predicting the Impacts of edge effects in fragmented habitats. **Biological Conservation**, 55: 77-92.
- LASSAU, S.A.; HOCHULI, D.F.; CASSIS, G.; REID, C.A.M. 2005. Effects of habitat complexity on forest beetle diversity: do functional groups respond consistently? **Diversity and Distributions**, 11: 73-82.
- LAWRENCE, J.F.; NEWTON, JR., A.F. 1995. Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names). *In*: J. Pakaluk & S.A. Slipinski (eds.). **Biology, Phylogeny, and Classification of Coleoptera: Papers Celebrating the 80th Birthday of Roy A. Crowson Warszawa**. v. 2, p. 779-1092. Muzeum i Instytut Zoologii PAN.

- LAWRENCE, J.F. 1982. Coleoptera. *In*: S.P. Parker (ed.). **Synopsis and Classification of Living Organisms**. v. 2. pp. 482-553. New York, McGraw-Hill, Inc.
- LOVEJOY, T.E.; BIERREGAARD JR., R.O.; RYLANDS, A.B.; MALCOM, J.R.; QUINTELA, C.E.; HARPER, L.H.; BROWN JR., K.S.; POWELL, A.H.; POWELL, G.V.N.; SCHUBART, H.O.R.; HAYS, M.B. 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. *In*: Soulé, M. E. (Ed.). **Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity**. Cap.12, p. 257-285. Sunderland. Sinauer. XIII.
- MACARTHUR, R.H.; WILSON, E.O. 1967. **The Theory of Island Biogeography**. Princeton: Princeton University Press.
- MAGNUSSON, W.E.; FRANCISCO, A.L.; SANAIOTTI, T.M. 1995. Home-range size and territoriality in *Bolomys lasiurus* (Rodentia: Muridae) in an Amazonian savanna. **Journal of Tropical Ecology**, 11(2): 179-188.
- MAGNUSSON, W.E. 1987. Reproductive cycles of teiid lizards in Amazonian savanna. **Journal of Herpetology**, 21(4): 307-316.
- MALCOLM, J.R. 1991. **The Small Mammals of Amazonian Forest Fragments: Pattern and Process**. Ph.D. Thesis, University of Florida, Gainesville.
- MARCHIORI, C.H. 2003. Insects (Arthropoda: Insecta) collected on bovine feces after different times of field exposure in Itumbiara, Goiás, Brazil. **Arquivos do Instituto Biológico**, 70(3): 377-380.
- MARCHIORI, C.H.; CALDAS, E.R. ALMEIDA, K.G.S. 2003. Succession of Scarabaeidae on bovine dung in Itumbiara, Goiás, Brazil. **Neotropical Entomology**, 32(1): 173-176.

- MARCHIORI, C.H.; OLIVEIRA, A.T.; LINHARES, A.X. 2000. Coleoptera (Insecta) e Macrochelidae (Acarina) associados a fezes de gado bovino no Estado de Goiás: constância, dominância e frequência mensal. **Arquivos do Instituto Biológico**, 67(1): 49-54.
- MARINONI, R.C.; GANHO, N.G.; MONNÉ, M.L.; MERMUDES, J.R.M. 2001. **Hábitos Alimentares em Coleoptera (Insecta): compilação, organização de dados e novas informações sobre alimentação nas famílias de coleópteros**. Ribeirão Preto: Editora Holos.
- McALEECE, N. 1997. **BioDiversityPro**. Disponível em: <http://www.sams.ac.uk/activities/downloads/downloads.htm>.
- McGARIGAL, K.; CUSHMAN, S.A. 2002. Comparative evaluation of experimental approaches to the study of habitat fragmentation effects. **Ecological Applications**, 12(23): 335-345.
- MILHOMEM, M.S.; VAZ-DE-MELLO, F.Z.; DINIZ, I.R. 2003. Técnicas de coleta de besouros copronecrófagos no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 38(11): 1249-1256.
- MIRANDA, I.S.; CARNEIRO FILHO, A. 1994. Similaridade florística de algumas savanas amazônicas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, ser. Bot.**, 10(2): 249-266.
- MIRANDA, I.S. 1993. Estrutura do estrato arbóreo do cerrado amazônico em Alter do Chão, Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, 16: 143-150.
- NASCIMENTO, H.E.M.; DIAS, A. da S.; TABANEZ, A.A.J.; VIANA, V. M. 1999. Estrutura e dinâmica de populações arbóreas de um fragmento de floresta estacional

