

Estratificação vertical de coleópteros carpófilos (Insecta: Coleoptera) em fragmentos florestais do sul do Estado de Minas Gerais, Brasil

TERESA T GONÇALVES & JÚLIO NC LOUZADA ✉

Setor de Ecologia, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil

RESUMO. Foram amostrados besouros carpófilos no dossel de 4 fragmentos florestais no Sudeste do Brasil. Em cada fragmento foram selecionados 2 pontos, distantes entre si pelo menos 50 m, os quais foram amostrados em 2 dias consecutivos. Utilizaram-se armadilhas com isca de banana fermentada que permaneceram no campo por 24 h, dispostas em 4 níveis de altura no dossel (1.5 m, 4.5 m, 7.5 m e 10.5 m), visando determinar a distribuição vertical no dossel quanto à riqueza, a abundância relativa e a composição de espécies. Foram coletados 1236 coleópteros (86 espécies pertencentes a 19 famílias). As famílias mais diversas foram Nitidulidae (26.4% das espécies), Staphylinidae (20.7%) e Cerambycidae (9.2%). Os níveis de altura superiores apresentaram maior riqueza e abundância relativa de espécies. O nível inferior de altura (1.5 m) apresentou menor riqueza de espécies que os demais. A maior concentração das espécies e indivíduos nos níveis de altura superiores da floresta é discutida em relação ao microclima e à distribuição de recursos alimentares. A distribuição das espécies entre os fragmentos foi heterogênea, possivelmente respondendo ao efeito de suas diferentes áreas, formas e graus de preservação.

[Palavras chave: biodiversidade, dossel, fragmentação florestal, estrutura de comunidade, ecologia de insetos]

ABSTRACT. Vertical stratification of carpophilous beetles (Insecta: Coleoptera) in forest fragments in the Southeastern of Brazil: Fragmentation is one of the most important issues for conservation challenges. Habitat fragmentation results in the interruption of many biological processes that are essential for keeping the structure and functioning of natural ecosystems. The maintenance of habitat structure and its consequences in diversity is highly connected to spatial heterogeneity. There are many studies about spatial heterogeneity of habitats concerning horizontal effects; however, a new focus is given to vertical resource distribution, considering that half of the world's biological diversity must be sheltered in the canopy. This study was conducted in 4 Atlantic forest fragments near the town of Lavras, State of Minas Gerais, Brazil, and its main objective was to analyze the diversity and vertical distribution of carpophilous beetles (Insecta: Coleoptera) inside and between forest patches. At each forest fragment, beetles were sampled in 2 consecutive days, at 2 distinct points at least 50 m apart. Traps were baited with fermented banana and exposed for 24 h in 4 different strata of the canopy (1.5 m, 4.5 m, 7.5 m and 10.5 m high). A total of 1236 beetles were sampled (86 species from 19 families). The most diverse families were Nitidulidae (26.4% of the species), Staphylinidae (20.7%) and Cerambycidae (9.2%). We observed a significant difference in the vertical distribution of composition of species and structure of the analyzed communities, with the upper stratum presenting a higher species richness and relative abundance. Explanations for the distribution observed are discussed regarding the availability of food resources and microhabitat characteristics. Species distribution among fragments was not homogeneous, being probably the result of the differences present in areas, shapes and conservation levels of the sampled fragments.

[Keywords: biodiversity, canopy, forest fragmentation, community structure, insect ecology]

✉ Setor de Ecologia, Departamento de Biologia.
Universidade Federal de Lavras. Lavras. MG.
37200-000. Brasil.
jlouzada@ufla.br

Recibido: 23 de mayo de 2003; Fin de arbitraje: 1 de agosto de 2003; Revisión recibida: 2 de junio de 2004; Segunda revisión recibida: 7 de enero de 2005; Aceptado: 25 de abril de 2005

INTRODUÇÃO

Os insetos contribuem de forma significativa com a diversidade das florestas tropicais, sendo essenciais em sua manutenção, pois atuam em processos importantes como a polinização, predação de sementes, herbivoria e decomposição de matéria orgânica (Didham et al. 1996).

O histórico da exploração das florestas tropicais, e outros tipos de formações vegetais naturais, é caracterizado pela conversão destas áreas em locais de exploração agro-pastoril. A fragmentação florestal é caracterizada pela modificação da paisagem florestal contínua em uma paisagem onde as áreas florestais são representadas por 'ilhas' cercadas por uma matriz de ecossistemas modificados. Esta transformação pode acarretar a ruptura de processos biológicos fundamentais para a manutenção da estrutura e funcionamento dos ecossistemas naturais, como a polinização, predação de sementes, herbivoria e decomposição de matéria orgânica exercida por insetos (Didham et al. 1996; Winchester 1997).

Um dos aspectos mais preocupantes da fragmentação florestal é que esta pode ocasionar a extinção ou exclusão de espécies. A perda de espécies é um processo complexo, podendo envolver fatores demográficos, genético (Bierregaard et al. 2001; Lepsch-Cunha et al. 2001), interações positivas e negativas (Mawdsley & Stork 1997; DeSouza et al. 2001; Gascon et al. 2001) e, estrutura e qualidade do habitat (Didham et al. 1996; DeSouza et al. 2001).

Um dos fatores estruturais com grande importância na manutenção da diversidade em fragmentos florestais é sua heterogeneidade espacial (Hart & Horwitz 1991; Lopes 2000). Esta heterogeneidade, normalmente associada à ocorrência de um maior número de microhabitats, pode permitir conseqüentemente a coexistência de um maior número de espécies. Vários estudos analisaram principalmente os aspectos horizontais da heterogeneidade espacial na distribuição dos animais (e.g. Basset 1992 a 1996), mas nova ênfase tem sido dada ao estudo da distribuição vertical de características físico-químicas e bióticas das florestas (e.g.

