

**Diversidade e similaridade entre habitats com base na fauna de Coleoptera de Serapilheira de uma floresta de terra firme da Amazônia central**

Maria das Graças Vale Barbosa,  
Pesquisadora Bolsista do INPA/CNPq  
–Desenvolvimento Científico Regional  
mariagvbarbosa@aol.com

Claudio Ruy Vasconcelos da Fonseca,  
Pesquisador do INPA Av. André Araujo,  
2936 Petrópolis Caixa Postal 478,  
CEP69011-970 Manaus Amazonas,  
Brasil.

Peter Michel Hammond  
Museu de História Natural de Londres –  
Cromwell Road, London SW7 5BD, U.K.

& Nigel E. Stork  
Museu de História Natural de Londres –  
Cromwell Road, London SW7 5BD, U.K.

Proyecto de  
Red Iberoamericana de Biogeografía  
y Entomología Sistemática **PRIBES 2002**.  
C. COSTA, S. A. VANIN, J. M. LOBO  
& A. MELIC (Eds.)

ISBN: 84–922495–8–7

**m3m : Monografías Tercer Milenio**  
vol. 2, SEA, Zaragoza, Julio-2002.  
pp.: 69–83.

**RIBES** : Red Iberoamericana de  
Biogeografía y Entomología Sistemática.  
<http://entomologia.rediris.es/pribes>  
Coordenadores del proyecto:  
Dr. Jorge LLorente Bousquets (coord.)  
Dra. Cleide Costa (coord. adj.)

Coeditores del volumen:

**Sociedad Entomológica Aragonesa -SEA**  
<http://entomologia.rediris.es/sea>  
Avda. Radio Juventud, 37  
50012 Zaragoza (ESPAÑA)  
amelic@retemail.es

**CYTED**— Programa Iberoamericano de  
Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.  
Subprograma Diversidad Biológica.  
Coordinador Internacional:  
Dr. Peter Mann de Toledo

**DIVERSIDADE E SIMILARIDADE ENTRE HABITATS  
COM BASE NA FAUNA DE COLEOPTERA DE  
SERAPILHEIRA DE UMA FLORESTA DE  
TERRA FIRME DA AMAZÔNIA CENTRAL\***

Maria das Graças Vale Barbosa,  
Claudio Ruy Vasconcelos da Fonseca,  
Peter Michel Hammond & Nigel E. Stork

**Diversity and similarity between habitats based on the leaf litter Coleoptera fauna from the terra firme forest of Central Amazonia**

**Abstract**

Variation in species richness at the landscape scale is an important consideration in conservation planning and natural resource management. Rapid inventory assessment must provide information on diversity aspects such as local species richness and between-site species similarity. This was done for Coleoptera fauna, at three hectare sites named A (Plateau), B (Slope) and C (Campinarana) at the Reserve Ducke, a tropical forest near to Manaus in Central Amazonia. Between February 1995 and January 1996 a total of 41,301 macro-invertebrates were sampled from 864 m<sup>2</sup> on leaf litter using the Winkler bag method. Determination of the families, morphotyped to species, was found to be sufficient to classify the samples. Thirty-seven families were found and patterns of Coleoptera species composition were analysed in an assemblage of 1,467 individuals and 401 species. The great majority of species had minimal abundance; the number of species represented by a single specimen was always maximal. Diversity patterns were studied in the three plots. Sites “B” and “C” were much richer in species. To estimate local species richness we applied various statistical techniques. The taxonomic composition at site “A” was different from the other sites. Analyzing a database of Coleoptera between-site similarities of fauna was assessed. The resulting indices in family composition suggest that there is considerable overlap among the different sites, but the indices for species composition were generally low, suggesting there is no overlap among the three sites.

**Key Words:** Coleoptera, Central Amazonian, Leaf Litter, Species Richness, Tropical Forest.

**Resumo**

A variação na riqueza de espécies numa escala paisagística é uma consideração importante no planejamento de conservação e manejo de recursos naturais. Levantamentos sobre a fauna de um determinado lugar fornecem informações sobre aspectos da riqueza de espécies. Durante o período de fevereiro de 1995 a janeiro de 1996, através do método de bolsas de Winkler, realizou-se um estudo sobre a fauna de Coleoptera fazendo-se extrações de 864 m<sup>2</sup> de serapilheira em três áreas de um hectare, localizadas em florestas de Platô, Vertente e Campinarana, dentro da Reserva Florestal Adolpho Ducke, (02° 55' S, 59° 59' W) cerca de 26 km da cidade de Manaus, na Amazônia Central. Foram coletados, 41.301 macro-invertebrados sendo que destes 1.467 foram indivíduos de Coleoptera. Identificou-se 401 espécies, destas 229 foram espécies “singleton” e 32 foram consideradas mais abundantes com pelo menos 10 indivíduos. A comparação das três áreas amostradas em relação a diversidade de espécies, apresentou maiores índices nas áreas de Vertente e Campinarana. A similaridade entre as áreas, em relação a composição de família, apresentou uma sobreposição demonstrando razoável similaridade, no entanto, em relação as espécies de Coleoptera, de uma forma geral, a similaridade foi baixa, sugerindo que a composição de espécies de Coleoptera entre as três áreas é diferente.

**Palavras chave:** Amazônia Central, Coleoptera, Diversidade de espécies, Floresta tropical, Serapilheira

\* Parte da Tese de doutorado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do Convênio INPA/FU, financiado pelo “Darwin Initiative Funds” /Museu de História Natural de Londres

## Introdução

A fauna de insetos tropicais é extremamente rica em espécies nos diversos *taxa*, com algumas exceções (Janzen, 1981; Wolda & Chandler, 1996), essa diversidade varia entre áreas e depende entre outras coisas, do tipo de habitat, história de perturbação e altitude (Wolda, 1987).

A floresta Amazônica, considerada a maior do mundo, é uma das mais ricas em diversidade de espécies. Ocupa uma vasta parte da América do Sul, sendo mais da metade em território brasileiro (Pires & Prance, 1985; Ribeiro *et al.*, 1999), coberta em sua maior parte por uma floresta pluvial, com 89% de floresta de terra firme, 2% de várzea (Prance, 1979, 1980) e 9 outros tipos de vegetação (Braga, 1979). Situa-se em sua maior parte, sobre solos pobres, ácidos e de baixa fertilidade (Herrera *et al.*, 1978; Pires & Prance, 1985), onde a maior contribuição para a formação das camadas húmicas (serapilheira), é dada pelos detritos vegetais (folhas, flores, frutos, gravetos, galhos, etc.) que caem sobre o chão, exercendo um papel importante na reciclagem dos nutrientes. Esse processo é acelerado pelo sistema espesso de raízes de árvores na superfície do solo, pelas temperaturas elevadas constantes e pela atividade dos organismos que vivem na superfície do solo (Gosz *et al.*, 1976; Penny *et al.*, 1978; Luizão & Schubart, 1986; Schoederer *et al.*, 1990; Luizão & Luizão, 1991). Entre esses organismos, estão um grande número de famílias de coleópteros (Penny *et al.*, 1978), grupo que apresenta a maior diversidade, com cerca 370.000 espécies descritas, representando 40% do total de insetos, correspondendo a 30 % dos animais (Gaston, 1991; Hammond, 1992).

Com o desenvolvimento mundial a paisagística tem sido constantemente transformada, gerando destruição de florestas e aquecimento global. Muitas espécies, face à sua iminente extinção, não chegam nem ao menos a serem descritas (Wilson, 1988).

Na região amazônica, tem-se buscando respostas sobre a dinâmica da fauna de solo, nos habitats de terra firme e de várzea (Schubart & Beck, 1968; Erwin, 1982, 1983; Adis & Schubart, 1985; Adis, 1987, 1988; Adis & Ribeiro, 1989; Rodrigues, 1992). Entretanto, informações sobre aspectos da riqueza de espécies de coleópteros nessas áreas, ainda são insuficientes (Adis, 1981, 1987, 1988; Erwin, 1982, 1983; Basset & Arthington, 1992; Belshaw & Bolton, 1994; Colwell & Coddington, 1994; Didham, 1995; Barbosa, 2001). Assim, este trabalho teve como objetivo fazer um estudo sobre a composição de espécies de Coleoptera de serapilheira (no nível de morfoespécie) dentro de uma pequena área em uma floresta tropical húmida de terra firme, envolvendo aspectos da riqueza e da similaridade entre habitats.

## Materiais e métodos

### Área de Estudo

O estudo foi realizado na Reserva Florestal Adolfo Ducke, área de 100 km<sup>2</sup> de terra firme, localizada a Nordeste de Manaus no Km 26 da rodovia AM – 010 (Manaus – Itacoatiara) (Alencar *et al.*, 1979; Adis *et al.*, 1997). O relevo é ondulado com uma variação altitudinal de 80m entre os Platôs originais e as partes mais baixas. Segundo

Ribeiro *et al.* (1999) dentro da Reserva, existem quatro tipos de floresta (Platô, Vertente, Campinarana e Baixio). Este trabalho foi realizado em 3 áreas de 1 hectare assim caracterizados. *Florestas de Platô* - localizadas nas áreas mais altas; o solo é argiloso bem drenado, pobre em nutrientes; dossel 35-40 m; muitas árvores emergentes no sub-bosque, muitas palmeiras acaules como a “palha-branca”. *Floresta de Vertente* - representa uma zona de transição; situa-se sobre a paisagem colinosa dissecada; o solo é argiloso nas partes mais altas (as espécies que a caracterizam são semelhantes a do Platô) e areno-argiloso nas partes mais baixas (fisionomicamente mais parecida com a Campinarana). *Floresta de Campinarana* - situada entre áreas de Baixio e Vertente; solo de areia branca; apresenta um grande acúmulo de serapilheira; possui um dossel entre 15 – 25 m, e poucas árvores de grande porte; apresenta menor biomassa e menor diversidade; alta densidade de epífitas; alta penetração de luz, com sub-bosque denso; palmeiras pouco importantes na fisionomia geral (Ribeiro *et al.*, 1999).

O clima da região, segundo classificação de Koppen, é caracterizado como do tipo Afi, A – clima tropical, praticamente sem inverno, a temperatura média para o mês mais frio nunca inferior a 18°C; f – chuvas durante todo o ano; i – isotermia, uma vez que as oscilações anuais de temperatura média não chegam a 5°C, com uma média anual de pluviosidade entre 1500 e 2500 mm (Alencar *et al.*, 1979; Ribeiro & Adis, 1984).