- semidecidual na região de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, 59(2): 329-342.
- NECKEL-OLIVEIRA, S.; MAGNUSSON, W.E.; LIMA, A.P.; ALBERNAZ, A.L.K. 2000. Diversity and distribution of frogs in an Amazonian savanna in Brazil. **Amphibia-Reptilia**, 21: 317-326.
- NEPSTAD, D.C., 2001. O mundo de olho na Amazônia. em: sustentabilidade e democracia para as políticas públicas na Amazônia. **Projeto Brasil Sustentável e Democrático: FASE/IPAM (Cadernos Temáticos, n. 8)**. pp. 89-101. Rio de Janeiro – RJ.
- NOSS, R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. **Conservation Biology**, 4(4): 355-364.
- NOSS, R.F.; CSUTI, B. 1997. Habitat fragmentation. *In*: Meffe, G.K.; Carrol, C.R. (eds.) **Principles of Conservation Biology**. 2 ed. Massachusetts: Sinauer Associates, Inc. Publishers.
- OLIVER, I.; BEATTIE, A.J. 1996. Designing a cost-effective invertebrate survey: a test of methods for rapid assessment of biodiversity. **Ecological Applications**, 6(2): 594-607.
- PEARSON, D.L. 1994. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B.**, 345: 75-79.
- PENNINGTON, R.T.; PRADO, D.E.; PENDRY, C.A. 2000. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. **Journal of Biogeography**, 27: 261–273.

- PERES, C.A.; LAKE, I.R. 2003. Extent of nontimber resource extraction in tropical forests: accessibility to game vertebrates by hunters in the Amazon basin. **Conservation Biology**, 17(2): 521-535.
- PIRES, J.M.; PRANCE, G.T. 1985. The vegetation types of the Brazilian Amazon. *In*: Prance, G.T.; Lovejoy, T.E. (eds.). **Amazonia**. p. 109-145. Pergamon Press, Oxford.
- PRANCE, G.T. 1996. Islands in Amazonia. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, 351: 823-833.
- PRIMER-E. 2001. **Primer 5 v.5.22**. Primer-E Ltd.
- QINGHONG, L. 1995. A model for species diversity monitoring at community level and its application. **Environmental Monitoring and Assessment**, 34: 271-287.
- QUINTERO, I; ROSLIN, T. 2005. Rapid recovery of dung beetle communities following habitat fragmentation in Central Amazonia. **Ecology**, 86(12):3303–3311.
- RADAM. 1976. **Projeto RADAM folha SA-21-Santarém: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra**. Departamento Nacional de Produção Mineral DNPM.
- RYLANDS, A.B.; PINTO, L.P.S. 1998. Conservação da Biodiversidade na Amazônia Brasileira: uma análise do sistema de unidades de conservação. **Cadernos da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável**, 1: 14-15.
- RODRIGUES, L.R.A. 1989. Os Besouros Coprófagos em Pastagens. *In*: **Anais do Simpósio Sobre Ecossistema de Pastagens, 1989, Jaboticabal, S.P.** p. 97-133. Jaboticabal-Sp: Fcavj/Unesp.