Basset et al. 1992; Davies et al. 1997). O dossel superior das florestas, ou seja, a superfície formada pelas copas das árvores e o volume imediatamente abaixo dessa (Basset et al. 2003), e aqui referido apenas como dossel, pode abrigar metade de toda a diversidade biológica do planeta (Mitchell et al. 2002).

Um dos padrões mais relevantes encontrado nos estudos sobre o dossel é a grande diversidade biológica de vários grupos taxonômicos nos estratos superiores das florestas tropicais (Riede 2002). A distribuição dos insetos em relação ao dossel permanece quase desconhecida para vastas áreas contínuas da floresta tropical (Erwin 1991, 1995; Gaston 1991; Stork et al. 1997). Este fato assume grande relevância quando constatamos que uma das principais alterações estruturais da fragmentação florestal é a simplificação do dossel, devido ao corte seletivo de árvores ou ao efeito de borda (Ozanne et al. 1997; Basset et al. 2001).

Avaliar o quanto da diversidade de insetos está associada ao dossel da floresta é prioritário (Erwin 1995). Assim como o quanto a fragmentação florestal pode alterar a estrutura destas comunidades. Essa necessidade torna-se ainda mais urgente quando precariedade de conhecimentos coincide com ecossistemas considerados 'hot spots', como é o caso da Mata Atlântica (Mittermeier et al. 1999).

Este estudo teve como principal objetivo obter informações sobre a abundância, composição e diversidade de espécies de coleópteros carpófilos associados ao dossel de 4 fragmentos florestais pertencentes ao domínio da Mata Atlântica brasileira no Estado de Minas Gerais, Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Áreas de estudo

As amostragens foram realizadas ao longo do mês de fevereiro de 2001, em 4 fragmentos florestais pertencentes ao domínio da Mata Atlântica brasileira no município de Lavras, localizado na região Sul do Estado de Minas Gerais. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cwb, com

precipitação média anual de 1493.2 mm e temperatura média anual de 19.3°C, com máximas de 26.9°C, em janeiro e fevereiro, e mínimas de 14°C, em julho e agosto. As cotas altimétricas variam de 900 a 1200 m (Brasil 1992).

Os fragmentos estudados são porções de floresta estacional semidecidual (Gavilanes & Brandão 1991), dois deles localizando-se no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e os outros dois nas proximidades do perímetro urbano do município.

O fragmento 1 (F1) possui uma área de 5.80 ha localizado entre as coordenadas 21°13'S; 44°57'W. O F1 encontra-se em uma região de relevo suave e não possui nenhum corpo de água no seu interior ou nas suas proximidades. Ao seu redor o uso e a ocupação atual da terra fazem-se da seguinte forma: a Leste, plantio de *Eucalyptus* spp. que apresenta regeneração natural de espécies nativas em estágio avançado na face Sul, campo agrícola experimental, nas demais faces encontram-se estradas de uso intenso. Os solos são do tipo Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) (EMBRAPA 1999, citado por Pereira 2003). O fragmento é intensamente pesquisado (levantamentos florísticos e fitossociológicos) pelo Departamento de Ciências Florestais (DCF) da UFLA, o que acarreta alto impacto devido ao pisoteio humano e abertura de trilhas. Não há registro de corte raso na área, no entanto há 10 anos realizavam-se cortes seletivos, especialmente de *Xylopia brasiliensis*. O tráfego de máquinas, em uma estrada interna, e a retirada de solo para pesquisa e jardinagem foram suspensos há 15 anos (Pereira 2003).

O fragmento 2 (F2) possui uma área de 4.63 ha e está localizado no perímetro urbano de Lavras entre as coordenadas de 21°13'S e 44°58'W. Observase a presença de trilhas e clareiras criadas pela passagem de gado. O entorno é caracterizado por pastagens plantadas, com um córrego a Oeste. Os solos são classificados como Podzólico Vermelho Amarelo distrófico (PVAd) e Nitossolo Vermelho eutroférico (NVef) (EMBRAPA 1999, citado por Pereira 2003). Apesar de não existir registro de corte raso na área, esta encontra-se fortemente impactada, apresentando um grande número de clareiras e trilhas (Pereira 2003).

O fragmento 3 (F3) possui uma área de 9.20 ha e localiza-se à margem esquerda do rio Capivari entre as coordenadas de 21°16'S e 44°52'W. Em seu entorno há culturas agrícolas a Oeste, uma faixa de mata secundária em regeneração ao Norte, e ao Sul e Leste o rio Capivari. Os solos são classificados como Cambissolo Háplico distrófico (CXbd3) e Podzólico Vermelho distrófico (PVd) (EMBRAPA 1999, citado por Pereira 2003). A localização do fragmento é propícia à pesca, sendo constante a presença e o trânsito de pescadores que abrem trilhas para se deslocarem. Há aproximadamente 60 anos, a área sofreu um corte raso, mas sem destoca para implantação de culturas agrícolas e na metade do século XX, a porção Norte do fragmento foi submetida a corte seletivo e bosqueamento (Pereira 2003).

O fragmento 4 (F4) é o maior entre os fragmentos estudados com uma área de 17.60 ha, está localizado entre as coordenadas de 21°13'S e 44°57'W e em contato com corpos de água tanto ao Sul quanto a Leste, representados por uma barragem e um córrego, respectivamente. O solo do entorno é ocupado com cultura de café ao Norte, Noroeste e Nordeste, cultura de banana a Sudeste e pastagem cultivada nas demais direções. Seus solos são classificados como Nitossolo Vermelho eutroférico (NVef), Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (LVAdf1), Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (LVAdf2) e Cambissolo Háplico distrófico (CXbd1) (EMBRAPA 1999, citado por Pereira 2003). Algumas características estruturais dos fragmentos analisados foram adaptadas de Pereira (op. cit.) e encontram-se na Tabela 1.