### Delineamento experimental, localização caracterização das áreas e Coletas

As 3 áreas de 1 hectare foram denominadas de área A (Floresta de Platô), B (Vertente) e C (Campinarana), subdivididas em 10 transectos de 10m delimitando-se quadrados de 10 m para a extração dos macro-invertebrados de serapilheira utilizando-se o Método de Winkler (Owen, 1978). A coleta da serapilheira foi realizada por quatro dias alternados durante o período de fevereiro de 1995 a janeiro de 1996, retirando-se 72 amostras de 1m<sup>2</sup> mensais, sendo 18 amostras diárias, 6 em cada uma das três áreas, perfazendo num total mensal, 24 amostras por áreas, 288 amostras anuais por área, cuja somatória foi de 864 m<sup>2</sup> de amostras totais cujo procedimento a cada mês foi da seguinte forma:

- 1º dia 6 amostras (por áreas) = 18 amostras totais
- 2º dia 6 amostras (por áreas) = 18 amostras totais
- 3º dia 6 amostras (por áreas) = 18 amostras totais
- 4º dia 6 amostras (por áreas) = 18 amostras totais

Após a extração dos invertebrados da serapilheira todo o material foi levado ao laboratório; os Coleoptera foram separados em pequenos frascos de vidro contendo álcool a 70%, levados para o Museu de História Natural de Londres, onde foram montados em alfinete entomológico com cartão, etiquetados, identificados no nível de família e no nível de morfoespécie. Para a identificação ao nível de família utilizamos a classificação de Lawrence & Newton (1995), que inclui 4 subordens (Archostemata, Myxophaga, Adephaga e Polyphaga), 16 superfamílias, 165 famílias e 453 subfamílias.

O termo morfoespécie foi usado como a unidade taxonômica operacional para descrever a unidade taxonômica supostamente registrada como uma espécie na coleção onde a identidade da espécie é desconhecida (Mawdsley, 1994). O material restante foi contado e identificado, principalmente no nível de ordem, no laboratório do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) onde está conservado em frascos contendo álcool a 70%, e depositado na coleção do INPA.

### Análises Estatísticas

Foram realizadas análises estatísticas da diversidade de espécies e da similaridade entre os habitats em relação as espécies usando como critério, o número total de espécies e entre as áreas. Adotou-se os seguintes termos: espécies com um único indivíduo = espécie “singleton”; espécies com dois indivíduos = espécie “doubleton”; espécies com abundância de 1 - 9 indivíduos = espécies “raras”; espécies com abundância acima de 10 indivíduos = espécies “comuns”; espécies coletadas em uma única amostra = espécies única, espécies coletadas em duas amostras = espécies duplicata conforme Colwell (1997).

Utilizou-se o método de rarefação (Hurlbert, 1971; Simberloff, 1972), para medir a riqueza de espécies considerando-se a abundância por espécies. A estimativa da riqueza foi medida através de métodos paramétricos Lognormal (Preston, 1948) conforme Magurran (1988) com ajuste dos dados através do teste do Chi<sup>2</sup> e não paramétricos, Chao 1 e Chao 2 (CHAO, 1984 apud Coddington *et al.*, 1996), e Jackknife (Heltshe & Forrester, 1983) conforme fórmulas abaixo:

Fórmula de Chao 1:

$$S_1 = S_{obs} + (a^2/2b)$$

onde,

$S_{obs}$  = número de espécies observadas na amostra

$a$  = número de espécies “singleton” encontradas na amostra

$b$  = número de espécies “doubleton”

Fórmula de Chao 2:

$$S_2 = S_{obs} + (L^2/2M)$$

onde,

$S_{obs}$  = Número de espécies observadas

$L$  = Número de espécies únicas

$M$  = Número de espécies duplicatas.

A variância é aplicada para as duas estimativa Chao 1 e Chao 2 sendo que para Chao 2 substitui-se a por L e b por M sob a fórmula:

$$\text{var}(S) = b [(a/b)^4/4 + (a/b)^3 + ((a/b)^2/2)].$$

Fórmula Jackknife:

$$S = s + (n-1/n) \cdot k \text{ onde,}$$

$S$  = Estimativa da riqueza de espécies por Jackknife

$s$  = Número total de espécies observadas presentes na amostra.

$n$  = Número total de amostras

$k$  = Número de espécies únicas.

Fórmula da variância da riqueza de espécies:

$$\text{var}(S) = (n-1/n) \left[ \sum_{j=1}^S (j^2 f_j) - k^2 / n \right]$$

e o Índice de diversidade Shannon-Wiener:

$$H = - \sum_{i=1}^S (p_i)(\log_2 p_i)$$

$p_i = N_i/N$  é a probabilidade de que um indivíduo pertença a espécie  $i$

$N_i$  = Número de indivíduos da espécie  $i$

$N$  = Número total de indivíduos

$S$  = Número de espécies,

testando-se os índices através do teste  $t$  proposto por Hutcheson (1970), conforme Zar (1984).

Para a comparação da similaridade entre as diferentes áreas em relação as espécies usou-se o Coeficiente de Jaccard a partir da fórmula:

$$S_j = a / a + b + c \text{ onde,}$$

$a$  = Número de espécies que ocorrem nas amostras de A e B

$b$  = Número de espécies que ocorrem na amostra de B e não em A

$c$  = Número de espécies que ocorrem em A e não em B.

Parte dos dados foram analisados através dos Programas Krebs (Krebs, 1989); GW-Basic 3.22 (Ludwig & Reynolds, 1988); EstimateS (Colwell, 1997). Para a medida da diferença entre a abundância das espécies nas três áreas usou-se a Análise de Variância através do teste não paramétrico Kruskal-Wallis one way (Zar, 1984).

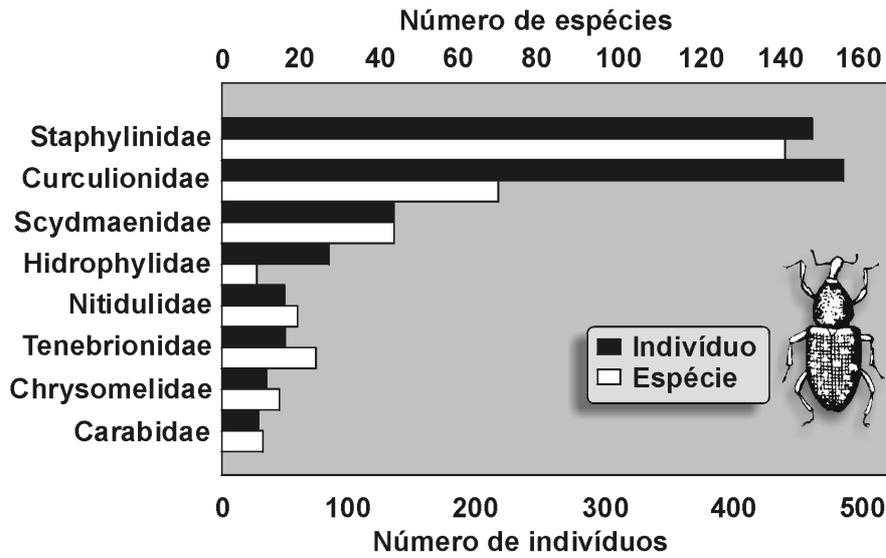
### Resultados

Foram coletados 1.467 indivíduos de Coleoptera distribuídos em duas subordens (Adephaga e Polyphaga), 11 superfamílias, 37 famílias, 36 subfamílias e 401 morfoespécies, apresentando uma densidade média de 1,7 indivíduos de Coleoptera por m<sup>2</sup> (Apêndice 1), representando 3,57% de 41.302 invertebrados extraídos de 864 m<sup>2</sup> de serapilheira.

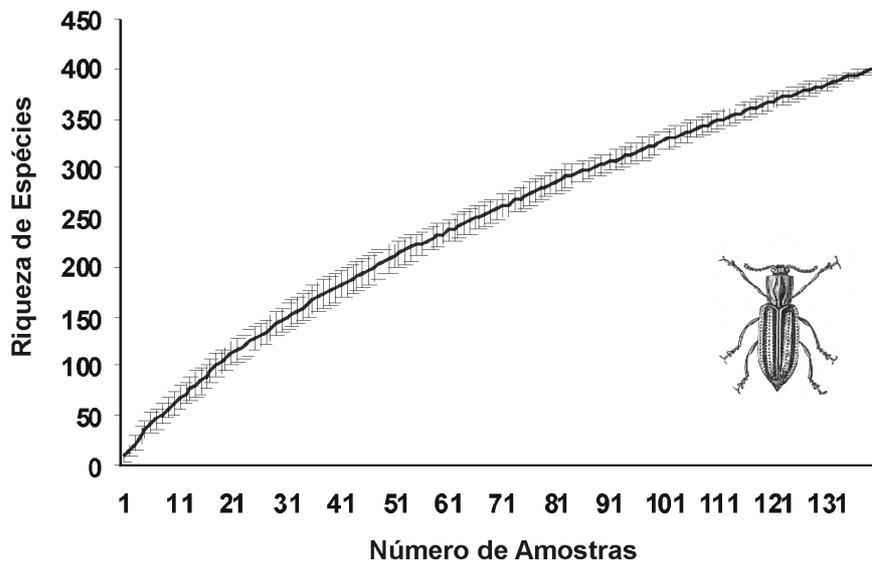
As famílias mais abundantes em espécies e espécimes foram Staphylinidae (141 espécies, 459 indivíduos), Curculionidae (69 espécies, 484 indivíduos), Scydmaenidae (43 espécies, 134 indivíduos), Tenebrionidae (23 espécies, 49 indivíduos), Nitidulidae (19 espécies, 50 indivíduos), Chrysomelidae (14 espécies, 35 indivíduos) e Carabidae (10 espécies, 30 indivíduos), representando 81,54% de todas as espécies identificadas e 91,32% do total de indivíduos de Coleoptera coletados (Figura 1).

A curva de acumulação das espécies pelo número de indivíduos não alcançou a estabilização (Figura 2). Registrou-se variações nos resultados das estimativa da riqueza de espécies conforme os índices usados, sendo os índices de Chao 1,  $S=857 \pm 88$  e Chao 2,  $S=861 \pm 89$  os que apresentaram valores superiores (Tabela I).