- RODRIGUES, S.R. and MARCHINI, L.C. 1998. Besouros coprófagos (Coleoptera; Scarabaeidae) coletados em Piracicaba, SP. **Scientia Agricola**, Jan./Apr. 1998, 55(1): 53-58.
- SAMWAYS, M.J. 1989. Controle biológico de pragas e ervas daninhas. **Temas de Biologia**, 34. São Paulo: Pedagógica e Universitária.
- SANAIOTTI, T.M. 1996. **The Woody Flora and Soils of Seven Brazilian Amazonian Dry Savanna Areas**. University of Stirling, Scotland (Tese de Doutorado).
- SANAIOTTI, T.M.; MARTINELLI, L. A.; VICTORIA, R. L.; TRUMBORE, S. E.; CAMARGO, P. B. 2002. Past vegetation changes in Amazon savannas determined using carbon isotopes of soil organic matter. **Biotropica**, 34(1): 2–16.
- SANAIOTTI, T.M.; CINTRA, R. 2001. Breeding and migrating birds in Amazonian savanna. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, 36(1): 23-32.
- SANAIOTTI, T.M.; MAGNUSSON, W.E. 1995. Effects of Annual Fires on the Production of Fleshy Fruits Eaten by Birds in a Brazilian Amazonian Savanna. **Journal of Tropical Ecology**, 11(1): 53-65.
- SCHEFFLER, P.Y. 2005. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) diversity and community structure across three disturbance regimes in eastern Amazonia. **Journal of Tropical Ecology**, 21(2005): 9–19.
- SCHEFFLER, P.Y. 2002. **Dung Beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) Ecology in the Intact and Modified Landscape of Eastern Amazonia**. Pennsylvania, USA: The Pennsylvania State University (Tese de Doutorado).

- SCHIFFLER, G. 2003. **Fatores Determinantes da Riqueza Local de Espécies de Scarabaeidae (Insecta: Coleoptera) em Fragmentos de Floresta Estacional Semidecídua**. Lavras. UFLA (Dissertação de mestrado em entomologia).
- SMITH, R.L. 1992. **Elements of Ecology**. 3 ed. New York: Harper Collins Publishers Inc.
- SORRENSEN, C.L. 2000. 'Linking smallholder land use and fire activity: examining biomass burning in the Brazilian Lower Amazon'. **Forest Ecology and Management**, 128: 11-25.
- SPECTOR, S.; AYZAMA, S. 2003. Rapid turnover and edge effects in dung beetle assemblages (Scarabaeidae) at a Bolivian Neotropical forest-savanna ecotone. **Biotropica**, 35(3): 394-404.
- SPECTOR, S.; FORSYTH, A.B. 1998. Indicator taxa for biodiversity assessment in the vanishing tropics. **Conservation Biology Series**, 1: 181-209.
- SPSS. **SYSTAT 10: Statistics**. SPSS, Chicago, Illinois, 2000.
- STOUFFER, P.C.; BIERREGAARD Jr., R.O. 1995a. Effects of forest fragmentation on understory hummingbirds in Amazonian Brazil. **Conservation Biology**, 9: 1085-1094.
- STOUFFER, P.C.; BIERREGAARD Jr., R.O. 1995b. Use of Amazonian forest fragments by understory insectivorous birds. **Ecology**, 76:2429-2445.
- TAYLOR, J.A.; FRIEND, G.R.; DUDZINSKI, M.L. 1984. Influence of sampling strategy on the relationships between fauna and vegetation structure, plant lifeform and floristics. **Australian Journal of Ecology**, 9: 281-287.

- TOCHER, M.; GASCON, C.; ZIMMERMAN, B. 1997. Fragmentation effects on a Central Amazonian frog community: a ten-year study. *In*: Laurance, W. F. e Bierregaard Jr, R. O (eds.). **Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities**. p. 124–137. University of Chicago Press, Chicago, IL.
- TROMBULAK, S.C.; FRISSELL, C.A 2000. Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities. **Conservation Biology**, 14(1): 18-30.
- VASCONCELOS, H.L; VILHENA, J.M.S., MAGNUSSON, W.E., ALBERNAZ, A.K.M. 2006. Long-term effects of forest fragmentation on Amazonian ant communities. **Journal of Biogeography**, no prelo.
- VASCONCELOS, H.L; VILHENA, J.M.S. 2006. Species Turnover and Vertical Partitioning of Ant Assemblages in the Brazilian Amazon: A Comparison of Forests and Savannas. **Biotropica**, 38(1): 100-106.
- VAZ-DE-MELLO, F.Z. 2000. Estado atual de conhecimento dos Scarabaeidae *s. str.* (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Brasil. *In*: Martín-Piera, F.; Morrone, J. J.; Melic, A. (eds.) **Hacia un Proyecto CYTED para el Inventário y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica: PrIBES-2000**. pp. 183-195. Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa.
- VERMULEN, H.J.W.; OPDAM, P.F. 1995. Effectiveness of roadside verges as dispersal corridors for small ground-dwelling animals: A simulation study. **Landscape and Urban Planning**. 31: 233-248.