Amostragem

A armadilha utilizada é uma variação da empregada por Vaz-de-Mello & Louzada (1997). Cada armadilha consta de uma garrafa plástica de 2 L com 3 janelas laterais de 8 x 8 cm, situadas a uma altura de 18 cm de sua base. Dentro da garrafa, à altura das janelas laterais, foi acoplado um recipiente de plástico que recebeu a isca atrativa. O fundo da garrafa foi preenchido com 250 ml de água com detergente.

A isca utilizada para atrair os insetos carpófilos foi banana naturalmente fermentada por

Tabela 1: Características estruturais dos fragmentos florestais nos 4 fragmentos de floresta estudados, retabulados de Pereira (2003). (AB = Área basal, P = proporção da área basal representada por espécies pioneiras, IAI = Índice de área interna).

Table 1: Structural characteristics of the 4 Atlantic rain forest fragments studied, modified from Pereira (2003). (AB = Basal area, P = pioneer species proportion of the basal area, AIA = intern area index).

Fragmentos	AB (m ² /ha)	P (%)	IAI (%)	Classes de altura (m)					
				1.3 a 5	> 5 a 10	> 10 a 15	> 15 a 20	> 20 a 25	> 25 a 30
F1	22.89	2.8	0.27	113.5	755.6	350	67.1	5	0
F2	27.70	5.1	0	306.9	540.5	152.6	98.3	11.2	6
F3	29.14	8.1	4.15	386.6	741.1	311.6	43.8	4.5	0
F4	27.23	22.7	27.91	306.7	729.3	265.9	130.8	52.4	14.9

48 h. Cada fragmento recebeu 2 conjuntos de 4 armadilhas, instaladas em 2 locais distantes 50 m um do outro. Nos 2 locais as armadilhas foram instaladas em alturas regulares (1.5 m, 4.5 m, 7.5 m e 10.5 m) com o auxílio de um fio de nylon.

Cada fragmento foi amostrado por 2 dias consecutivos, gerando assim um conjunto de dados composto por uma repetição espacial e outra temporal. Cada período de amostragem durou 24 h. Após esse período as armadilhas foram vistoriadas para a retirada dos besouros e substituição das iscas. Cada altura recebeu uma armadilha, totalizando 4 armadilhas por local a cada dia.

Análise da abundância relativa média

Os dados de abundância relativa média (número de indivíduos por espécie presente) foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA), considerando um *P* de 0.05%, para testar as possíveis diferenças entre os fragmentos, entre os níveis de altura, e a interação entre esses fatores determinantes. Quando a ANOVA indicou pelo menos um tratamento (altura ou fragmento), ou combinação de tratamentos (ANOVA two way, altura x fragmento), estatisticamente diferente dos demais, procedemos o teste Tukey HSD para verificar qual deles era estatisticamente diferente a 5% de probabilidade.

Análise da riqueza de espécies

Foram construídas curvas de coletor para representar o incremento da riqueza com o

aumento do número de amostras entre os diferentes fragmentos e estratos do dossel. Os dados de riqueza de espécies utilizados para construir as curvas de coletor foram obtidos utilizando procedimentos de aleatorização do programa Estimate-S 5.0 (Colwell 1997). Realizaram-se 1000 aleatorizações simples 2 grupos de amostras e para cada grupo foi obtido o número médio de espécies e o seu desvio padrão.

As curvas do coletor, tanto para os fragmentos quanto para os níveis de altura, foram comparadas aos pares pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Este teste compara a forma e a inclinação das curvas geradas (Zar 1974).

Análise da composição

A similaridade na composição de espécies entre fragmentos e alturas do dossel foi verificada através de uma análise de agrupamento, utilizando o procedimento de ligação simples (Single Linkage Cluster) e o índice de similaridade de Jaccard para dados de presença ou ausência das espécies (Pielou 1984).

RESULTADOS

Foram coletados 1236 indivíduos, representando 86 espécies de 19 famílias de Coleoptera (Tabela 2), distribuídos entre as diferentes alturas e fragmentos estudados (Tabela 3). As famílias mais diversas foram Nitidulidae com 26.4% das espécies, Staphylinidae com 20.7% e Cerambycidae com 9.2% (Tabela 2). Cabe aqui destacar em Nitidulidae várias espécies dos gêneros *Colopterus* e *Lobiopa*, com ênfase

para *C. levigatus* e *C. signaticollis* e em Cerambycidae a espécie *Aglaschema ventrale*.

Em cada fragmento foram amostradas em média 41 espécies. F1 foi o fragmento menos diverso em espécies ($S = 32$) e F4 o mais diverso ($S = 59$) (Tabela 3).

Abundância relativa média

Foram observadas diferenças significativas na abundância das espécies entre F4 e os outros fragmentos ($F = 20.622$; $P < 0.00001$). Os níveis de altura 1.5 m e 4.5 m vs. 7.5 m e 10.5 m de F4 também evidenciaram diferenças significativas entre si ($F = 7.358$; $P = 0.000374$). O teste de interação entre os níveis de altura e os fragmentos mostrou que a abundância de espécies nos níveis 7.5 e 10.5 m de altura de F4 são significativamente diferentes daqueles verificados nos demais pontos amostrais ($F = 4.615$; $P = 0.0002$) (Figura 1).