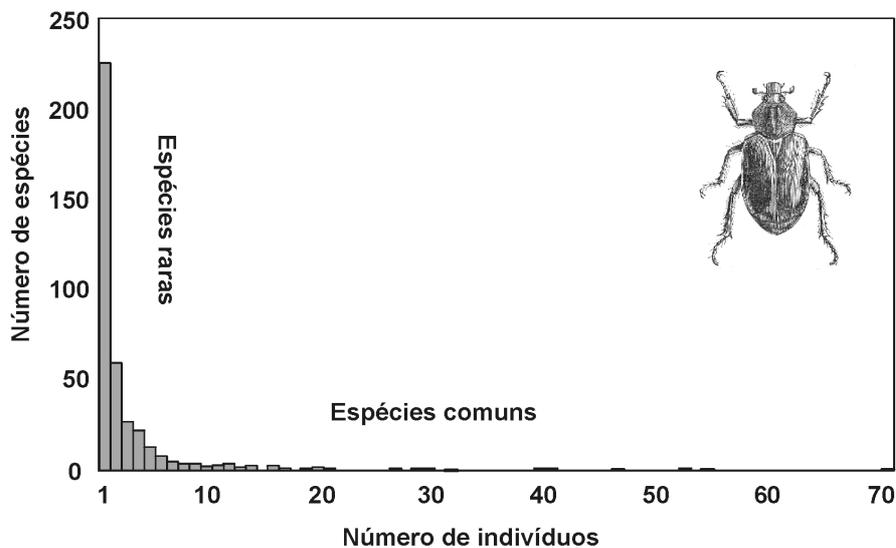
Na distribuição da abundância de espécies a principal característica observada foi de um número muito alto (369) de espécies com menos de 10 indivíduos, representando 92% e poucas espécies com abundância acima de 10 indivíduos (32) 8% das espécies. Das 401 espécies 229 apresentaram apenas um indivíduo, representando 57% e uma espécie apresentou abundância acima de 70 indivíduos (Figura 3). Os dados se ajustam a curva de distribuição lognormal ( $P < 0,001$ ,  $\text{Chi}^2 = 30,8$   $gl=6$ ), com uma estimativa de que o número de singletons pode ser maior a partir da coluna truncada (Figura 4).



**Fig. 1.** Abundância e riqueza de espécies entre as Famílias de Coleoptera dominantes coletadas em serapilheira em três áreas na Reserva Ducke

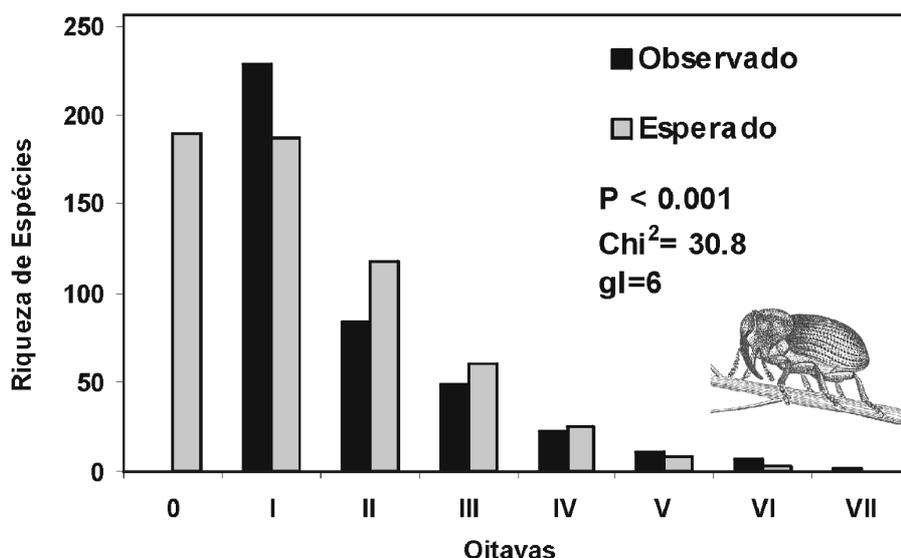


**Fig. 2.** Curva da acumulação de espécies de Coleoptera coletados em serapilheira conforme o número de amostras (4 amostras mensais de 24 m<sup>2</sup> de serapilheira, em 3 áreas durante 12 meses). As amostras foram acumuladas a partir de 50 randomizações; média  $\pm$  do desvio padrão

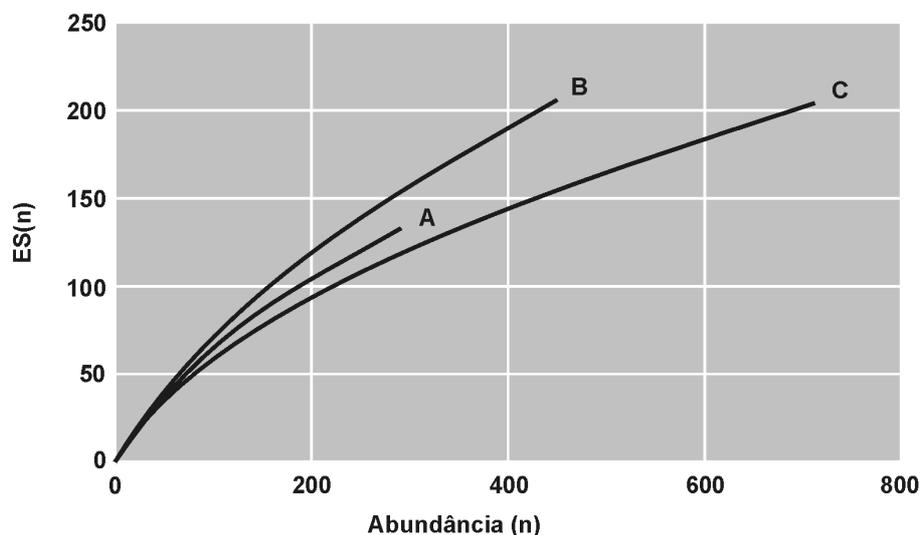


**Fig. 3.** Distribuição da abundância relativa das espécies de Coleoptera agrupadas em raras e comuns, coletadas em serapilheira na Reserva Ducke.

**Fig. 4.** Distribuição lognormal truncada da abundância relativa de espécies de Coleoptera de serapilheira coletados na Reserva Ducke.

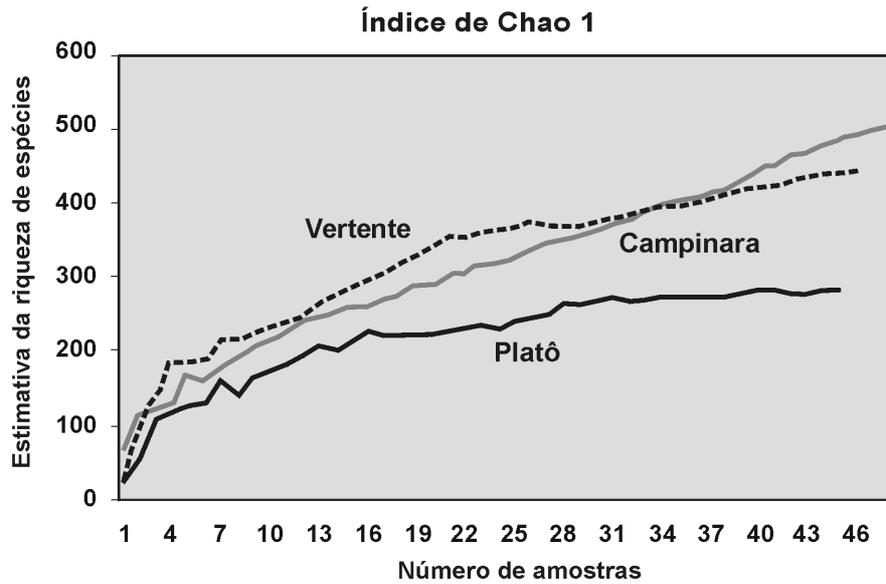


**Fig. 5.** Curva da riqueza de espécies de Coleoptera observadas conforme número de indivíduos coletados em serapilheira nas áreas de Platô (A), Vertente (B), Campinarana (C) na Reserva Ducke.

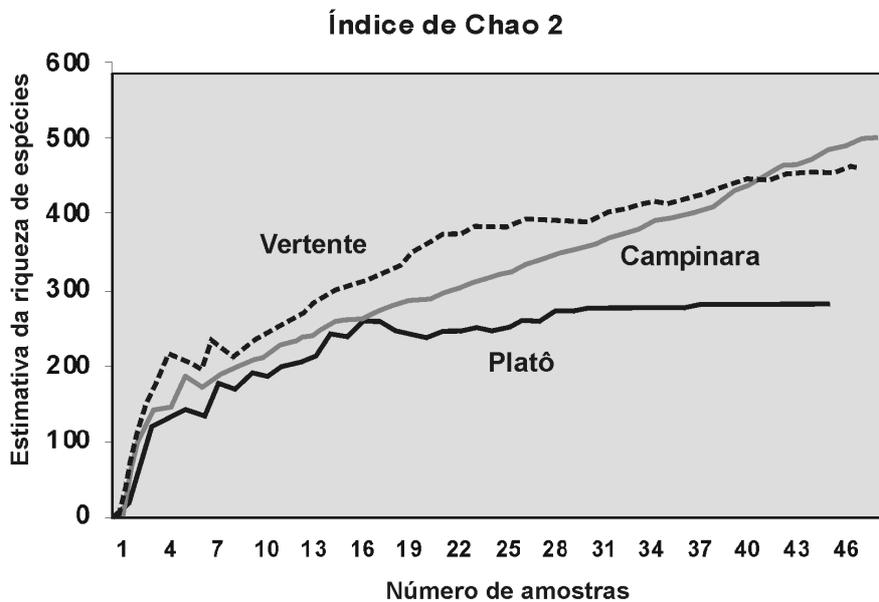


**Tabela I**  
Número e percentual de espécies de Coleóptera (singletons, doubletons, raras e comuns) no total e nas diferentes áreas

