

ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS

Estrutura da Comunidade de Scarabaeinae (Scarabaeidae: Coleoptera) em Fitofisionomias do Cerrado e sua Importância para a Conservação

SABRINA DA S P DE ALMEIDA¹, JÚLIO N C LOUZADA²

¹Lab. de Orthopterologia, Depto. de Biologia Animal, Univ. Federal de Viçosa, Av. P. H. Rolfs, s/n, Campus Universitário, 36570-000, Viçosa, MG; sabrinasp@yahoo.com.br; ²Lab. de Ecologia, Depto. de Biologia, Univ. Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, MG; jlouzada@ufla.br

Editado por Celso Oliveira Azevedo – UFES

Neotropical Entomology 38(1):032-043 (2009)

Community Structure of Scarabaeinae (Scarabaeidae: Coleoptera) in Brazilian Savannah Phytophysiognomies and its Importance for Conservation

ABSTRACT - The spatial changes in species composition are closely related to the environmental aspects associated to habitat variation. The natural landscapes of Minas Gerais are organized in mosaics, associated to anthropic action or natural factors. Here we study dung beetles in the Perdizes Plateau, Carrancas (Minas Gerais, Southeastern Brazil). The area of study has a landscape composed mainly by four phytophysiognomies: Brazilian savannah, altitudinal grasslands, rupestrian fields and forests. The objective of our study was to detect the spatial distribution in composition of dung beetles and estimate beta diversity between phytophysiognomies. The dung beetles were collected in four areas of each phytophysiognomy, using pitfall traps baited with carrion or human feces. A total of 2,363 individuals of 52 species were collected: 1,247 individuals of 29 species at the forest, 20 exclusive to this phytophysiognomy; 352 individuals of 17 species at the grassland, with four exclusive species; 386 individuals of 19 species at the Brazilian savannah, with five exclusive species; and 378 individuals of 20 species at the rupestrian field, with five exclusive species. The traps baited with feces were the most efficient in capturing dung beetles, and the forest was the phytophysiognomy with the highest diversity and abundance. This pattern indicates that plant-covering influences the structure of the dung beetle community. High beta diversity indicates that phytophysiognomies are complementary. However, the other phytophysiognomies are also important for conservation, once species composition occurring at each environment is essential for the maintenance of the regional diversity.

KEY WORDS: Spatial distribution, dung beetle, diversity, ecology

RESUMO - As mudanças espaciais da composição de espécies estão ligadas a aspectos ambientais da variação dos habitats. As paisagens naturais de Minas Gerais são organizadas em mosaicos criados pela ação antrópica ou por fatores naturais. O estudo realizou-se com escarabeíneos na Chapada das Perdizes, município de Carrancas, MG. A região apresenta quatro fitofisionomias principais: campo de cerrado, campo limpo, floresta e campo rupestre. O objetivo do estudo foi detectar diferenças na distribuição dos escarabeíneos e avaliar a diversidade beta (dissimilaridade de espécies) entre as fitofisionomias. Os escarabeíneos foram coletados com armadilhas do tipo alçapão, com isca de baço de boi ou fezes humanas, em quatro áreas de cada fitofisionomia. Foram coletados 2.363 indivíduos de 52 espécies: 1.247 indivíduos de 29 espécies na floresta, sendo 20 exclusivas dessa fitofisionomia; 352 indivíduos de 17 espécies no campo limpo, com quatro espécies exclusivas; 386 indivíduos de 19 espécies no campo de cerrado, com cinco espécies exclusivas; e 378 indivíduos de 20 espécies no campo rupestre, com cinco espécies exclusivas. A armadilha com fezes foi a mais eficiente na captura e a floresta foi a fitofisionomia com maior diversidade e abundância de escarabeíneos. Isso sugere que a cobertura vegetal influenciou a distribuição da comunidade desses besouros. A diversidade beta alta mostra que as fitofisionomias são complementares entre si. Portanto, todas são importantes para a conservação, já que o conjunto de espécies que ocorre em cada ambiente é essencial para a manutenção da diversidade regional.