- VERNES, K.; POPE, L.C.; HILL, C.J.; ARLOCHER, F. 2005. Seasonality, dung specificity and competition in dung beetle assemblages in the Australian Wet Tropics, north-eastern Australia. **Journal of Tropical Ecology**, 21(2005): 1–8.
- VULINEC, K.; EDMONDS, W.D.; MELLOW, D.J. 2003. Biological and Taxonomical Notes on a Rare Phanaeine Dung Beetle, *Phanaeus alvarengai* Arnaud (Coleoptera: Scarabaeidae). **The Coleopterists Bulletin**, 57(3): 355-357.
- VULINEC, K. 2002. Dung Beetle Communities and Seed Dispersal in Primary Forest and Disturbed Land in Amazonia. **Biotropica**, 34(2): 297-309.
- VULINEC, K. 2000. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae), Monkeys, and Conservation in Amazonia. **Florida Entomologist**, 83(3): 229-241.
- YOCCOZ, N.G.; NICHOLS, J.D.; BOULINIER, T. 2001. Monitoring of biological diversity in space and time. **TRENDS in Ecology & Evolution**, 16(8): 446-453.
<http://tree.trends>.
- WATSON, D.M. 2003. Long-term consequences of habitat fragmentation highland birds in Oaxaca, Mexico. **Biological Conservation**, 111: 283–303.
- WATSON, D.M. 2002. A conceptual framework for studying species composition in fragments, islands and other patchy ecosystems. **Journal of Biogeography**, 29: 823–834.
- WOLDA, H. 1988. Insect seasonality: why? **Annual review of Ecology and Systematics**, 19(1988): 1-18.
- WOLDA, H. 1978. Fluctuations in abundance of tropical insects. **The American Naturalist**, 112(988): 1017-1045.

10. ANEXO

Anexo I. Composição de Scarabaeidae copronecrófagos coletados em diferentes fisionomias vegetais (FI-Floresta Intacta; FM-Floresta Manejada; FG-Fragmento Florestal; C-Campo ou Capoeira; P-Pastagens) em diferentes biomas do Brasil (AM-Amazônia; MA-Mata Atlântica; SV-Cerrado). *Floresta Secundária. Em destaque as espécies encontradas neste trabalho (T).

Fonte: A-Klein 1989; B-Rodrigues e Marchini 1998; C-Marchiori *et al.* 2000; D-Koller *et al.* 1999; E-Andersen 2003; F-Marchiori *et al.* 2003; G-Schiffler 2003; H-Scheffler 2005; I-Silva 2002; J-Vulinec 2002; K-Vulinec 2000; L-Vulinec 2003; M-Marchiori 2003; N-Koller *et al.* 1997; O-Costa Júnior 2002; P-Durães *et al.* 2005; T-Este estudo.

	AM	MA	SV	FI	FM	FG	C	P
APHODIINAE Leach, 1815								
Aphodiini Leach, 1814								
<i>Aphodius</i> Illiger, 1797								
<i>Aphodius infuscatipennis</i> Schmidt			D					D
<i>Aphodius (Labarrus) lividus</i> (Oliver, 1789)			BDFMO					BDFMO
<i>Aphodius nigrita</i> Fabricius, 1801			CDFM					CDFM
<i>Aphodius pseudolividus</i> Balthasar, 1941			C					C
<i>Aphodius viridis</i> Linnaeus, 1758			F					F
<i>Aphodius</i> spp.	E		DF	E		E		DF
Eupariini Lepelletier de Saint-Fargeau et Audinet-Serville, 1828								
<i>Ataenius</i> Harold, 1867								
<i>Ataenius aequalis</i> Harold, 1880			CFM					CFM
<i>Ataenius picinus</i> Harold, 1867			BD					BD
<i>Ataenius sculptor</i> Harold, 1868			BD					BD
<i>Ataenius</i> spp.	T		BDFMO	T				BDFMO
<i>Batesiana</i> Chalumeau, 1983								
<i>Batesiana</i> sp.nov.1	T					T		
<i>Blackburneus</i> Schmidt 1914 (Aphodiidae)								