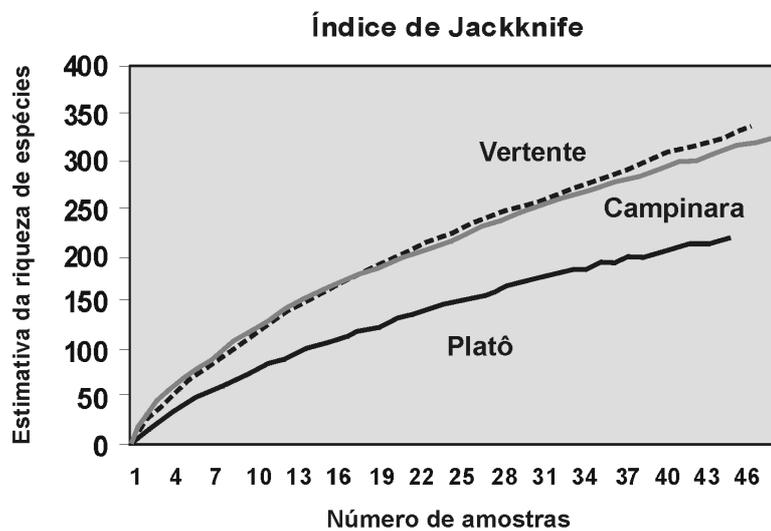
Espécies	Área de						Total A B C
	A. Platô		B. Vertente		C. Campinarana		
Totais	134		206		205		401
"Singletons"	85	63%	132	64%	123	60%	229 57%
Doubletons	25	18%	34	17%	25	12%	57 14%
Raras	131	98%	200	97%	190	92%	369 92%
Comuns	3	2%	6	3%	15	7%	32 8%
Índice de diversidade Shannon-Wiener	4,41		4,867		4,438		5,142
<b>Estimativas</b>							
Chao 1	275 ± 44		470 ± 67		503 ± 82		857 ± 88
Chao 2	273 ± 43		470 ± 67		503 ± 82		861 ± 89
Jackknife	217 ± 9		335 ± 10		324 ± 9		625 ± 12



**Fig. 6.** Estimativa da riqueza de espécies de Coleoptera coletados em três áreas da Reserva Ducke conforme índices de Chao 1

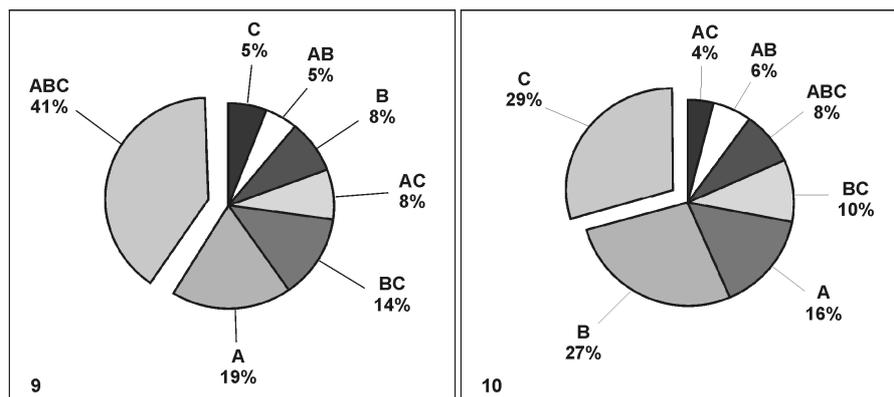


**Fig. 7.** Estimativa da riqueza de espécies de Coleoptera coletados em três áreas da Reserva Ducke conforme índices de Chao 2.



**Fig. 8.** Estimativa da riqueza de espécies de Coleoptera para as três áreas conforme índice de Jackknife.

**Fig. 9.** Percentual em relação ao número de famílias de Coleoptera coletadas em serapilheira na Reserva Ducke, exclusivas e comuns às áreas de Platô (A), Vertente (B) e Campinarana (C) conforme a abundância.



**Fig. 10.** Percentual em relação ao número de espécies de Coleoptera coletadas em serapilheira na Reserva Ducke, exclusivas e comuns às áreas de Platô (A), Vertente (B) e Campinarana (C) conforme a abundância.

## Descrição comparativa entre as áreas amostradas, da diversidade de espécies de Coleoptera

### – Riqueza de espécies

Foram coletados 1.467 indivíduos, assim distribuídos: entre 295 para a área de Platô, 454 na área de Vertente e 718 na área de Campinarana (Apêndice 1). Registrou-se diferença significativa ( $H=20,926$   $P<0,001$ ) entre a abundância de espécies coletadas nas áreas de Platô e Campinarana, onde foram registrados o menor e o maior número de indivíduos, respectivamente.

Das 401 espécies coletadas, 206 foram encontradas na área de Vertente (B) com índice de diversidade  $H^2=4,87$ ; 205 espécies na área de Campinarana (C)  $H^2=4,44$  e 134 espécies na área de Platô (A)  $H^2=4,41$ , comprovando-se diferença entre os índices de diversidade de espécies registrados nas áreas de Vertente e Campinarana ( $t=6,141$ ;  $gl=1.160$ ).

Como no total a curva de acumulação de espécies observadas por indivíduos para cada uma das três áreas não estabilizou (Figura 5), houve variação no resultado dos índices da estimativa da riqueza utilizados em relação ao número de amostras. Os métodos de Chao 1 e Chao 2 apresentaram as maiores estimativas e o de Jackknife as menores respectivamente (Tabela I) e as curvas da acumulação de espécies das áreas de Vertente e Campinarana foram mais elevadas (Figuras 6, 7 e 8).

Não houve modificação na distribuição da abundância entre as espécies em relação às áreas amostradas, ocorrendo a mesma variação no percentual de espécies. Registrou-se entre 57-64% para as espécies singleton, entre 92-98% para as raras e entre 2-8% para as espécies comuns repetindo o padrão observado no total (Tabela I).

### – Similaridade entre habitats em relação às famílias e espécies de Coleoptera

Foram identificadas 37 famílias de Coleoptera registrando-se 27 na área de Platô e 25 nas áreas de Vertente e Campinarana. Deste total, 7 (19%), foram coletadas exclusivamente na área de Platô, 3 (8%) na área de Vertente e 2 (5%) na área de Campinarana. Do total, 2 (5%) famílias foram comuns às áreas de Platô e Vertente, 3 (8%) às áreas Platô e Campinarana, 5 (14%) às áreas Vertente e Campinarana,

e 15 (41%) famílias às três áreas respectivamente (Figura 9). Conforme o Coeficiente de Jaccard (CJ) a similaridade entre as áreas de Platô e Vertente foi de  $CJ=0,51$ , entre Platô e Campinarana  $CJ=0,52$  e entre Vertente e Campinarana  $CJ=0,66$ .

Das 401 espécies de Coleoptera, 63 (16%) foram coletadas exclusivamente na área de Platô, 109 (27%) na área de Vertente e 117 (29%) na área de Campinarana. As áreas de Platô e Vertente tiveram em comum 24 (6%) das espécies, as áreas de Platô e Campinarana 15 (4%), as áreas de Vertente e Campinarana 41 (10%) e as três áreas 32 (8%) respectivamente (Figura 11). Registrou-se um baixo percentual de similaridade entre as áreas. Platô e Vertente apresentou um índice de  $CJ=0,20$ , Platô e Campinarana  $CJ=0,16$  e Vertente e Campinarana  $CJ=0,21$ .

## Discussão

### Riqueza e diversidade de espécies

A composição de Coleoptera no nível de famílias, no geral, foi similar a outros estudos envolvendo fauna de solo. As famílias mais abundantes foram Staphylinidae, Curculionidae, Scydmaenidae, Tenebrionidae, Chrysomelidae e Carabidae. De acordo com Schubart & Beck (1968), as famílias mais abundantes em solos da Amazônia foram, Staphylinidae, Pselaphidae, Ptiliidae, Carabidae e Scydmaenidae. Penny *et al.* (1978), encontraram como mais abundantes as famílias Pselaphidae, Staphylinidae, Scydmaenidae e Scolytidae. Rodrigues (1992), registrou as famílias Scydmaenidae, Ptiliidae, Pselaphidae, Staphylinidae e Tenebrionidae. Morais (1995) encontrou as famílias Staphylinidae, Carabidae e Pselaphidae. Didham (1996), utilizando a mesma metodologia desenvolvida neste trabalho em serapilheira, registrou como famílias mais abundantes, Staphylinidae, Scydmaenidae, Curculionidae, Carabidae e Ptiliidae.

Alguns fatores tais como locais de coletas, tipos de florestas, classificação adotada e metodologia utilizada, têm ocasionado a variação na listagem das famílias mais abundantes. No geral, Staphylinidae, Curculionidae, Carabidae, Scydmaenidae e Ptiliidae parecem ser as famílias mais abundantes, até mesmo porque são muito ricas em espécies (Costa *et al.*, 1988). A principal diferença

aqui observada, em relação aos trabalhos anteriores, diz respeito à baixa abundância de espécies na família Ptiliidae que tem sido registrada como muito abundante, e na variação de locais e métodos utilizados. Alguns estudos foram realizados em florestas inundáveis (Erwin, 1983; Adis & Ribeiro, 1989; Morais, 1995), enquanto que outros, em florestas de terra firme (Schubart & Beck, 1968; Penny & Arias, 1982; Rodrigues, 1992; Didham, 1996).

A riqueza e diversidade de espécies encontrada foi alta, o que foi comprovado quando a curva de acumulação de espécies não alcançou a assíntota. Esse resultado comprova o padrão observado em riqueza de espécies tropicais. Não consegue demonstrar o número total da fauna de insetos de uma determinada área mas registra uma grande riqueza de espécies. Mesmo no final da amostragem novas espécies foram adicionadas, o que segundo Coddington *et al.* (1996), é uma sugestão da necessidade de maior amostragem e maior tempo de coleta. De acordo com Keating & Quinn (1998), encontra-se a riqueza total das espécies quando a curva de acumulação do número de espécies observadas atinge a estabilização. Isso pode ser alcançado quando se aumenta o tamanho da amostragem. No entanto o que se tem visto para alguns grupos de organismos em alguns estudos é que a despeito da variação no tempo de coleta e na amostragem a curva de rarefação pode até tender à estabilização (Barbosa *et al.*, submetido) mas não alcança a assíntota (Owen & Owen, 1990; Hammond, 1990; Mawdsley, 1994; Wood & Gillman, 1998). Conforme Mawdsley (1994), alguns métodos de coleta podem ser mais eficientes que outros na acumulação de espécies.