PALAVRAS-CHAVE: Distribuição espacial, escarabeíneo, diversidade, ecologia

O uso indiscriminado das áreas naturais pelo homem pode colocar em risco de extinção muitas espécies de animais e plantas, algumas delas antes mesmo de serem estudadas. A fragmentação extrema dos ambientes naturais impede que várias espécies tenham uma área mínima para sua sobrevivência, acarretando a perda de biodiversidade (Davis *et al* 2000, Halffter & Arellano 2002). Ainda que algumas espécies consigam viver em fragmentos pequenos e/ou isolados (Driscoll & Weir 2005), ocorrem alterações nas interações com outras espécies (Halffter & Arellano 2002, Spector & Ayzama 2003).

O padrão de diferenças nas interações entre as populações agrava-se em regiões em que os componentes diferentes da paisagem estão distribuídos naturalmente em mosaicos. Nessas regiões, o estudo de comunidades em escala regional e local, e suas mudanças espaciais de composição de espécies, estão intimamente ligados com aspectos ambientais gerados a partir da interação desses habitats “em mancha” dentro da região (Halffter 1998). Devido à ação antrópica, ambientes que naturalmente formam mosaicos podem perder parte da sua biodiversidade, uma vez que perdem em área e em interação entre habitats. Um desses ecossistemas é o cerrado brasileiro (Oliveira-Filho & Ratter 2002).

A região do Campo das Vertentes, que faz limite com a Região Sul de Minas Gerais, é caracterizada como transição entre ecossistemas e é formada por mosaicos naturais de vegetação (Gavilanes & Brandão 1991). Nessa região, os ecossistemas nativos estão sendo substituídos por pastagem com braquiária (*Urochloa* P. Beauv. spp. (= *Brachiaria* (Trin.) Griseb. spp.)), podendo chegar a limites extremos, como a completa perda das manchas originais de cerrado (Oliveira-Filho *et al* 2004).

Besouros detritívoros já foram usados em vários estudos que investigaram os efeitos de perturbação ambiental na diversidade e estrutura florestal (p.ex.: Halffter *et al* 1992, Davis & Sutton 1998, McGeoch *et al* 2002). Os motivos para a utilização de Scarabaeinae detritívoros como indicadores de perturbação ambiental foram revisados por Halffter & Favila (1993). Em grupos de organismos em que a competição interespecífica é forte, como em Scarabaeinae (Hanski & Cambefort 1991), pode-se esperar a presença de associações de espécies com grau alto de fidelidade por um biótopo ou fitofisionomia em particular (Driscoll & Weir 2005). Além disso, pode existir a especificidade por determinado tipo de recurso, por exemplo, fezes de alguns mamíferos (Andresen 2003, Vernes *et al* 2005).

Devido às suas adaptações alimentares, os escarabeíneos fazem parte de um grupo importante de detritívoros nos ecossistemas, uma vez que utilizam o solo para alocação de recurso, abrigo e nidificação (Halffter & Matthews 1966, Halffter & Edmonds 1982, Davis *et al* 2001). Dessa forma, atuam como elemento importante na ciclagem de nutrientes, na aeração do solo, como dispersores secundários de sementes e redutores de parasitas presentes nas fezes dos mamíferos (Andresen 2002, Endres *et al* 2005).

Neste trabalho, investiga-se a associação de comunidades de Scarabaeinae em quatro fitofisionomias do cerrado no Campo das Vertentes. Analisa-se se as espécies são exclusivas de cada tipo de habitat e se há maior semelhança entre as comunidades presentes nas fitofisionomias consideradas

abertas (campo limpo, campo de cerrado e campo rupestre) do que em relação a um ambiente fechado (floresta).

Material e Métodos

Área de estudo. O estudo foi conduzido na “Chapada das Perdizes” (Fig 1), em Carrancas, Minas Gerais, entre o Sul de Minas Gerais e o Campo das Vertentes, microrregião do Alto Rio Grande (Rodrigues & Carvalho 2001, Oliveira-Filho *et al* 2004). A floresta semidecídua alto-montana presente na área de estudo é considerada uma das mais importantes áreas de preservação para a conservação da biodiversidade em Minas Gerais, contendo alta diversidade vegetal, a qual protege as nascentes de rios importantes da região (Oliveira-Filho *et al* 2004).

A altitude das áreas de estudo varia de 1196 m a 1572 m. O clima é do tipo Cwa de Köppen, apresentando temperatura média anual de 14,8°C e precipitação média anual de 1483 mm (Oliveira-Filho *et al* 2004).