	AM	MA	SV	FI	FM	FG	C	P
<i>Blackburneus</i> sp.1	T			T		T		
<i>Euparia</i> Lepeletier de Saint-Fargeau et Audinet-Serville, 1828								
<i>Euparia</i> sp.			CFM					CFM
SCARABAEINAE Latreille, 1802								
Ateuchini Montreuil, 1998								
<i>Anomiopus</i> Westwood, 1842								
<i>Anomiopus</i> sp.1	T					T		
<i>Ateuchus</i> Weber, 1801								
<i>Ateuchus murrayi</i> (Harold, 1868)	AT			A		AT		
<i>Ateuchus pygidialis</i> (Balthasar, 1939)	T			T		T		
<i>Ateuchus simplex</i> LeConte, 1857	A			A		A		
<i>Ateuchus striatulus</i> (Borre, 1886)			C					C
<i>Ateuchus viridimicans</i> (Boucomont, 1935)			D					D
<i>Ateuchus vividum</i> (Germar, 1823)			D					D
<i>Ateuchus</i> spp.	AEHIT	GP	DGP	AEHITP	H	AEGI	HI	DI
<i>Canthidium</i> Erichson, 1847								
(=) <i>Neocanthidium-Canthidium</i> Erichson, 1846								
<i>Canthidium aurichalceum</i> (Borre, 1886)	I			I		I	I	
<i>Canthidium atricolle</i> Borre, 1886	EI			EI		EI	I	
<i>Canthidium auricolle</i> Harold, 1867	AEI			AEI		AEI		
<i>Canthidium bicolor</i> Boucomont, 1928	I			I		I	I	
<i>Canthidium</i> prox. <i>deyrollei</i> (Harold, 1868)	T			T		T		
<i>Canthidium humerale</i> (Germar, 1813)			O					O
<i>Canthidium lentum</i> Erichson, 1847	H			H	H			
<i>Canthidium</i> prox. <i>megatopoides</i> Boucomont			O					O

	AM	MA	SV	FI	FM	FG	C	P
<i>Canthidium micellum</i> Harold, 1883	A			A		A	A	
<i>Canthidium ruficolle</i> (Germar, 1824)	AI			AI		AI	I	
<i>Canthidium</i> sp. [Grupo <i>bituferifrons</i>]	AI			AI		AI	A	I
<i>Canthidium</i> sp. [Grupo <i>globulum</i>]	A			A		A		
<i>Canthidium</i> sp. [Grupo <i>lentum</i>]	AI			AI		AI	AI	
<i>Canthidium</i> spp.	AEHT	GP	GP	EHT	H	AEGPT	HP	H
<i>Pedaridium</i> Harold, 1868								
<i>Pedaridium brasiliensis</i> Ferreira & Galileu, 1993			D					D
<i>Pedaridium mansosotoi</i> Martinez, 1951			D					D
<i>Scatimus</i> Erichson, 1847								
<i>Scatimus bicarinatus</i> Harold, 1869		G	G			G		
<i>Scatonomus fasciculatus</i> Erichson, 1835		G	G			G		
<i>Trichillum</i> Harold, 1867								
<i>Trichillum externepunctatum</i> Bore, 1880	H		BDFM		H		H	BDFHM
<i>Trichillum hirsutum</i> Boucomont, 1928		G	G			G	G	
<i>Trichillum</i> spp.	HT	G	G	H	H	GT	H	H
<i>Uroxys</i> Westwood, 1841								
<i>Uroxys aterrima</i> Harold, 1867		G	G			G		
<i>Uroxys pigmaeus</i> Harold, 1883	E			E		E		
<i>Uroxys</i> spp.	HT	P	P	HT	H	PT	H	H
Canthonini Péringuey, 1900								
<i>Agamopus</i> Bates, 1886								
<i>Agamopus unguicularis</i> (Harold, 1883)		G	G			G	G	
<i>Agamopus viridis</i> (Boucomont, 1928)			M					M
<i>Agamopus</i> sp.			D					D