Riqueza de espécies

As espécies de Coleoptera coletadas se distribuíram verticalmente no dossel da seguinte forma: 11.63% das espécies foram coletadas

somente a 1.5 m de altura, 9.3% das espécies se restringiram às armadilhas dispostas a 4.5 m de altura, 3.48% a 7.5 m e 15.12% foram coletadas somente no estrato correspondente a 10.5 m de altura. Assim do total de espécies coletadas, 60.47% ocorreram somente a partir de 4.5 m de altura e 26.74% ocorreram exclusivamente acima de 7.5 m. As espécies restantes ocorreram de maneira mais generalista nas alturas de coleta.

A análise das curvas de acumulação de espécies revelou que existem diferenças quanto à riqueza de espécies entre os diferentes fragmentos florestais (Figura 2) e os níveis de altura (Figura 3).

Em F4 verificou-se um acúmulo na riqueza de espécies significativamente maior do que o F1 (Máx. dif. neg. = -0.687; $P < 0.01$), do que em F2 (Máx. dif. neg. = -0.687; $P < 0.01$), e do que em F3 (Máx. dif. neg. = -0.562; $P < 0.05$) (Figura 2).

A acumulação de espécies no nível de altura de 1.5 m apresentou um acúmulo na riqueza de espécies significativamente menor do que nos estratos superiores (Máx. dif. neg. = -0.562; $P < 0.05$, para os níveis de altura 4.5 e 7.5 m; e Máx. dif. neg. = 0.625; $P < 0.01$ em relação ao nível de 10.5 m) (Figura 3).

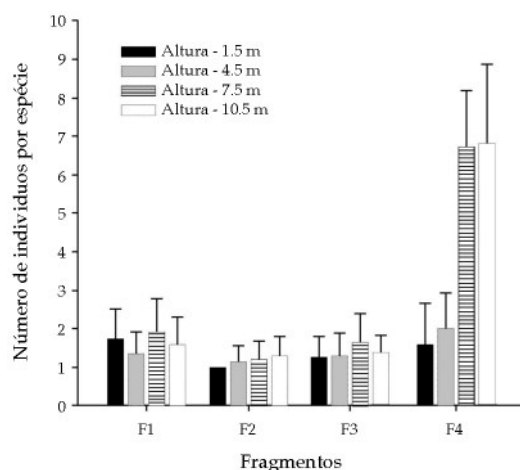


Figura 1: Distribuição da abundância relativa de besouros nos 4 fragmentos florestais estudados. Os dados mostrados são a média \pm 1 EP.

Figure 1: Beetle relative abundance distribution in the 4 Atlantic rain forest fragments studied. Data shown are mean \pm 1 SE.

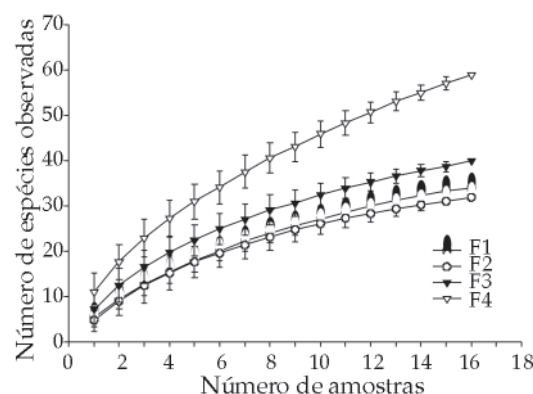


Figura 2: Curvas de acumulação de espécies de besouros nos 4 fragmentos florestais. Os dados mostrados são a média \pm 1 EP.

Figure 2: Beetle species accumulation curves in the 4 Atlantic rain forest fragments studied. Data shown are mean \pm 1 SE.