A vegetação nativa é composta de cerrado, campo de cerrado, floresta semidecídua e campo rupestre. Além do mosaico natural, existem áreas de pastagens cercando fragmentos de ambientes nativos. O campo de cerrado constitui a fitofisionomia predominante até os 900 m de altitude, sendo o mesmo substituído pelo campo rupestre acima dessa altitude (Rodrigues & Carvalho 2001).

Método de amostragem. As coletas foram realizadas de 9 a 14 de janeiro de 2006, na estação chuvosa da região. Na região tropical, esta é a época do ano com maior atividade de escarabeíneos (Martínez & Vásquez 1995, Lobo & Halffter 2000).

Em cada fitofisionomia (floresta, campo de cerrado, campo rupestre e campo limpo) (Fig 1), foram delimitadas quatro repetições, distantes entre si, pelo menos, cerca de 100 m. Cada área de amostragem possuía quatro pontos amostrais, totalizando 64 pontos (Tabela 1). Em cada área de amostragem, as armadilhas foram dispostas no vértice de um quadrado com lado de 50 m. Em cada vértice do quadrado, duas armadilhas, distantes entre si 2 m, iscadas com fezes humanas e com baço de boi em decomposição (deixado dois dias em temperatura ambiente). As armadilhas permaneceram por 48h consecutivas em cada área de amostragem.

Foram utilizadas armadilhas do tipo alçapão, considerada a mais eficiente para coleta de Scarabaeinae (Milhomen *et al* 2003). A armadilha foi composta por um recipiente plástico de 19 cm de diâmetro e 11 cm de profundidade, uma tampa plástica de mesmo diâmetro e uma alça de arame utilizada para o encaixe de um copo descartável para acomodação da isca. A armadilha foi enterrada ao nível do solo, com 250 ml de solução de hidrato de cloral ($C_2H_3Cl_3O_2$) a 5% e detergente líquido.

A proximidade das armadilhas nos pontos amostrais (no vértice do quadrado) permitiu a escolha de um dos tipos de isca por parte do inseto. De acordo com o seu hábito alimentar, os indivíduos foram classificados como coprófagos (espécies em que pelo menos 80% dos indivíduos foram encontrados em armadilhas com fezes); necrófagos (espécies



Fig 1 Fitofisionomias estudadas no município de Carrancas, MG. (A) floresta, (B) campo de cerrado, (C) campo rupestre, (D) campo limpo.

Tabela 1. Localização das quatro áreas de cada fitofisionomia escolhida para o estudo.

Fitofisionomias	Área	Posição	Altitude (m)
Floresta estacional semidecídua	Floresta 1	23K0538760, UTM7612390	1283
	Floresta 2	23K0540198, UTM7612728	1392
	Floresta 3	23K0538176, UTM7613254	1295
	Floresta 4	23K0538034, UTM7614694	1196
Campo de cerrado	Campo de cerrado 1	23K0538737, UTM7612475	1269
	Campo de cerrado 2	23K0538603, UTM7612888	1252
	Campo de cerrado 3	23K0539762, UTM7612709	1360
	Campo de cerrado 4	23K0538968, UTM7612871	1234
Campo limpo	Campo limpo 1	23K0537875, UTM7613444	1400
	Campo limpo 2	23K054804, UTM7612287	1551
	Campo limpo 3	23K0544885, UTM7612506	1572
	Campo limpo 4	23K0539610, UTM7612688	1336
Campo rupestre	Campo rupestre 1	23K0543012, UTM7612109	1516
	Campo rupestre 2	23K0542842, UTM7612052	1509
	Campo rupestre 3	23K0543842, UTM7612310	1554
	Campo rupestre 4	23K0544878, UTM7612535	1569

em que pelo menos 80% dos indivíduos foram encontrados em armadilhas com carcaça); e generalistas, espécies que não se enquadraram nos grupos anteriores (Halffter & Arellano 2002). As espécies com um ou dois indivíduos coletados não foram enquadradas nas categorias de especificidade de dieta por não haver número suficiente de indivíduos para inferência.