	AM	MA	SV	FI	FM	FG	C	P
<i>Cryptocanthon peckorum</i> (Howden, 1972)	E			E		E		
<i>Deltochilum</i> Eschscholtz, 1821								
<i>Deltochilum amazonicum</i> Bates, 1887	HI			I	H			
<i>Deltochilum brasiliense</i> (Laporte, 1840)		G	G			G		
<i>Deltochilum carinatum</i> (Westwood, 1837)	AEHI			AEHI		AEI		
<i>Deltochilum dentipes</i> Eschscholtz, 1822		G	G			G		
<i>Deltochilum enceladum</i> Kolbe, 1893	H			H	H			
<i>Deltochilum guyanensis</i> Paulian, 1933	AEI			AEI		AEI	I	
<i>Deltochilum icarus</i> (Oliver, 1789)	A			A		G		
<i>Deltochilum morbillosum</i> Burmeister, 1873		G	G			G		
<i>Deltochilum orbiculare</i> Lansberg, 1874	EI			E		EI		
<i>Deltochilum pseudoicarus</i> Balthasar, 1939	EI	G	G	EI		EGI	GI	
<i>Deltochilum rubripenne</i> (Gory, 1831)		G	G			G		
<i>Deltochilum septemstriatum</i> Paulian, 1938	AIJ			AIJ	J*	AI	I	
<i>Deltochilum</i> (<i>Deltohyboma</i>) sp.1	T			T		T		
<i>Deltochilum</i> sp.	H			H	H		H	
<i>Euhyboma</i> Kolbe, 1893								
<i>Euhyboma brasiliense</i> Castelnau, 1840								
<i>Paracanthon</i> Balthasar, 1938								
<i>Paracanthon</i> sp.		G	G			G		
<i>Pseudocanthon</i> Bates, 1887								
<i>Pseudocanthon xanthurus</i> (Blanchard, 1843)	HT		O			T	H	O
<i>Pseudocanthon</i> sp.	A					A		
<i>Rubrohyboma</i>								
<i>Rubrohyboma rubripenne</i> Gory, 1831								

	AM	MA	SV	FI	FM	FG	C	P
<i>Scybalocanthon</i> Martínez, 1947								
<i>Scybalocanthon pygidialis</i> (Schmidt, 1922)	AEJK			AEJK	J*	AE		
<i>Scybalocanthon sexpilotus</i> (Guérin, 1855)	T					T		
<i>Scybalocanthon trimaculatus</i> (Schmidt, 1922)	A			A		A		
<i>Scybalocanthon</i> spp.	AHT	G	G	AHT	H	GT		
<i>Sylvicanthon</i> Halffter & Martinez, 1976								
<i>Sylvicanthon candezei</i> (Harold, 1869)	H			H	H			
<i>Sylvicanthon foveiventris</i> (Schmidt, 1920)		G	G			G		
<i>Sylvicanthon</i> sp.	T			T		T		
<i>Zonocopris</i> Arrow, 1931								
<i>Zonocopris</i> sp.		G	G			G	G	
Coprini Kolbe, 1805								
<i>Chalcocopris</i> Burmeister, 1846								
<i>Chalcocopris hespera</i> (Olivier, 1789)		G	G			G		
<i>Dichotomius</i> Hope, 1837								
<i>Dichotomius affinis</i> (Felsche, 1910)		GP	GP			GP	P	
<i>Dichotomius anaglypticus</i> (Mannerheim, 1829))			BCDN					BCDN
<i>Dichotomius apicalis</i> (Luederwaldt, 1931)	AI			AI		AI	I	
<i>Dichotomius ascanius</i> (Harold, 1869)		G	G			G	G	
<i>Dichotomius prox. batesi</i> (Harold, 1869)	JK			JK	J*			
<i>Dichotomius bicuspis</i> (Germar, 1824)		P	P			P	P	
<i>Dichotomius boreus</i> (Olivier, 1759)	AEK			AEK		AE		
<i>Dichotomius bos</i> (Blanchard, 1843)		G	FGM				G	FM
<i>Dichotomius prox. carinatus</i> Felsche, 1901	J			J	J*			
<i>Dichotomius carbonarius</i> (Mannerheim, 1929)		G	G			G		