Em florestas tropicais, o número de espécies de plantas e de muitos grupos de insetos é mais alto que o de florestas temperadas (Dobzhanski, 1950; Rhode, 1992; Krebs, 1994), entretanto quantificar as diferenças é muito difícil tendo em vista que poucas áreas, especialmente nos trópicos, foram coletadas extensivamente o suficiente para se fazer comparações mais acuradas (Wolda & Chandler, 1996). A curva de acumulação de espécies tropicais quando comparadas com as das regiões temperadas tendem a crescer mais rápido e no final a assíntota também é mais alta (Mawdsley, 1994).

O percentual de “espécies singleton”, confirma os padrões encontrados em estudos da composição de comunidades, onde o número de espécies representadas por um único indivíduo é muito alto, as espécies representadas por dois indivíduos são menos numerosas e poucas são as espécies representadas por mais de 20 indivíduos (Black *et al.*, 1950; Dobzhansky, 1950; Wolda, 1978; Basset & Kitching, 1991; Mawdsley, 1994; Novotný & Basset, 2000).

A riqueza de espécies de Coleoptera de solo em florestas da Amazônia é praticamente desconhecida. A maioria dos trabalhos desenvolvidos envolvem aspectos sobre a abundância e distribuição vertical (Adis, 1981, 1987, 1988; Adis & Ribeiro, 1989). Entre os mais recentes estão os efeitos da fragmentação de florestas sobre a estrutura trófica de Coleoptera (Didham, 1996) e aspectos sobre a composição da coleopterofauna de serapilheira (Barbosa, 2001).

A densidade e diversidade de espécies de Coleoptera encontrada nas áreas amostradas, foi diferente significativamente, sendo que os maiores índices de riqueza e de diversidade foram registrados nas áreas de Vertente e Campinarana e os menores na área de Platô, demonstrando que a composição de espécies de Coleoptera de serapilheira em diferentes localizações na Reserva Ducke não é homogênea, o que era esperado porque, dentro da Reserva, ocorrem quatro tipos de florestas, com a estrutura, o tipo de solo e a composição florística diferentes (Ribeiro *et al.*, 1999). Conforme caracterizamos os diferentes ambientes, de acordo com a localização das áreas escolhidas, a área de Platô é uma região onde o solo é do tipo latossolo e a quantidade de serapilheira é bem menor que nas áreas de Vertente (B) e Campinarana (C). Dessa forma, entende-se a diferença significativa da abundância e diversidade de espécies entre as áreas, não confirmando os estudos sobre a flora, que segundo Anderson (1978) e Ribeiro *et al.* (1999), Campinarana é uma área de menor biomassa e diversidade de plantas, e neste trabalho foi a área em que se registrou maior densidade e diversidade de espécies.

Moeed & Meads (1985) registraram diferenças na diversidade e baixa densidade das espécies de Coleoptera entre diferentes tipos de florestas na Nova Zelândia. Didham (1996), ao comparar floresta contínua com florestas fragmentadas, registrou que a densidade de espécies de Coleoptera diminui da floresta contínua para áreas de 100-ha de floresta fragmentada, aumentando novamente em áreas de 10-ha e 1-ha, sugerindo que esse aumento em pequenas áreas de florestas perturbadas tem relação direta com as modificações que os habitats naturais sofrem, proporcionando colonizações de novas espécies.

Os quatro tipos de índices utilizados para a estimativa da riqueza de espécies apresentaram uma diferença no número de espécies estimadas para cada uma das áreas. A estimativa foi sempre maior pelo métodos de Chao 1 e Chao 2, que supervalorizam os “singleton”, grupos de espécies registrados em maior quantidade. Esse padrão de resposta foi igualmente observado por Coddington *et al.* (1996), ao estimar a riqueza de espécies de aranhas. De qualquer forma a resposta final em todos os índices calculados foi unânime, maior riqueza de espécies foi observada e estimada para as áreas de Vertente e Campinarana, demonstrando que as áreas não possuem a mesma estimativa para a composição de espécies, sugerindo que há uma diferença entre elas na composição de espécies de Coleoptera.

A influência de ambientes heterogêneos sobre a estrutura da comunidade animal tem sido frequentemente discutida na literatura. Segundo Swift *et al.* (1979), o clima, a vegetação, o solo e a diversidade de microhabitats são fundamentalmente interrelacionados para determinar que tipo de ecossistema que se desenvolve numa determinada área. A composição de espécies e a estrutura da comunidade de serapilheira são dependentes desse fatores (Schowalter & Sabin, 1991 *apud* Derry *et al.*, 1999). A diferença no tipo de serapilheira e sua profundidade demonstram diferenças na composição da fauna da comunidade, como é o caso de aranhas (Lowrie, 1948; Berry, 1967; Jocque, 1973; Hagstrum, 1970 *apud* Uetz, 1979).

Numa comunidade existem espécies dentro das diferentes famílias com hábitos específicos para cada tipo de ambiente. A ordem Coleoptera é de longe a mais diferenciada troficamente (Mawdsley, 1994), muitos Coleoptera de serapilheira tais como Clambidae, Corylophidae, Scaphidiidae, Latridiidae, Elateridae, alimenta-se de plantas em decomposição; outros como Carabidae, Staphylinidae, Scydmaenidae, Dytiscidae, Hydrophilidae e Elateridae, são predadores. Lamentavelmente os detalhes de seus hábitos alimentares são pobremente conhecidos (Hammond, 1990).

Pouco se conhece sobre a variação na composição das espécies e abundância relativa entre áreas diferentes. Sabe-se que certas espécies são concentradas em uma certa área e que a fauna de lugares diferentes tende a diferir. Entretanto, raramente essas diferenças têm sido quantificadas (Wolda, 1996).

A riqueza de espécies locais, varia com a escala de tempo sobre o qual ela está sendo definida. As coletas são instantâneas e podem subestimar a riqueza de espécies numa escala temporal. Se uma proporção das espécies observadas são turistas ou desabrigadas, a riqueza estimada será alta principalmente com o número de espécies raras e não com o número de espécies permanentes. Estes dois efeitos tenderão a neutralizar um ao outro. É provável que, para estimar a riqueza de espécies nas regiões tropicais com alguma certeza, as amostras das localidades terão que ser em maior proporção que as das regiões menos diversas (Mignotti & Meeden, 1992).

#### **Similaridade entre habitats em relação às famílias e espécies de Coleoptera**

A composição das famílias de Coleoptera dos diferentes tipos de florestas, em relação a abundância, apresentou similaridade acima de 50%, demonstrando que as três áreas não possuem a mesma composição, sugerindo uma relativa sobreposição, diferindo do resultado encontrado em relação as espécies, onde o percentual de similaridade foi abaixo de 25%. Acredita-se que essa baixa similaridade esteja relacionada com a diferença estrutural (vegetação, solo, relevo) que essas áreas possuem, conforme já discutido antes sobre a diversidade de espécies, e são fatores importantes para a estruturação e formação da composição de uma comunidade de organismos de serapilheira, também já discutido antes (Uetz, 1979). Na área onde o solo é argilo-

so, com baixo acúmulo de serapilheira como é o caso do Platô, não há muita cobertura vegetal, onde registrou-se baixa abundância e riqueza de espécies em relação as outras áreas, mas a riqueza em famílias não foi muito alterada. É provável que as espécies encontradas em cada uma das áreas tenham suas preferências por um determinado tipo de serapilheira com maior ou menor acúmulo, favorecendo ou dificultando as condições de sobrevivência, haja visto a diversidade de espécies da flora que forma a cobertura vegetal das diferentes áreas de florestas da Reserva Ducke (Ribeiro *et al.*, 1999).

Entre diferentes áreas em florestas tropicais, não só a riqueza mas também a composição das espécies variam muito a similaridade entre locais diferentes varia de baixa para muito baixa. Se uma determinada área A é muito diferente da área B, em um determinado grupo X, então estas duas áreas tendem a ser muito diferentes em outros grupos, e, se duas áreas são moderadamente similares na composição de espécies, em um determinado grupo, então elas também tenderão a ser moderadamente similares em outros grupos (Wolda, 1996).

Conforme Tilman & Pacala (1994), a densidade de uma espécie é influenciada pelo número de outras espécies, especialmente espécies similares, com as quais elas estão competindo. A similaridade entre áreas diferentes na composição faunística depende da similaridade em habitats e sobre a distância geográfica entre as áreas (Wolda, 1996). Para uma comparação exata da similaridade na composição da fauna, os habitats devem ser cuidadosamente selecionados em ambas regiões, e então, eles poderão combinar em diferentes ambientes. A similaridade entre habitats em relação a diversidade de espécies tem sido estudada principalmente em área temperadas. Em áreas tropicais alguns trabalhos foram desenvolvidos (Stork & Brendell, 1990; Wolda, 1983; Ferreira & Marques, 1998), mas o número ainda é insuficiente (Wolda, 1996).

A diferença significativa em relação à abundância de espécies, entre os índices de diversidade e de estimativa da riqueza de espécies, e a baixa similaridade entre as áreas em relação a composição principalmente entre as áreas de Platô e Campinarana, sugerem que as áreas são distintas em relação a composição de espécies e diversidade de espécies. Entretanto, para melhores definições, mais estudos devem ser feitos aumentando-se o tempo e incluindo outros métodos de coletas para que se consigam melhores informações.