Família	Espécie	Nº ind.	Família	Espécie	Nº ind.
Aderidae	<i>Zonantes</i> sp.	2	Nitidulidae	<i>Colopterus signaticollis</i>	118
Aphodiidae	<i>Pharaphodius</i> sp.	2	Nitidulidae	<i>Colopterus</i> sp. 1	35
Biphylidae	Biphylidae N.I. 1	1	Nitidulidae	<i>Colopterus</i> sp. 2	17
Biphylidae	Biphylidae N.I. 2	1	Nitidulidae	<i>Colopterus</i> sp. 3	7
Cerambycidae	<i>Aglaschema</i> sp.	6	Nitidulidae	<i>Colopterus</i> sp. 4	2
Cerambycidae	<i>Aglaschema ventrale</i>	246	Nitidulidae	<i>Colopterus</i> sp. 5	15
Cerambycidae	Cerambycidae N.I. 1	1	Nitidulidae	<i>Colopterus</i> sp. 6	13
Cerambycidae	<i>Chydartus dimidiatus</i>	25	Nitidulidae	<i>Cryptarcha</i> sp. 1	9
Cerambycidae	<i>Cnemexioma innominata</i>	1	Nitidulidae	<i>Cryptarcha</i> sp.3	5
Cerambycidae	<i>Megacyllene</i> sp.	1	Nitidulidae	<i>Lobiopa</i> sp. 1	50
Cerambycidae	<i>Thelgetra</i> sp. 1	1	Nitidulidae	<i>Lobiopa</i> sp. 2	57
Cerambycidae	<i>Thelgetra</i> sp. 2	1	Nitidulidae	<i>Mystrops</i> sp. 1	4
Cetoniidae	<i>Gymnetis pantherina</i>	9	Nitidulidae	<i>Mystrops</i> sp. 2	9
Cetoniidae	<i>Gymnetis pardalis cupriventris</i>	3	Nitidulidae	<i>Mystrops</i> sp. 3	1
Cetoniidae	<i>Hoplopyga brasiliensis</i>	24	Nitidulidae	Nitidulidae N.I. 2	1
Cetoniidae	<i>Paragymnetis</i> sp. 1	1	Nitidulidae	Nitidulidae N.I. 3	1
Cetoniidae	<i>Paragymnetis</i> sp. 2	4	Nitidulidae	<i>Steliadota</i> sp.	6
Curculionidae	Baridinae N.I. 1	9	Nosodendridae	Nosodendridae N.I. 1	2
Curculionidae	Baridinae N.I. 2	16	Rutelidae	<i>Chasmodia bipunctata</i>	7
Curculionidae	Baridinae N.I. 3	41	Scolytidae	<i>Hypotenemus</i> sp. 1	10
Curculionidae	Baridinae N.I. 4	2	Scolytidae	<i>Hypotenemus</i> sp. 2	1
Curculionidae	<i>Conotrachelus</i> sp.	1	Scolytidae	<i>Xyleborus</i> sp.	1
Curculionidae	<i>Metamasius hemipterus</i>	1	Staphylinidae	<i>Atheta</i> sp. 1	1
Elateridae	Elateridae N.I. 1	1	Staphylinidae	<i>Atheta</i> sp. 2	4
Elateridae	Pyrophorinae N.I. 1	3	Staphylinidae	<i>Atheta</i> sp. 3	9
Elateridae	Pyrophorinae N.I. 2	10	Staphylinidae	<i>Coproporus</i> sp. 1	16
Elateridae	Pyrophorinae N.I. 3	2	Staphylinidae	<i>Coproporus</i> sp. 2	1
Histeridae	<i>Omalodes</i> sp. 1	4	Staphylinidae	<i>Coproporus</i> sp. 3	3
Histeridae	<i>Omalodes</i> sp. 2	1	Staphylinidae	Oxytelinae N.I. 1	1
Laemophloeidae	Laemophloeidae N.I. 1	1	Staphylinidae	Oxytelinae N.I. 2	9
Laemophloeidae	Laemophloeidae N.I. 2	1	Staphylinidae	Oxytelinae N.I. 3	4
Lampyridae	Photinini N.I. 1	5	Staphylinidae	Oxytelinae N.I. 4	1
Lathridiidae	Lathridiidae N.I. 1	2	Staphylinidae	<i>Staphilinus</i> sp. 1	1
Melolonthidae	Melolonthidae N.I. 1	1	Staphylinidae	<i>Staphilinus</i> sp. 2	2
Monotomidae	Monotomidae N.I. 1	1	Staphylinidae	<i>Staphilinus</i> sp. 3	3
Monotomidae	Rhizophaginae N.I. 1	6	Staphylinidae	<i>Staphilinus</i> sp. 4	1
Monotomidae	Rhizophaginae N.I. 2	4	Staphylinidae	Staphylinidae N.I. 1	1
Nitidulidae	<i>Brachypeplus</i> sp.	3	Staphylinidae	Tachyporinae N.I. 1	22
Nitidulidae	<i>Carpophylus</i> sp.	4	Staphylinidae	Tachyporinae N.I. 2	51
Nitidulidae	<i>Chyptarcha</i> sp. 2	5	Staphylinidae	<i>Taenodema</i> sp.	1
Nitidulidae	<i>Colopteroides</i> sp.	18	Tenebrionidae	Alleculinae N.I. 1	1
Nitidulidae	<i>Colopterus levigatus</i>	234	Tenebrionidae	<i>Lobopoda</i> sp.	1
Nitidulidae	<i>Colopterus posticus</i>	26	Tenebrionidae	Tenebrionidae N.I. 1	1

Tabela 2: Abundância das espécies de besouros nos 4 fragmentos florestais estudados.

Table 2: Beetles species abundance in the 4 Atlantic rain forest fragments studied.

Composição de espécies

O agrupamento por similaridade de composição de espécies entre fragmentos mostra uma separação destes em 2 grupos, separando F1 e F2 de F3 e F4 (Figura 5). Por outro lado, o agrupamento por similaridade de estratos do dossel (Figura 4) evidencia uma separação nítida do estrato inferior (1.5 m) dos restantes (4.5 m, 7.5 m e 10.5 m). No entanto, neste conjunto ocorre uma segregação entre o último nível (10.5 m) e os outros dois (4.5 m e 7.5 m).

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos evidenciam que, apesar de pertencerem ao mesmo tipo de formação florestal, os fragmentos analisados apresentam heterogeneidade na distribuição da abundância, riqueza e composição de espécies de besouros carpófilos. Tal fato pode indicar a influência de efeitos da forma, grau de regeneração, área e microclima particulares a cada fragmento sobre a distribuição e abundância das espécies (Laurance et al. 2002).

As espécies de besouros carpófilos se distribuem por todos os níveis de altura amostrados. No entanto, observamos grande incidência

Tabela 3: Número de espécies de besouros amostrados nos 4 fragmentos florestais estudados.

Table 3: Number of beetles species in the 4 Atlantic rain forest fragments studied.

Altura (m)	F1	F2	F3	F4	Total
1.5	7	9	9	19	24
4.5	18	15	20	28	32
7.5	17	18	21	23	34
10.5	19	19	22	36	48
Total	34	32	40	59	86

desses insetos (60.47%) nos níveis a partir de 4.5 m de altura, ou seja, acima do sub-bosque.