	AM	MA	SV	FI	FM	FG	C	P
<i>Dichotomius prox. cuprinus</i> (Felsche, 1901)	H			H	H			H
<i>Dichotomius depressicollis</i> (Harold, 1867)		GP	GP			GP	G	
<i>Dichotomius fissus</i> (Harold, 1867)		G	G			G		
<i>Dichotomius imitator</i> Felsche, 1901	T			T				
<i>Dichotomius robustus</i> (Luederwaldt, 1935)	T			T		T		
<i>Dichotomius globulus</i> (Felsche, 1901)	HT			HT	H	T	H	
<i>Dichotomius lucasi</i> (Harold, 1869)	AEHJKT			AEHJKT	HJ*	AET	H	
<i>Dichotomius luctuosus</i> (Harold, 1869)		P	P			P		
<i>Dichotomius mamillatus</i> (Felsche, 1901)	H			H	H			
<i>Dichotomius mormon</i> (Ljungh, 1799)		G	G			G		
<i>Dichotomius mundus</i> Harold, 1869		P	P			P		
<i>Dichotomius nisus</i> (Oliver, 1789)	H		DN		H		H	DHN
<i>Dichotomius podalirius</i> (Felsche, 1901)	JK			JK	J*			
<i>Dichotomius semiaeneus</i> (Germar, 1824)			DN					DN
<i>Dichotomius subaeneus</i> (Laporte, 1840)	AE			AE		AE		
<i>Dichotomius worontzowi</i> (Pereira, 1942)	A			A		A		
<i>Dichotomius</i> spp. [GRUPO <i>malzeri</i>]	HT			HT	H	T		
<i>Dichotomius</i> spp.	AEI	G	GNO	AEI		AEGI	AI	NO
<i>Gromphas</i> Brullé, 1833								
<i>Gromphas lacordairei</i> Brullé, 1843			DN					DN
<i>Ontherus</i> Erichson, 1846								
<i>Ontherus appendiculatus</i> (Mannerheim, 1829)	H		DNO	H	H		H	DHNO
<i>Ontherus azteca</i> Harold, 1868		G	G			G	G	
<i>Ontherus carinifrons</i> (Luederwaldt, 1930)	AET			AET		ET		
<i>Ontherus dentatus</i> Luederwaldt, 1930			D					D

	AM	MA	SV	FI	FM	FG	C	P
<i>Ontherus sulcator</i> (Fabricius, 1775)			DN					DN
Eurysternini Vulcano, Martínez et Pereira, 1960								
<i>Eurysternus</i> Dalman, 1824								
<i>Eurysternus balachowskyi</i> Halffter & Halffter, 1977	A			A		A	A	
<i>Eurysternus caribaeus</i> (Herbst, 1789)	EHIKT	G	DG	EHIKT	H	EGIT	AGI	D
<i>Eurysternus cayennensis</i> Laporte, 1840	AHI			AHI	H	AI	HI	
<i>Eurysternus cyanescens</i> Balthasar, 1939		G	G			G		
<i>Eurysternus foedus</i> Guérin-Ménéville, 1844	AHI			AHI	H	AI	I	
<i>Eurysternus hamaticollis</i> Balthasar, 1939	H			H	H		H	
<i>Eurysternus hirtellus</i> Dalman, 1824	AEHIT	G	G	AEIT	H	AEGIT	GI	
<i>Eurysternus jessopi</i> Martinez, 1988	H			H	H			
<i>Eurysternus parallelus</i> Laporte, 1840		G	BG			G		B
<i>Eurysternus vastiorum</i> Martinez, 1988	AI			AI		AI	AI	
<i>Eurysternus</i> sp. [GRUPO <i>velutinus</i>]	A			A		A		
<i>Eurysternus velutinus</i> Bates, 1887	EHI			EI	H	EI	I	
<i>Eurysternus</i> spp.	AH			AH	H			
Onthophagini Lacordaire, 1856								
<i>Digitonthophagus</i> Balthasar, 1959								
<i>Digitonthophagus gazella</i> (Fabricius, 1787)	H		CDFMNO					CDFHMNO
(=) <i>Onthophagus gazella</i> Fabricius, 1787								
<i>Onthophagus</i> Latreille, 1802								
<i>Onthophagus bidentatus</i> Drapiez, 1819	AEHJ			AEHJ	HJ*	AE		H
<i>Onthophagus clypeatus</i> Blanchard, 1843	H			H				
<i>Onthophagus hirculus</i> Mannerheim, 1829			CDFMO					CDFMO
<i>Onthophagus onthochromus</i> Arrow, 1913	H			H				