## Bibliografia

- ADIS, J. 1981. Comparative ecological studies of the terrestrial arthropod fauna in Central Amazonian inundation forests. *Amazoniana* **7**: 87-173
- ADIS, J. 1987. Extraction of arthropods from neotropical soils with a modified Kempson apparatus. *Journal of Tropical Ecology* **3**: 31-138.
- ADIS, J. 1988. On the abundance and density of terrestrial arthropods in Central Amazonian dryland forest. *Journal of Tropical Ecology* **4**: 19-24.
- ADIS, J. & M. O. A. RIBEIRO 1989. Impacto de desmatamento em invertebrados de solo de florestas inundáveis na Amazônia Central e suas estratégias de sobrevivência às inundações de longo prazo. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi série Zoológica*, Belém, **5**(1): 101-125.
- ADIS, J., W. PAARMANN, C. R. V. FONSECA & J. A. RAFAEL 1997. Knockdown efficiency of natural pyrethrum and survival rate of living arthropods obtained by canopy fogging in Central Amazonian. In: STORK, N.E., ADIS, J. & DIDHAM, R.K. (eds.). *Canopy Arthropods*. Chapman & Hall. London. 567 pp.
- ALENCAR, J.C., R. A. ALMEIDA & N. P. FERNANDES 1979. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. *Acta Amazonica* **9**: 163-198.
- ANDERSON, A.B. 1978. Aspectos florísticos e fitogeográficos de campinas e Campinaranas na Amazônia Central. INPA/UA. *Dissertação de Mestrado* 78p.
- BARBOSA, M.G.V. 2001. *Diversidade, similaridade entre habitats e aspectos da variação temporal da abundância de Coleoptera de serapilheira da Reserva Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Tese de Doutorado 218p.
- BASSET, Y. & A. H. ARTHINGTON 1992. The arthropod community associated with an Australian rainforest tree: abundance of component taxa, species richness and guild structure. *Australian Journal of Ecology* **17**: 89-98.
- BASSET, Y. & R. L. KITCHING 1991. Species number, species abundance and body length of arboreal arthropod associated with an Australian rainforest tree. *Ecological Entomology* **16**: 391-402.
- BELSHAW, R. & B. BOLTON 1994. A survey of the leaf litter ant fauna in Ghana, West Africa (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Hymenoptera Research* **3**: 5-6.
- BESUCHET, C., D. H. BURCKHARDT & I. LÖBL 1987. The "Winkler / Moczarski" elector as na efficient extractor for fungus and litter Coleoptera. *The Coleopterist's Bulletin* **41**: 392-394.
- BLACK, G.A., TH. DOBZHANSKI & C. PAVAN 1950. Some attempts to estimate species diversity and population density of trees in Amazonian forest. *The Botanical Gazette* **111**: 413-425.
- BRAGA, P.I.S. 1979. Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico da floresta amazônica. *Acta Amazonica* **9**: 53-80.
- CODDINGTON, J.A., L. H. YOUNG & F. A. COYLE 1996. Estimating spider species richness in a southern Appalachian cove hardwood forest. *The journal of Arachnology* **24**: 111-128.
- COLWELL, R.K. 1997. *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Version 5. User's Guide and application published at: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimateS>.
- COLWELL, R.K. & J. A. CODDINGTON 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. In: D. L. HAWKSWORTH (ed.) *Biodiversity Measurement and Estimation*. Chapman & Hall, 2-6. *Philosophical Transactions of the royal Society, London* **B345**: 101-118.
- COSTA, C., S. A. VANIN & S. A. CASARI-CHEN 1988. *Larvas de Coleoptera*. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo.
- CURRIER, D.J. & J. T. FRITZ 1993. Global patterns of animal abundance and species energy use. *Oikos* **67**: 56-68.
- DERRY, A. M., W. J. STADDON, P. G. KEVAN & J. T. TREVORS 1999. Functional diversity and community structure of micro-organisms in three arctic soils as determined by sole-carbon-source-utilization. *Biodiversity and Conservation* **8**: 205-221
- DIDHAM, R. 1996. *The effects of forest fragmentation on leaf-litter invertebrates in Central Amazonian*. Phd. Thesis. University of London. 313p.
- DOBZHANSKI, Th. 1950. Evolution in the tropics. *Tropical Ecology* **38**: 209-221.
- EDWARDS, C.A. 1974. Macroarthropods, pp. 533-553. In: C.H. DICKINSON & G.J.F. PUGH (eds). *Biology of plant litter decomposition* Edited by. **2** Academic Press. London and New York.
- EFRON, B. & R. THISTED 1976. Estimating the number of unseen species: how many words did Shakespeare know? *Biometrika* **63**: 35-41.
- ELTON, C.S. 1973. The structure of invertebrate populations inside neotropical rain forest. *Journal of Animal Ecology* **42**: 55-104.
- ERWIN, T.L. 1982. Tropical forest: their richness in Coleoptera and other arthropods species *Coleopterist Bulletin* **36**: 74-75.
- ERWIN, T.L. 1983. Beetles and other insects of tropical forests canopies at Manaus, Brazil, sampled by insecticidal fogging. In S. L. SUTTON, T. C. WHITMORE & A. C. CHADWICK (eds). *Tropical Rain Forest Ecology and Management*. Pp. 59-75. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- FERREIRA, R.L. & M.M. G. S. M. MARQUES 1998. A fauna de Artrópodes de Serapilheira de Áreas de Monocultura com *Eucalyptus* sp. E Mata Secundária Heterogênea. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*. **27**: 395-403.
- GASTON, K. J. 1991. The magnitude of global insect species richness. *Conservation Biology* **5**: 183-196.
- GOSZ, J.R., G. E. LIKENS & F. H. BORMANN 1976. Organic matter and nutrient dynamics of the forest floor in the Hubbard Brook Forest. *Oecologia* **22**: 305-320.
- HAMMOND, P. M. 1990. Insect abundance and diversity in the Dumonga Bone National Park, N. Sulawesi, with special reference to the beetle fauna of lowland rain forest in the Toraut region. In: W. J. KNIGHT & J. D. HOLLOWAY (eds.) *Insects and the Rain forest of South East Asia (Wallacea)*: 197-254. London: Royal Entomological Society of London.
- HAMMOND, P. M. 1992. Species inventory. In B. GROOMBRIDGE (ed.) *Global diversity Status of the Earth's Living Resources*. Pp. 17-39. London.
- HERRERA, R., D. JORDAN, H. KLINGE & E. MEDINA 1978. Amazon ecosystems. Their structure and functioning with particular emphasis on nutrients. *Interciencia* **3**: 223-232.
- HELTSHE, J. F. & N. E. FORRESTER 1983. Estimating species richness using the jackknife estimate procedure. *Biometrics* **39**: 1073-1076.
- HURLBERT, S. H. 1971. The non-concept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology* **52**: 577-586.
- JANZEN, D. H. 1981. The peak in North American Ichneumonid species richness lies between 38° and 42° N. *Ecology* **62**: 532-537.
- KEATING, K.A. & J. F. QUINN 1998. Estimating species richness: the Michaelis-Menten model revisited. *Oikos* **81**: 411-416.

- KREBS, C. J. 1994. *Ecology : The experimental analysis of distribution and abundance*. Fourth edition. Harper Collins Publishers. New York. 801p
- LAWRENCE, J. F. & A. F. NEWTON, Jr. 1995. *Families and subfamilies of Coleoptera (With selected genera, notes, references and data on family – group names*. In J. PAKALUK & S. A. SILPINSKI (eds.) *Biology, Phylogeny and classification of Coleoptera: papers celebrating the 80<sup>th</sup> birthday of Roy A. Crowson*. Pp. 779-1006. Museum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa
- LOWRIE, D. L. 1948. The ecological succession of spiders in the Chicago area dunes. *Ecology*. **29**: 339-351.
- LUIZÃO, R. C. C. & F. J. LUIZÃO 1991. Littera e biomassa microbiana do solo no ciclo de matéria orgânica e nutrientes em terra firme ba Amazônia Central. In: *Preservação e Desenvolvimento da Amazônia: Fatos e Perspectivas*. Vol **1** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. Pp 65-75.
- LUIZÃO, F. J. & H. O. R. SCHUBART 1986. Produção e decomposição de littera em floresta de terra firme da Amazônia Central. *Acta Liminológica Brasileira* **1**: 575-600.
- MAGURRAN, A.E. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton Uni. Press, Princeton, New Jersey.
- MAWDSLEY, N. A. 1994. *Community structure of the Coleoptera Assemblage in a Bornean Tropical Forest*. Ph.D. Thesis. University of London 306 pp.
- MOEED, A & M. J. MEADS 1985. Seasonality of pitfall trapped invertebrates in three types of native forest, Orongorongo Valley, New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology* **12**: 17-53.
- MORAIS, J. W. 1995. *Abundância e distribuição vertical e fenologia da fauna de Arthropoda de uma região de água mista, próxima de Manaus, AM*. Tese de Doutorado. Escola Superior Luiz de Queiroz. Piracicaba. 226p.
- NOVOTONÝ, V. & Y. BASSET 2000. Rare species in communities of tropical insect herbivores: pondering the mystery of "singleton". *Oikos* **89**: 564-572.
- OWEN, J. A. 1978. The "Winkler extractor". *Proc. Trans. Br. Ent. Nat. Hist. Soc.* **20**: 129-132.
- OWEN, D. F. & J. OWEN 1990. Assessing insect species-richness at a single site. *Environmental Conservation* **17**: 362-364.
- PENNY, N.D., J. R. ARIAS & H. O. R. SCHUBART 1978. Tendências populacionais da fauna de coleópteros do solo sob floresta de terra firme na Amazônia. *Acta Amazonica* **8**: 259-265.
- PIRES, J.M. & G. T. PRANCE 1985. The vegetations types of the Brazilian Amazon. In: PRANCE, G. T. & LOVEJOY, T.E. (eds.) *Key Environments: Amazonian*. Pp109-145.
- PRANCE, G. T. 1979. Notes on the vegetation of amazonia III. The terminology of Amazonian forest types subject to inundation. *Brittonia*, **31**: 26-38.
- PRANCE, G. T. 1980. A Terminologia dos tipos de florestas amazônicas sujeitas a inundação. *Acta Amazonica* **10**: 495-504.
- PRESTON, F. W. 1948. The commonness and rarity, of species. *Ecology*, **29**: 254-283.
- RHODE, K. 1992. Latitudinal gradients in species diversity: the search for the primary cause. *Oikos* **65**: 514-527.
- RIBEIRO, M.N.G. & J. ADIS 1984. Local rainfall variability – a potential bias for bioecological studies in the Central Amazon. *Acta Amazonica* **14**: 159-174.
- RIBEIRO, J.E.L.S., M. J. G. HOPKINS, A. VINCENTINI, C. A. SOTHERS, M. A. S. COSTA, J. M. BRITO, M. A. D. SOUZA, L. H. MARTINS, L. G. LOHMANN, P. A. C. L. ASSUNÇÃO, E. C. PEREIRA, C. F. SILVA, M. R. MESQUITA. & L. C. PROCOPIO 1999. *Flora da Reserva Ducke. Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central*. INPA – DFID.
- RODRIGUES, J.M.G. 1992. Abundância e distribuição vertical de coleópteros de solo em capoeira de terra firme na região de Manaus - AM, Brasil. *Acta Amazônica* **22**: 323-333.
- SCHOEREDER, J.H., M. MEGURO & W. B. C. DELITTI 1990. Efeito da substituição da cobertura vegetal natural na fauna de artrópodos de serapilheira. *Ciência e Cultura*, **42**: 76-78.
- SCHUBART, H. O. R. & L. BECK 1968. Zur Coelopterenfauna amazonischer Boden. *Amazoniana*, **1**(4): 311-322.
- SIMBERLOFF, D. 1972 Properties of the rarefaction diversity measurement. *Am. nat.* **106**: 414-418
- STORK, N.E. 1991. The composition of the arthropod fauna of Borneo lowland rain forest trees. *Journal of Tropical Ecology*. **7**: 161-80.
- STORK, N. E. & M. J. D. BRENDELL 1990. Variation in the insect fauna of Sulawesi trees with season, altitude and forest type. In: W. J. KNIGHT & J. D. HOLLOWAY (eds.), *Insects and rain forest of South East Asia (Wallacea)*. Pp.: 173-190. London: Royal Society.
- STORK, N. E., J. ADIS & R. K. DIDHAM 1997. *Canopy Arthropods* Chapman & Hall. London.
- SWIFT, M.J., O. W. HEAL & J. M. ANDERSON 1979. *Decomposition in terrestrial Ecosystems*. Eds. D. J. ANDERSON, P. GREIG-SMITH & F. A. PITELA. Blackwell Scientific publications. Oxford, London.
- TILMAN, D. & S. PACALA 1994. The maintenance of species richness in plant communities. In: R. E. RICKLEFS & D. SCHLUTER (eds.), *Species diversity in ecological communities historical and geographical perspectives*. 416p.
- UETZ, G. W. 1979. The influence of variation in litter habitats on spider communities. *Oecologia* **40**: 29-42.
- WILSON, E. O. 1988. The current state of biological diversity. In E. O. WILSON & F. M. PETER (eds.) *Biodiversity*. Pp. 3-18. National Academic Press, Washington.
- WOLDA, H. 1978. Fluctuations in abundance of tropical insects. *American Natature* **112**: 1017-1045.
- WOLDA, H. 1983. Diversity, diversity indices and tropical cockroaches. *Oecologia* **58**: 290-298.
- WOLDA, H. 1987. Altitude, habitat and tropical insect diversity. *Biological Journal of the Linnean Society* **30**: 313-323.
- WOLDA, H. 1996. Between-site similarity in species composition of a number of Panamanian insect group. *Miscellanea Zoológica* **19**: 39-50.
- WOLDA, H. & D. CHANDLER 1996. Diversity and seasonality of Tropical Pselaphidae and Anthicidae (Coleoptera). *Proc. Kon. Ned. Acad. Wetensch. C.* **99**: 313-333.
- WOOD, B. & M. P. GILLMAN 1998. The effects of disturbance on forest butterflies using two methods of sampling in Trinidad. *Biodiversity and Conservation* **7**: 597-616.
- ZAR, J. 1984 *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall. Second Edition. 717pp.