A maior abundância de espécies em F4 pode estar associada a um efeito de área, já que este fragmento tem uma área maior que os demais fragmentos amostrados. Uma área maior pode representar maior quantidade e qualidade de recursos alimentares, sustentando assim, maiores populações por espécie (Amedegnato 1997; DeSouza et al. 2001). A existência de populações maiores, em princípio, aumenta a capacidade de amostragem de espécies raras (Gotelli & Colwell 2001). Uma análise complementar dos dados obtidos revela a existência de maior número de espécies com apenas duas

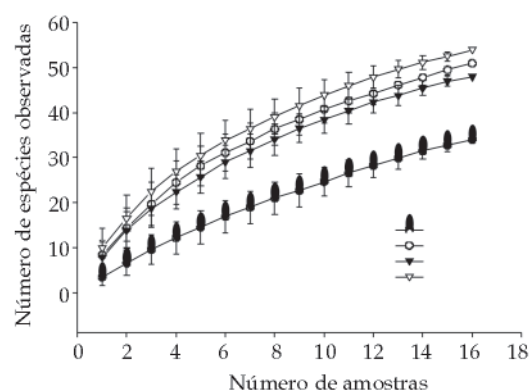


Figura 3. Curvas de acumulação de espécies de besouros em 4 alturas do dossel, dos quatro fragmentos florestais estudados. Os dados mostrados são a média \pm 1 EP.

Figure 3. Beetle species accumulation curves in the 4 canopy strata of the 4 Atlantic rain forest fragments studied. Data shown are mean \pm 1 SE.

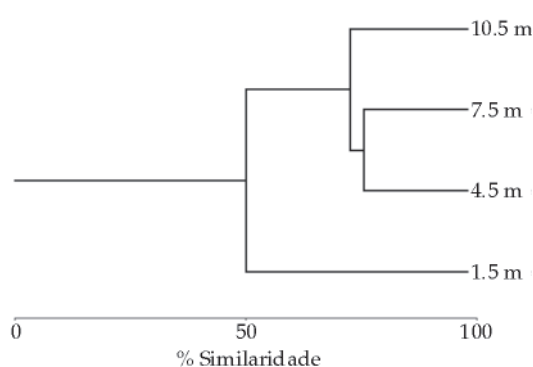


Figura 4: Dendrograma de ligação simples de Bray-Curtis sobre a composição de espécies dos 4 estratos verticais dos 4 fragmentos florestais estudados.

Figure 4: Bray-Curtis simple linkage cluster for species composition in the 4 vertical strata of the 4 Atlantic rain forest fragments studied.

capturas (doubletons) nos fragmentos 1 e 4 de que nos fragmentos 2 e 3 ($F = 12.847$; $P = 0.0006656$).

Uma outra hipótese possível, considerando uma maior abundância observada, é que o dossel em F4 apresenta características mais favoráveis ao abrigo de um número maior de indivíduos. Um parâmetro que nos permite avaliar a qualidade do habitat é a extensão da área do fragmento que sofre efeito de borda. Segundo Pereira (2003), dentre os 4 fragmentos estudados, F4 é o único que possui uma parcela significativa (27%) da sua área interna protegida do efeito de borda. De forma contrastante F2 não possui área interna que não sofra o efeito de borda.

Outro padrão observado neste trabalho foram diferenças na distribuição da riqueza de espécies entre fragmentos e estratos do dossel. A maior riqueza observada em F4 pode estar relacionada também ao efeito da área. A área pode incrementar tanto a abundância quanto a riqueza de espécies, devido a seus efeitos diretos e indiretos sobre a demografia e interação entre espécies (DeSouza *et al* 2001). Vários estudos reforçam essa afirmativa para os mais diversos grupos de organismos, tais como anfíbios, mamíferos, aves e plantas (Laurance & Bierregaard 1997).

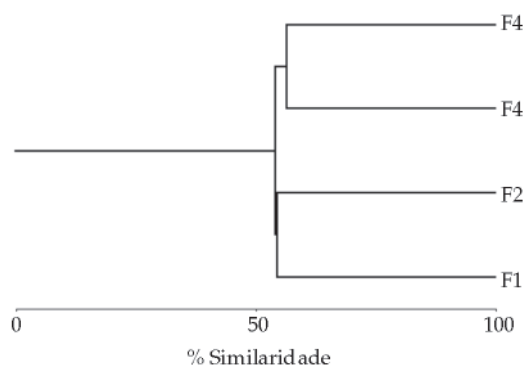


Figura 5: Dendrograma de ligação simples de Bray-Curtis sobre a composição de espécies dos 4 fragmentos florestais estudados.

Figure 5: Bray-Curtis simple linkage cluster for species composition in the 4 Atlantic rain forest fragments studied.

Contudo, outros fatores que não a área *per se*, podem explicar a distribuição desigual de riqueza entre os fragmentos. Estudos em fragmentos de floresta amazônica evidenciam a importância da qualidade do habitat na manutenção da diversidade biológica (DeSouza *et al.* 2001).

Davis & Sutton (1998) encontraram em Borneo uma alteração na distribuição vertical de Scarabaeidae arbóreos a partir de alterações ambientais que afetaram a integridade do dossel, tais como a substituição de vegetação nativa por plantios e o corte seletivo em fragmentos de floresta tropical. Entretanto, segundo Pereira (2003), podemos observar que F4 apresenta uma maior porcentagem de espécies pioneiras (Tabela 3), apontando um estágio sucessional intermediário. Este tipo de estágio de sucessão de floresta estacional pode abrigar uma maior quantidade de microhabitats em função da situação de ecótono temporal. A maior disponibilidade de microhabitats pode acarretar uma maior riqueza de espécies de besouros. Esses microhabitats estariam se formando não apenas pela maior diversidade de espécies arbóreas, mas também devido a uma maior estratificação vertical do dossel nesse fragmento (Tabela 3).