Identificação do material. Para a classificação dos besouros detritívoros e inclusão de todos os indivíduos coletados em Scarabaeinae, utilizou-se a classificação de Vaz-de-Mello (2007), considerada a menos excludente por inserir, nessa subfamília, os besouros que, em sua maioria, utilizam carcaças ou fezes como recurso alimentar.

Os escarabeíneos foram separados e acondicionados em mantas entomológicas etiquetadas. Eles foram identificados com o auxílio do Dr. Fernando Vaz de Mello, especialista na identificação de escarabeíneos, da UFMT, e através de consulta à coleção de referência do Laboratório de Ecologia da Universidade Federal de Lavras, onde estão depositados todos os espécimes coletados.

Análises estatísticas. A eficiência da amostragem para avaliação da diversidade de Scarabaeinae nas fitofisionomias foi analisada através do método de *jackknife* de primeira ordem, utilizando o programa EstimateS (Colwell 2005). Especificamente, a riqueza estimada foi obtida como forma de aferir o efeito da variação espacial na expectativa de coletar novas espécies na área.

As comunidades de cada fitofisionomia foram descritas quanto à riqueza de espécies (diversidade alfa ou local), composição, abundância, similaridade, troca espacial na composição de espécies entre comunidades locais (diversidade beta) e equitatividade.

A similaridade entre as áreas amostradas foi avaliada através da análise de agrupamento, utilizando o índice de Bray-Curtis (como citado em Hutha 1979) para construir a matriz de dissimilaridade (1-BC) e o método de ligação simples (*single linkage*) para a formação de agrupamentos. Os dendrogramas foram construídos através do programa BiodiversityPro (McAleece *et al* 1997). A similaridade foi obtida através da seguinte fórmula:

$$BC = \frac{\sum_{i=1} |n_{1i} - n_{2i}|}{\sum_{i=1} (n_{1i} + n_{2i})}$$

Onde: n_1 e n_2 são os números totais de espécies nas amostras 1 e 2, respectivamente.

A diversidade beta (troca espacial de espécies), neste estudo, é a medida da diferença na composição de espécies entre duas ou mais comunidades dentro das fitofisionomias, ou entre comunidades dentro das fitofisionomias e das áreas do entorno.

A troca espacial de composição de espécies entre as comunidades locais, ou diversidade beta, de uma fitofisionomia foi avaliada através do índice de Wilson & Shmida (1984), que analisa par a par as fitofisionomias, ou

áreas dentro de uma fitofisionomia, estudadas através da fórmula:

$$Bt = \frac{b + c}{2a + b + c}$$

Onde a = número total de espécies que ocorrem em ambas áreas amostrais estudadas; b = número total de espécies que ocorrem exclusivamente em um dos dois locais avaliados; c = número total de espécies que ocorrem exclusivamente no outro local avaliado.

A equitatividade entre os fragmentos das fitofisionomias estudadas foi medida através do índice de Pielou (J') (fórmula abaixo). Foi utilizado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (H) para verificar a significância das diferenças deste índice entre as fitofisionomias.

$$J' = \frac{H'}{H_{\max}}$$

Onde: H' = Índice de Shannon-Wiener e H_{\max} = diversidade máxima.

Foram utilizadas as variáveis explicativas fitofisionomias e iscas em um modelo linear generalizado, com distribuição de erros quase-Poisson para comparação de abundância. Para as comparações de riqueza foram empregados os mesmos parâmetros, mas foi utilizada a distribuição de Poisson. Para estas análises, foi utilizado o software R (Free Software Foundation 1999).

Resultados

Foram coletados 2.363 indivíduos, de 52 espécies, distribuídas nas tribos Canthonini (20 espécies), Ateuchini (sete espécies), Coprini (13 espécies), Onthophagini (duas espécies), Phanaeini (oito espécies) e Eurysternini (duas espécies). As espécies mais abundantes foram *Uroxys* sp.1, *Onthophagus* aff. *hirculus* Mannerheim, *Canthidium* sp. 3, *Sulcophanaeus menelas* Laporte-Castenau, *Trichillum* sp.1 e *Canthon lamproderes* Redtenbacher (Tabela 2 e 3).

As fitofisionomias apresentaram riqueza de espécies diferentes em números absolutos e médios (Tabela 4). Essa diferença é estatisticamente significativa e as áreas de floresta apresentaram diversidade maior que as áreas de campo ($F = 3,55, P < 0,05$).