**Apêndice 1**  
**Classificação taxonômica das espécies de Coleoptera coletados em serapilheira na Reserva Ducke**  
 PLA = Platô; VER=Vertente; CAM= Campinarama.

Família–Subfamília	No. sp	PLA	VER	CAM	Total	Família–Subfamília	No. sp	PLA	VER	CAM	Total
<b>Carabidae</b>						<b>Scydmaenidae</b>					
Paussinae	1	1	0	0	1		57	0	1	7	8
Outros	2	2	0	0	2		58	0	4	1	5
Outros	3	0	1	1	2		59	0	1	0	1
Outros	4	1	0	0	1		60	0	1	0	1
Outros	5	0	0	1	1		61	1	0	0	1
Outros	6	1	0	0	1		62	0	1	0	1
Outros	7	2	2	0	4		63	0	0	1	1
Outros	8	1	0	0	1		64	0	1	0	1
Outros	9	0	3	0	3		65	1	0	0	1
Outros	10	0	0	14	14		66	0	1	0	1
<b>Dytiscidae</b>							67	0	1	0	1
	11	0	4	5	9		68	0	0	1	1
<b>Hydrophilidae</b>							69	1	0	0	1
Sphaeridinae	12	0	0	2	2		70	0	1	0	1
Sphaeridinae	13	0	2	0	2		71	0	2	3	5
Sphaeridinae	14	0	4	0	4		72	1	1	0	2
Sphaeridinae	15	0	1	0	1		73	0	0	1	1
Sphaeridinae	16	1	0	1	2		74	1	3	8	12
Sphaeridinae	17	0	0	71	71		75	0	0	6	6
Hydrophilinae	18	0	1	0	1		76	3	1	1	5
<b>Histeridae</b>						<b>Staphylinidae</b>					
	19	0	1	0	1	Osoriinae	77	1	0	0	1
	20	0	1	0	1	Osoriinae	78	0	1	0	1
	21	1	0	1	2	Osoriinae	79	1	0	0	1
	22	0	0	1	1	Osoriinae	80	0	5	0	5
	23	2	0	0	2	Osoriinae	81	3	0	0	3
<b>Ptiliidae</b>						Osoriinae	82	2	1	0	3
	24	0	2	1	3	Osoriinae	83	0	1	0	1
	25	0	1	0	1	Osoriinae	84	1	3	3	7
	26	0	1	1	2	Osoriinae	85	1	4	0	5
	27	1	0	0	1	Osoriinae	86	0	1	0	1
<b>Leiodidae</b>						Osoriinae	87	1	0	0	1
Leiodinae	28	0	1	0	1	Osoriinae	88	4	0	0	4
Leiodinae	29	0	0	1	1	Piestinae	89	0	0	4	4
Leiodinae	30	0	0	1	1	Piestinae	90	0	1	0	1
Catopinae	31	2	1	0	3	Piestinae	91	0	4	0	4
Catopinae	32	1	1	2	4	Piestinae	92	1	0	1	2
Catopinae	33	2	8	1	11	Piestinae	93	0	0	1	1
<b>Scydmaenidae</b>						Piestinae	94	0	1	0	1
	34	0	0	20	20	Oxytelinae	95	5	3	0	8
	35	0	0	2	2	Megalopininae	96	2	1	7	10
	36	0	0	1	1	Megalopininae	97	0	0	1	1
	37	0	1	2	3	Sterinae	98	0	0	2	2
	38	0	1	0	1	Paederinae	99	1	0	0	1
	39	7	7	2	16	Paederinae	100	3	2	1	6
	40	0	1	0	1	Paederinae	101	1	2	3	6
	41	0	1	0	1	Paederinae	102	0	1	1	2
	42	0	0	1	1	Paederinae	103	1	2	0	3
	43	1	0	0	1	Paederinae	104	0	1	0	1
	44	0	3	2	5	Paederinae	105	2	0	0	2
	45	0	2	0	2	Paederinae	106	0	1	1	2
	46	0	0	1	1	Paederinae	107	0	0	1	1
	47	1	1	1	3	Paederinae	108	0	1	0	1
	48	0	0	2	2	Paederinae	109	0	2	11	13
	49	0	1	0	1	Paederinae	110	0	0	1	1
	50	0	1	6	7	Paederinae	111	0	0	1	1
	51	0	0	1	1	Paederinae	112	0	0	1	1
	52	0	0	1	1	Paederinae	113	0	1	0	1
	53	0	1	0	1	Staphylininae	114	0	0	1	1
	54	1	0	1	2	Staphylininae	115	0	0	3	3
	55	0	0	4	4	Staphylininae	116	0	1	1	2
	56	1	0	0	1	Staphylininae	117	0	1	0	1