Este trabalho focou os besouros carpófilos, portanto, as diferenças na riqueza de espécies podem estar diretamente associadas à distribuição e frequência de árvores frutíferas. Se estas árvores se distribuírem de forma heterogênea nos fragmentos em questão, isso afetaria diretamente a diversidade e a disponibilidade do recurso alimentar, interferindo na riqueza observada de espécies de besouros em cada local. Contudo, esta suposição não foi aqui analisada, frente à necessidade de condução de estudos específicos.

A riqueza de espécies de besouros do nível de altura inferior (1.5 m) foi significativamente menor do que a riqueza nos outros 3 níveis analisados (4.5 m, 7.5 m e 10.5 m). Esse padrão de distribuição pode estar refletindo a baixa concentração do recurso alimentar, frutos em decomposição, na altura de 1.5 m, ou ainda a existência de uma maior competição por esse recurso com outros organismos. Por exemplo, os frutos caídos podem servir como recursos alimentares para espécies da fauna associada

ao chão florestal como mamíferos e formigas, sendo que estas últimas podem competir efetivamente com os besouros (Holdobler & Wilson 1990). Sugerimos que essa competição pode limitar a abundância e conseqüentemente a riqueza de espécies de besouros no nível do solo.

Segundo Basset (1992b), outros fatores que podem ser determinantes para esse padrão de distribuição de riqueza são as condições micro-climáticas de umidade, temperatura e insolação que se distribuem de forma heterogênea desde o nível do solo até o dossel superior da floresta. O dossel então pode ser um ambiente mais favorável em termos climáticos para o estabelecimento destes insetos se estiver mais exposto a insolação e apresentar temperaturas mais elevadas. Estas concorrem, por exemplo, para aumentar a atividade dos insetos voadores e otimizar assim as amostragens.

Em F1 e F2 observou-se uma maior similaridade de composição de espécies, o mesmo tendo acontecido em F3 e F4. Essa diferença na composição pode ser explicada pelo histórico de perturbação das suas áreas, já que somente F3 e F4 foram submetidos a um corte raso no passado.

A análise da composição de espécies nos níveis de altura também formaram 2 grupos. Considerando a composição de espécies, os níveis 4.5 e 7.5 m são uma sub-amostra do estrato 10.5 m, já que este último tem uma maior importância na contribuição em riqueza de espécies (15.12% das espécies coletadas ocorreram exclusivamente em torno de 10.5 m). Assim, é fundamental que estudos objetivando acessar a real diversidade de insetos carpófilos em florestas incluam no protocolo amostral não somente o nível do solo, mas também pontos acima de 1.5 m de altura.

AGRADECIMENTOS

A A. Cline, A. M. Bello, e N. Degallier pelas identificações, F. Z. Vaz-de-Mello pelas identificações e comentários e, a E. Bernard e B. G. Madeira pelos comentários. A J. S. Rodrigues pelo auxílio na triagem e coleta dos dados, a N. M. Sanches e R. H. T. da Silva pelo auxílio na coleta de dados, e ao CNPq pela bolsa de

TTG (PIBIC 800852/88-5). Três revisores anônimos incrementaram a qualidade do trabalho com suas críticas.

BIBLIOGRAFIA

- AMEDEGNATO, C. 1997. Diversity of an Amazonian canopy grasshopper community in relation to resource partitioning and phylogeny. Pp. 281-319 in: NE Stork, J Adis & RK Didham (ed.). *Canopy Arthropods*. Chapman & Hall. London, UK. 567 pp.
- BASSET, Y. 1992a. Influence of leaf traits on the spatial distribution of arboreal arthropods within an overstorey rainforest tree. *Ecological Entomology* 17:8-16.
- BASSET, Y. 1992b. Host specificity of arboreal and free-living insect herbivores in rain forests. *Biological Journal of the Linnean Society* 47:115-133.
- BASSET, Y. 1996. Local communities of arboreal herbivores in Papua New Guinea: Predictors of insect variables. *Ecology* 77(6):1906-1919.
- BASSET, Y; E CHARLES; DS HAMMOND & VK BROWN. 2001. Short-term effects of canopy openness on insect herbivores in a rain forest in Guyana. *Journal of Applied Ecology* 38:1045-1058.
- BASSET, Y; HP ABERLENC & G DELVARE. 1992. Abundance and stratification of foliage arthropods in a lowland rain forest of Cameroon. *Ecological Entomology* 17:310-318.
- BASSET, Y; V NOVOTONY; SE MILLER & RL KITCHING. 2003. Canopy entomology, an expanding field of natural science. Pp. 4-6 in: *Arthropods of tropical forests*. Cambridge University.
- BIERREGAARD, RO (Jr); WF LAURANCE; C GASCON; J BENITEZ-MALVIDO; PM FEARNside ET AL. 2001. Principles of forest fragmentation and conservation in the Amazon. Chapter 29. Pp. 371-385 in: *Lessons From Amazonia – The Ecology and Conservation of a Fragmented Forest*. Yale University.
- BRASIL. 1992. *Normas Climáticas (1961-1990)*. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Meteorologia. Brasília. 132 pp.
- COLWELL, RK. 1997. *Estimate S: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Software Version 5.
- DAVIS, A. J., J. HUIJBREGTS, A.H. KIRK-SPRIGGS, J. KRIKEN & S. L. SUTTON. 1997. The ecology and behaviour of arboreal dung beetles in Borneo, Pp. 417-432. In: N.E. Stork, J. Adis & R.K. Didham Editors, *Canopy Arthropods*. Chapman & Hall, London, 567 pp.
- DAVIS, AJ & SL SUTTON. 1998. The effects of rainforest canopy loss on arboreal dung beetles in Borneo: implications for measurement of biodiversity in