O número de espécies observadas em todas as fitofisionomias foi semelhante ao número esperado de espécies estimado pelo método *jackknife*, que indica eficiência na amostragem da riqueza local de cada área (Tabela 3).

Algumas espécies foram dominantes em relação ao número total de indivíduos coletados em cada área amostral. As espécies dominantes na fitofisionomia de floresta representaram cerca de 74% dos indivíduos coletados: *Uroxys* sp.1 (39,9%), *Canthidium* sp.3 (22,13%) e *Trichillum* sp.1 (12,42%). No campo de cerrado, representando cerca de 75% do total de indivíduos coletados nessa fitofisionomia, as espécies representativas foram *Canthon* sp.1 (28,5%),

Tabela 2 Espécies de Scarabaeinae coletadas, guilda funcional e trófica (inferidas pela incidência de 80% nas quedas em carcaça ou fezes, excluídos aquelas com apenas um ou dois indivíduos), exclusividade de habitat em que foi capturado e número total de indivíduos coletados.

Espécies	Guilda funcional	Guilda trófica	Exclusividade de habitat	Total de indivíduos
<i>Canthidium decoratum</i> (Perty)	Escavador	Coprófago		13
<i>Canthidium</i> aff. <i>korschefskyi</i> Balthasar	Escavador	Coprófago	Floresta	33
<i>Canthidium marseuli</i> Harold	Escavador	S/informação	Campo limpo	1
<i>Canthidium</i> sp.1	Escavador	Coprófago		49
<i>Canthidium</i> sp.2	Escavador	Generalista	Campo rupestre	3
<i>Canthidium</i> sp.3	Escavador	Coprófago	Floresta	276
<i>Canthidium</i> aff. <i>trinodosum</i> Boheman	Escavador	Generalista		6
<i>Canthon</i> (C.) aff. <i>janthinus</i> Blanchard	Rolador	Generalista		17
<i>Canthon</i> aff. <i>virens</i> (Mannerheim)	Rolador	Generalista	Campo limpo	16
<i>Canthon</i> (C.) <i>virens</i> (Mannerheim)	Rolador	S/informação	Campo cerrado	1
<i>Canthon</i> (<i>Francomonrosia</i>) <i>lamproderes</i> Redtenbacher	Rolador	Generalista		141
<i>Canthon</i> aff. <i>podagricus</i> Harold	Rolador	Generalista	Campo limpo	10
<i>Canthon</i> aff. <i>unicolor</i> sp.1 Blanchard	Rolador	Coprófago		21
<i>Canthon</i> aff. <i>unicolor</i> sp.2 Blanchard	Rolador	Generalista	Campo cerrado	4
<i>Canthon latipes</i> Blanchard	Rolador	S/informação	Floresta	1
<i>Canthon ornatus</i> Redtenbacher	Rolador	S/informação	Campo rupestre	1
<i>Canthon</i> (C.) <i>quadripunctatus</i> Redtenbacher	Rolador	Necrófago	Campo limpo	7
<i>Canthon septemmaculatus histrio</i> Serville	Rolador	Coprófago		66
<i>Canthon</i> sp.1	Rolador	Necrófago	Campo cerrado	110
<i>Canthon</i> sp.2	Rolador	S/informação	Campo cerrado	1
<i>Chalcocopriss hespera</i> Olivier	Escavador	Coprófago	Floresta	7
<i>Coprophanaeus</i> (<i>Metallophanaeus</i>) <i>horus</i> (Waterhouse)	Escavador	Necrófago		5
<i>Coprophanaeus</i> (M.) <i>saphirinus</i> Sturm	Escavador	Necrófago	Floresta	18
<i>Deltochilum</i> (<i>Calhyboma</i>) <i>elevatum</i> Castelnau	Rolador	Necrófago		15
<i>Deltochilum</i> (<i>Rubrohyboma</i>) <i>rubripenne</i> Gory	Rolador	Generalista	Floresta	21
<i>Deltochilum brasiliense</i> Castelnau	Rolador	Generalista	Floresta	11
<i>Deltochilum</i> sp.1	Rolador	Necrófago		41
<i>Deltochilum</i> sp.2	Rolador	S/informação	Floresta	1
<i>Dichotomius</i> (<i>Dichotomius</i>) <i>mormon</i> Ljungh	Escavador	S/informação	Floresta	2
<i>Dichotomius affinis</i> Felsche	Escavador	Generalista	Floresta	8
<i>Dichotomius</i> (<i>Luerderwaldtinia</i>) <i>muticus</i> Luederwaldt	Escavador	S/informação	Floresta	1
<i>Dichotomius</i> (<i>Selenocopriss</i>) <i>ascanius</i> Harold	Escavador	Generalista		9
<i>Dichotomius</i> (S.) sp.1	Escavador	S/informação	Campo rupestre	1
<i>Dichotomius</i> (S.) sp.2	Escavador	S/informação	Floresta	1
<i>Dichotomius</i> (S.) sp.3	Escavador	S/informação	Floresta	2
<i>Dichotomius</i> (L.) <i>carbonarius</i> Mannerheim	Escavador	S/informação	Floresta	1
<i>Eurysternus</i> (<i>Eurysternus</i>) <i>deplanatus</i> Germar	Residente	S/informação	Floresta	1
<i>Eurysternus</i> (E.) aff. <i>parallelus</i> Castelnau	Residente	S/informação	Floresta	2
<i>Onthophagus</i> (<i>Onthophagus</i>) aff. <i>hirculus</i> Mannerheim	Escavador	Coprófago		389
<i>Onthophagus</i> (O.) <i>ranunculus</i> Arrow	Escavador	S/informação	Campo cerrado	1
<i>Oxysternon palemo</i> (Laporte)	Escavador	S/informação	Campo rupestre	1