	AM	MA	SV	FI	FM	FG	C	P
<i>Onthophagus ranunculus</i> Arrow, 1913	H	G	DFGM	H			G	DFM
<i>Onthophagus rubescens</i> Blanchard, 1843	AH			AH				H
<i>Onthophagus</i> spp.	AET	G	GO	AET		AEGT		O
Phanaeini MacLeay, 1819								
<i>Coprophanaeus</i> Olsoufieff, 1924								
<i>Coprophanaeus bellicosus</i> (Olivier, 1789)		G	G			G		
<i>Coprophanaeus ensifer</i> (Germar, 1824)			N					N
<i>Coprophanaeus jasius</i> (Olivier, 1789)	AL	G	G	AL		AG	G	
<i>Coprophanaeus lancifer</i> (Linnaeus, 1767)	AEKL			AEKL		AE	A	
<i>Coprophanaeus parvulus</i> (d' Olsoufieff, 1924)	A			A		A	A	
<i>Coprophanaeus saphirinus</i> (Sturm, 1826)		G	G			G		
<i>Oxysternon</i> Laporte-Castelnau, 1840								
<i>Oxysternon conspicillatum</i> (Weber, 1801)	AJK			AJK	J*	A		
<i>Oxysternon durantoni</i> Arnaud, 1984	E			E		E		
<i>Oxysternon macleayi</i> Nevinson, 1892	H			H				
<i>Oxysternon prox. silenum</i> Laporte, 1840	E			E		E		
<i>Oxysternon striatopunctatum</i> Olsoufieff, 1924	L			L				
<i>Oxysternon spiniferum</i> (Castelnau, 1840)	A			A		A		
<i>Oxysternon</i> sp.	A					A		
<i>Phanaeus</i> MacLeay, 1819								
<i>Phanaeus alvarengai</i> Arnaud, 1984	L			L	L			L
<i>Phanaeus bispinus</i> Bates, 1868	L			L				
<i>Phanaeus cambeforti</i> Arnaud, 1982	KL			KL				
<i>Phanaeus chalcomelas</i> (Perty, 1830)	AEHJKL			AEHJKL	HJ*	AE		
<i>Phanaeus splendidulus</i> (Fabricius, 1781)		G	G			G		

	AM	MA	SV	FI	FM	FG	C	P
<i>Sulcophanaeus</i> Olsoufieff, 1924								
<i>Sulcophanaeus faunus</i> (Fabricius, 1775)	A					A		
<i>Sulcophanaeus menelas</i> (Laporte, 1840)			D					D

Anexo II. Estimadores de riqueza, com suas premissas, utilizados para a comparação do esforço amostral na captura de Scarabaeidae coprófagos coletados com isca de fezes humanas. Fonte: Adaptado de Dias 2004.

Estimador	Premissas	Referências
Michaelis-Menten	Estima a riqueza através de extrapolação [adição aleatória da ordem das amostras] das curvas de acúmulo de espécies	Colwell e Coddigton, 1994; Colwell, 2004
Jackknife 1 e 2	Estimador de riqueza baseado na abundância (abundância aqui quantifica raridade – ou o número de singletons/doubletons – ou o número de espécies representadas por somente 1 ou 2 indivíduos, respectivamente)	Colwell e Coddigton, 1994; Colwell, 2004
Chao 1 e 2	Chao 1 - estimador de riqueza baseado na abundância; Chao 2 - estimador de riqueza baseado na incidência de espécies (ou presença/ausência dos dados que quantifiquem raridade – ou o número de uniques/duplicates – ou o número de espécies encontradas em somente 1 ou 2 amostras, respectivamente)	Colwell e Coddigton, 1994; Colwell, 2004
ACE	Estimador baseado no conceito de cobertura de amostra (abundância ou o número de singletons/doubletons)	Colwell e Coddigton, 1994; Colwell, 2004
ICE	Estimador baseado no conceito de cobertura de amostra (abundância ou o número de singletons/doubletons) quantifiquem raridade – ou o número de uniques/duplicates)	Colwell e Coddigton, 1994; Colwell, 2004