- derived tropical ecosystems. *Diversity and Distribution* 4:167-173.
- DESOUZA, O; JH SHOEROEDER; V BROWN & RO BIERREGAARD (Jr). 2001. A theoretical overview of the processes determining species richness in forest fragments. Chapter 2. Pp. 13-21 in: *Lessons From Amazonia – The Ecology and Conservation of a Fragmented Forest*. Yale University.
- DIDHAM, RK; J GHAZOUL; NE STORK & AJ DAVIS. 1996. Insects in fragmented forests: a functional approach. *Trends in Ecology and Evolution* 11:255-260.
- ERWIN, TL. 1991. How many species are there? Revisited. *Conservation Biology* 5:330-333.
- ERWIN, TL. 1995. Measuring Arthropod Biodiversity in the Tropical Forest Canopy. Pp. 109-127 in: MD Lowman & NM Nadkarni (ed.). *Forest Canopies*. Academic Press. San Diego, USA.
- GASCON, C; RO BIERREGAARD (Jr); WF LAURANCE & J RANKE. 2001. Deforestation and forest fragmentation in the Amazon. Chapter 3. Pp. 22-30 in: *Lessons From Amazonia – The Ecology and Conservation of a Fragmented Forest*. Yale University.
- GASTON, KJ. 1991. The magnitude of global insect species richness. *Conservation Biology* 5:283-296.
- GAVILANES, ML & M BRANDÃO. 1991. Informações preliminares acerca da cobertura vegetal do município de Lavras, MG. *Daphne* 1:44-50.
- GOTELLI, NJ & RK COLWELL. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4:379-391.
- HART, DD & RJ HORWITZ. 1991. Habitat diversity and species-area relationship: alternative models and tests. Chapter 3. Pp. 47-68 in: SS Bell; ED McCoy; HR Mushinsky (ed.). *Habitat Structure – The physical arrangement of objects in Space*. Chapman and Hall.
- HOLDOBLER, B & EO WILSON. 1990. *The Ants*. Belknap Press of the Harvard University. Cambridge, Mass.
- LAURANCE, WF & RO BIERREGAARD (Jr). 1997. *Tropical Forest Remnants – Ecology, Management and Conservation of Fragmented Communities*. The University of Chicago. Chicago, USA. 616 pp.
- LAURANCE, WF; TE LOVEJOY; HL VASCONCELOS; EM BRUNA; RK DIDHAM ET AL. 2002. Ecosystem Decay of Amazonian Forest Fragments: a 22-Year Investigation. *Conservation Biology* 16(3):605-618.
- LEPSCH-CUNHA, N; C GASCON & P KAGEYAMA. 2001. The genetics of tropical trees – implication for conservation of demographically heterogeneous group. Chapter 8. Pp. 79-95 in: RO Bierregaard (Jr); C Gascon; TE Lovejoy & R Mesquita (ed.). *Lessons From Amazonia – The Ecology and Conservation of a Fragmented Forest*. Yale University.
- LOPES, PP. 2000. *A relação espécie-área em fragmentos florestais: testando hipóteses através das comunidades de coleópteros predadores (HISTERIDADE)*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista. São Paulo, Brasil.
- MAWDSLEY, NA & NE STORK. 1997. Host-specificity and the effective specialization of tropical canopy beetles. Pp. 104-130 in: NE Stork; J Adis & RK Didham (ed.). *Canopy Arthropods*. Chapman & Hall. London, UK. 567 pp.
- MITCHELL, AW; K SECOY & T JACKSON. 2002. *The Global Canopy Handbook – Techniques of access and study in the forest roof*. GCP & The Ruffor Foundation. Oxford, UK. 248 pp.
- MITTERMEIER, RA; N MYERS; PR GIL & CG MITTERMEIER. 1999. *Hotspots – The earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. CEMEX/Conservation International. Mexico. 431pp.
- OZANNE, CMP; C HAMBLER; A FOGGO & MR SPEIGHT. 1997. The significance of edge effects in the management of forests for invertebrate biodiversity. Pp. 534-550 in: NE Stork; J Adis & RK Didham (ed.). *Canopy Arthropods*. Chapman & Hall. London, UK. 567 pp.
- PEREIRA, JAA. 2003. *Efeitos dos impactos ambientais e da heterogeneidade ambiental sobre a diversidade e estrutura da comunidade arbórea de 20 fragmentos de floresta semidecídua da região do Alto Rio Grande, Minas Gerais*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais. Brasil.
- PIELOU, EC. 1984. *The interpretation of ecological data*. Witey. New York, USA.
- RIEDE, K. 2002. Monitoring Biodiversity: Analysis of Amazonian rainforest sounds. Pp. 149-151 in: AW Mitchell; K Secoy; T Jackson (ed.). *The Global canopy handbook – Techniques of access and study in the forest roof*. GCP & The Ruffor Foundation. Oxford, UK. 248 pp.
- STORK, NE; J ADIS & RK DIDHAM. 1997. *Canopy Arthropods*. Chapman & Hall. London, UK. 567 pp.
- VAZ-DE-MELLO, FZ & JNC LOUZADA. 1997. Considerações sobre forrageio arbóreo por Scarabaeidae (Coleoptera, Scarabaeidae), e dados sobre sua ocorrência em floresta tropical do Brasil. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s) 72:55-61.
- WINCHESTER, NN. 1997. The arboreal superhighway: arthropods and landscape dynamics. *The Canadian Entomologist* 129:595-599.
- ZAR, JH. 1974. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall. Department of Biological Sciences, Northern Illinois University, DeKalb, USA. 620 pp.