Continua

Tabela 2 Continuação.

Espécies	Guildd funcional	Guildd trófica	Exclusividade de habitat	Total de indivíduos
<i>Paracanthon</i> sp.1	Escavador	Coprófago	Floresta	26
<i>Phanaeus (Notiophanaeus) kirbyi</i> Vigors	Escavador	S/informação		2
<i>Phanaeus (N.) splendidulus</i> Fabricius	Escavador	S/informação	Floresta	2
<i>Phanaeus palaeno</i> Blanchard	Escavador	Coprófago		24
<i>Phanaeus</i> sp.1	Escavador	S/informação	Campo rupestre	1
<i>Sulcophanaeus menelas</i> Laporte-Castenau	Escavador	Coprófago		231
<i>Sylvicanthon foveiventris</i> Schmidt	Rolador	Coprófago	Floresta	30
<i>Trichillum</i> sp.1	Residente	Coprófago		160
<i>Trichillum</i> sp.2	Residente	Generalista		4
<i>Uroxys</i> sp.1	S/informação	Coprófago		501
<i>Uroxys</i> sp.2	S/informação	Coprófago	Floresta	67

Tabela 3 Espécies coletadas e suas abundâncias nas áreas amostrais das fitofisionomias na Chapada das Perdizes, e índices gerados.

Tribo/ espécie	Fitofisionomia															
	Floresta				Campo de cerrado				Campo limpo				Campo rupestre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Ateuchini																
<i>Canthidium decoratum</i> *						2		1		1	1	2		1		5
<i>Canthidium</i> aff. <i>korschevskyi</i>	33															
<i>Canthidium marseuli</i>									1							
<i>Canthidium</i> sp.1**		7		1		1	1			1	1		15	18	4	
<i>Canthidium</i> sp.2													1	2		
<i>Canthidium</i> sp.3	205	20	47	4												
<i>Canthidium</i> aff. <i>trinodosum</i>	3														3	
Canthonini																
<i>Canthon (C.)</i> aff. <i>janthinus</i>						2								5	5	5
<i>Canthon</i> aff. <i>Virens</i>									1		1	14				
<i>Canthon (C.) virens</i>							1									
<i>Canthon (F.) lamproderes</i> *					11	57	11	3	9	3	10	7		2	22	6
<i>Canthon</i> aff. <i>podagricus</i>									1			9				
<i>Canthon</i> aff. <i>unicolor</i> sp1*					1	1	3		2	3	6	3			2	
<i>Canthon</i> aff. <i>unicolor</i> sp2					1	2		1								
<i>Canthon latipes</i>		1														
<i>Canthon ornatus</i>																1
<i>Canthon (C.) quadripunctatus</i>									6	1						
<i>Canthon septemmaculatus</i> histrio**	14	1		33	11	2	2	1				1				1
<i>Canthon</i> sp.1					42	38	30									
<i>Canthon</i> sp.2					1											
<i>Deltochilum (C.) elevatum</i> *					2	6	2	2		1		1		1		
<i>Deltochilum (R.) rubripenne</i>	8		2	11												

Continua

Tabela 3 Continuação.