Família-Subfamília	No. sp	PLA	VER	CAM	Total	Família-Subfamília	No. sp	PLA	VER	CAM	Total
<b>Staphylinidae</b>						<b>Staphylinidae</b>					
Staphylininae	118	1	0	0	1	Pselaphinae	184	0	0	1	1
Staphylininae	119	0	1	0	1	Pselaphinae	185	0	0	1	1
Staphylininae	120	0	1	0	1	Pselaphinae	186	0	0	3	3
Tachyporinae	121	2	0	1	3	Pselaphinae	187	0	0	2	2
Tachyporinae	122	1	3	5	9	Pselaphinae	188	0	0	1	1
Tachyporinae	123	7	13	21	41	Pselaphinae	189	0	0	1	1
Tachyporinae	124	1	0	0	1	Pselaphinae	190	0	2	14	16
Tachyporinae	125	1	0	0	1	Pselaphinae	191	0	2	0	2
Tachyporinae	126	0	1	0	1	Pselaphinae	192	0	1	0	1
Aleocharinae	127	0	0	1	1	Pselaphinae	193	0	0	1	1
Aleocharinae	128	1	1	0	2	Pselaphinae	194	1	0	0	1
Aleocharinae	129	2	0	0	2	Pselaphinae	195	0	0	5	5
Aleocharinae	130	0	1	0	1	Pselaphinae	196	0	2	0	2
Aleocharinae	131	16	3	1	20	Pselaphinae	197	0	0	1	1
Aleocharinae	132	0	1	0	1	Pselaphinae	198	0	1	0	1
Aleocharinae	133	2	0	0	2	Pselaphinae	199	0	0	1	1
Aleocharinae	134	2	0	0	2	Pselaphinae	200	4	7	1	12
Aleocharinae	135	3	23	14	40	Pselaphinae	201	0	1	0	1
Aleocharinae	136	0	2	1	3	Pselaphinae	202	0	1	0	1
Aleocharinae	137	1	1	0	2	Pselaphinae	203	1	1	0	2
Aleocharinae	138	0	1	0	1	Pselaphinae	204	1	0	2	3
Aleocharinae	139	0	0	1	1	Pselaphinae	205	0	0	1	1
Aleocharinae	140	0	1	0	1	Pselaphinae	206	0	2	0	2
Aleocharinae	141	1	0	0	1	Pselaphinae	207	0	0	1	1
Aleocharinae	142	1	0	0	1	Pselaphinae	208	0	1	0	1
Aleocharinae	143	2	0	2	4	Scaphidiinae	209	1	0	0	1
Aleocharinae	144	1	0	0	1	Scaphidiinae	210	0	1	0	1
Aleocharinae	145	0	2	0	2	Scaphidiinae	211	0	3	3	6
Aleocharinae	146	1	2	0	3	Scaphidiinae	212	1	0	0	1
Aleocharinae	147	0	0	1	1	Scaphidiinae	213	0	1	1	2
Aleocharinae	148	0	3	1	4	Scaphidiinae	214	0	0	1	1
Aleocharinae	149	0	1	1	2	Scaphidiinae	215	0	0	1	1
Aleocharinae	150	0	0	5	5	<b>Acanthoceridae</b>					
Aleocharinae	151	7	2	0	9		216	1	0	0	1
Aleocharinae	152	0	0	4	4		217	0	0	1	1
Aleocharinae	153	0	0	2	2		218	0	0	1	1
Aleocharinae	154	0	2	2	4	<b>Scarabaeidae</b>					
Aleocharinae	155	1	1	0	2	Aphodiinae	219	1	0	0	1
Aleocharinae	156	0	1	0	1	Scarabaeinae	220	0	0	1	1
Aleocharinae	157	0	1	0	1	Scarabaeinae	221	0	1	0	1
Aleocharinae	158	0	0	2	2	Scarabaeinae	222	0	1	0	1
Pselaphinae	157	0	0	1	1	Scarabaeinae	223	0	1	0	1
Pselaphinae	158	0	0	1	1	Scarabaeinae	224	0	1	0	1
Pselaphinae	159	0	0	1	1	Melolontinae	225	0	0	2	2
Pselaphinae	160	1	0	1	2	<b>Heteroceridae</b>					
Pselaphinae	161	0	1	1	2		226	0	1	1	2
Pselaphinae	162	0	0	1	1	<b>Elateridae</b>					
Pselaphinae	163	0	7	0	7		227	0	0	1	1
Pselaphinae	164	0	1	0	1		228	1	0	0	1
Pselaphinae	165	0	6	0	6		229	0	0	1	1
Pselaphinae	166	0	1	3	4		230	0	1	0	1
Pselaphinae	167	0	1	0	1	<b>Eucnemidae</b>					
Pselaphinae	168	1	0	1	2		231	0	1	0	1
Pselaphinae	169	0	1	0	1	<b>Cantharidae</b>					
Pselaphinae	170	0	1	0	1		232	0	1	0	1
Pselaphinae	171	0	0	1	1		233	0	0	1	1
Pselaphinae	172	1	0	0	1	<b>Dermestidae</b>					
Pselaphinae	173	0	0	3	3		234	1	0	0	1
Pselaphinae	174	0	2	0	2		235	2	0	0	2
Pselaphinae	175	0	0	1	1	<b>Bostrychidae</b>					
Pselaphinae	176	0	0	1	1		236	1	0	0	1
Pselaphinae	177	0	0	3	3		237	0	0	4	4
Pselaphinae	178	0	1	1	2	<b>Trogossitidae</b>					
Pselaphinae	179	0	2	17	19		238	1	0	0	1
Pselaphinae	180	0	1	7	8	<b>Cleridae</b>					
Pselaphinae	181	0	1	0	1		239	0	0	1	1
Pselaphinae	182	0	2	1	3		240	1	0	0	1
Pselaphinae	183	0	2	1	3						

Família – Subfamília	No. sp	PLA	VER	CAM	Total	Família – Subfamília	No. sp	PLA	VER	CAM	Total
<b>Nitidulidae</b>						<b>Tenebrionidae</b>					
	241	0	1	0	1	Lagriinae	296	0	1	0	1
	242	0	0	2	2	Lagriinae	297	1	0	0	1
	243	0	1	3	4	Lagriinae	298	0	1	0	1
	244	0	0	1	1	Lagriinae	299	0	1	2	3
	245	0	0	1	1	Lagriinae	300	0	1	0	1
	246	3	1	0	4	Lagriinae	301	0	0	2	2
	247	0	0	1	1	Lagriinae	302	1	0	0	1
	248	0	0	1	1	Lagriinae	303	2	2	0	4
	251	0	0	1	1	Lagriinae	304	0	1	0	1
	252	0	0	1	1	Lagriinae	305	0	1	0	1
	253	0	1	0	1	Outros	306	0	1	5	6
	254	0	1	0	1	Outros	307	1	0	0	1
	255	0	1	0	1	Outros	308	0	0	1	1
	256	0	0	2	2	Outros	309	1	0	0	1
	257	0	2	1	3	Outros	310	9	3	0	12
	258	0	0	1	1	Outros	311	0	1	0	1
	259	0	0	1	1	Outros	312	0	1	0	1
	260	1	7	3	11	Outros	313	0	1	0	1
	261	1	10	1	12	Outros	314	1	0	0	1
<b>Laemophloeidae</b>						Outros	315	1	0	0	1
	262	1	0	0	1	Outros	316	0	0	1	1
<b>Silvanidae</b>						Outros	317	0	1	4	5
	263	1	0	0	1	<b>Cerambycidae</b>					
<b>Languriidae</b>						Lamiinae	318	0	1	0	1
	264	0	1	0	1	<b>Chrysomelidae</b>					
	265	0	0	1	1	Bruchinae	319	1	0	0	1
	266	0	1	0	1	Bruchinae	320	3	2	0	5
<b>Erotylidae</b>						Galerucinae	321	0	0	1	1
	267	0	0	1	1	Alticinae	322	0	1	0	1
<b>Cerylonidae</b>						Alticinae	323	0	1	15	16
	268	1	0	0	1	Alticinae	324	0	1	0	1
<b>Corylophidae</b>						Alticinae	325	0	1	0	1
	269	0	1	0	1	Alticinae	326	2	0	0	2
	270	1	0	0	1	Alticinae	327	0	0	1	1
	271	0	1	0	1	Alticinae	328	0	0	1	1
	272	0	1	0	1	Alticinae	329	0	1	0	1
	273	0	1	0	1	Alticinae	330	1	0	0	1
<b>Endomychidae</b>						Alticinae	331	0	2	0	2
Outros	274	0	0	1	1	Cryptocephalinae	332	0	0	1	1
Outros	275	0	0	3	3	<b>Curculionidae</b>					
Outros	276	0	0	1	1	Otiiorhynchinae	333	0	1	0	1
Outros	277	0	0	2	2	Rhynchophorinae	334	0	0	1	1
Outros	278	0	0	1	1	Rhynchophorinae	335	0	0	1	1
Outros	279	0	0	1	1	Rhynchophorinae	336	0	0	1	1
Outros	280	1	9	17	27	Rhynchophorinae	337	1	3	0	4
Merophysinae	281	2	2	0	4	Curculioninae	338	0	0	3	3
<b>Lathridiidae</b>						Curculioninae	339	2	1	0	3
	282	1	0	0	1	Curculioninae	340	0	1	0	1
<b>Colydiidae</b>						Curculioninae	341	0	1	0	1
	283	0	0	1	1	Curculioninae	342	0	1	2	3
<b>Ciidae</b>						Curculioninae	343	2	2	1	5
	284	0	1	0	1	Curculioninae	344	2	0	5	7
	285	0	1	0	1	Curculioninae	345	0	2	4	6
	286	1	0	1	2	Curculioninae	346	0	3	0	3
	287	1	0	0	1	Curculioninae	347	4	0	0	4
	288	0	0	1	1	Curculioninae	348	0	0	1	1
	289	1	0	0	1	Curculioninae	349	0	1	0	1
<b>Melandryidae</b>						Curculioninae	350	3	0	4	7
	290	1	1	0	2	Curculioninae	351	0	0	1	1
<b>Anthicidae</b>						Curculioninae	352	1	1	4	6
	291	1	0	0	1	Curculioninae	353	3	6	5	14
<b>Aderidae</b>						Curculioninae	354	2	7	4	13
	292	0	1	0	1	Curculioninae	355	2	2	0	4
<b>Salpingidae</b>						Curculioninae	356	0	1	0	1
Outros	293	0	1	0	1	Curculioninae	357	0	0	1	1
Inoplepinae	294	0	0	1	1	Curculioninae	358	0	1	0	1
<b>Tenebrionidae</b>						Curculioninae	359	0	0	1	1
Lagriinae	295	0	1	0	1	Curculioninae	360	0	0	47	47

<b>Família–Subfamília</b>	<b>No. sp</b>	<b>PLA</b>	<b>VER</b>	<b>CAM</b>	<b>Total</b>
<b>Curculionidae</b>					
Scolytinae	361	9	16	5	30
Scolytinae	362	3	4	4	11
Scolytinae	363	0	0	1	1
Scolytinae	364	1	3	0	4
Scolytinae	365	1	0	0	1
Scolytinae	366	0	1	0	1
Scolytinae	367	1	0	0	1
Scolytinae	368	1	1	0	2
Scolytinae	369	0	1	0	1
Scolytinae	370	1	0	0	1
Scolytinae	371	0	0	1	1
Scolytinae	372	0	0	1	1
Scolytinae	373	0	1	1	2
Scolytinae	374	0	0	2	2
Scolytinae	375	0	0	2	2
Scolytinae	376	1	0	0	1
Scolytinae	377	0	0	1	1
Scolytinae	378	0	1	0	1
Scolytinae	379	1	0	0	1
Scolytinae	380	1	0	1	2
Scolytinae	381	0	2	1	3
Scolytinae	382	0	4	0	4
Scolytinae	383	0	2	1	3
Scolytinae	384	0	0	5	5
Scolytinae	385	0	1	0	1
Scolytinae	386	2	1	2	5
Scolytinae	387	0	0	1	1
Scolytinae	388	0	0	2	2
Scolytinae	389	1	3	4	8
Scolytinae	390	0	0	1	1
Scolytinae	391	0	1	0	1
Scolytinae	392	2	0	7	9
Scolytinae	393	2	8	4	14
Scolytinae	394	7	9	1	17
Scolytinae	395	6	7	19	32
Scolytinae	396	1	0	52	53
Scolytinae	397	26	15	14	55
Scolytinae	398	15	2	4	21
Scolytinae	399	0	14	15	29
Platypodinae	400	7	2	1	10
Platypodinae	401	0	0	1	1
		<b>295</b>	<b>454</b>	<b>718</b>	<b>1467</b>