Tribo/ espécie	Floresta				Campo de cerrado				Campo limpo				Campo rupestre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>Deltochilum brasiliense</i>	2	8	1													
<i>Deltochilum</i> sp.1	1		1	11	10	12	5					1				
<i>Deltochilum</i> sp.2				1												
<i>Paracanthion</i> sp.1	2	16	8													
<i>Sylvicanthon foveiventris</i>	12	17	1													
Coprini																
<i>Chalcocoprins hespera</i>	6			1												
<i>Dichotomius</i> (D.) <i>mormon</i>				2												
<i>Dichotomius</i> (L.) <i>affinis</i>	1	6		1												
<i>Dichotomius</i> (L.) <i>muticus</i>	1															
<i>Dichotomius</i> (S.) <i>ascanius</i>	2							1					1	5		
<i>Dichotomius</i> sp.1													1			
<i>Dichotomius</i> sp.2				1												
<i>Dichotomius</i> sp.3				2												
<i>Dichotomius</i> (L.) <i>carbonarius</i>				1												
<i>Trichillum</i> sp.1	68	81	6		2	2					1					
<i>Trichillum</i> sp.2			1										3			
<i>Uroxys</i> sp.1**	41	257	198	2				1				1			1	
<i>Uroxys</i> sp.2	25	4	38													
Eurysternini																
<i>Eurysternus</i> (E.) <i>deplanatus</i>				1												
<i>Eurysternus</i> (E.) <i>aff. parallelus</i>				2												
Onthophagini																
<i>Onthophagus</i> (O.) <i>aff. hirculus</i> **				8	46	26	6	22	13	79	17	3	8	73	75	13
<i>Onthophagus</i> (O.) <i>ranunculus</i>								1								
Phanaeini																
<i>Coprophanæus</i> (M.) <i>horus</i>									1		1			1	2	
<i>Coprophanæus</i> (M.) <i>saphirinus</i>	8	5	4	1												
<i>Oxysternon paleo</i>														1		
<i>Phanaeus</i> (N.) <i>kirbyi</i>							1								1	
<i>Phanaeus</i> (N.) <i>splendidulus</i>	1			1												
<i>Phanaeus palaeno</i>									1		13			1	5	4
<i>Phanaeus</i> sp.1																1
<i>Sulcophanaeus menelas</i> *					4	5	2	2	14	81	34	3	8	28	42	8
Número total de indivíduos	400	456	307	84	131	156	65	34	49	170	85	48	39	141	160	38
Número de espécies coletadas	17	13	11	18	11	13	12	9	10	8	10	12	7	13	11	7
Número estimado de espécies (jackknife I)	17,8	13,3	11,6	18,3	11,5	14,1	12,1	9,1	10,1	8,06	10,2	12,7	7,32	13,1	11,3	7,36
Equitatividade (J')	0,55	0,57	0,47	0,66	0,69	0,68	0,67	0,57	0,72	0,46	0,71	0,79	0,74	0,58	0,60	0,80

O asterisco indica espécies consideradas, neste estudo, como características de áreas abertas ou áreas menos complexas estruturalmente, asteriscos duplos espécies que ocorrem em todas as fitofisionomias.

O. (O.) aff. *hirculus* (25,9%) e *C. lamproderes* (21,2%). No campo limpo, representando cerca de 69%, as espécies dominantes foram *S. menelas* (37,5%) e *O. (O.)* aff. *hirculus* (31,8%). No campo rupestre, *O. (O.)* aff. *hirculus* (44,7%) e *S. menelas* (22,7%) representaram cerca de 67% dos indivíduos coletados nessa fitofisionomia.

As áreas de florestas apresentaram abundância maior de Scarabaeinae se comparadas às demais áreas de campo ($F = 28,9221, P < 0,05$). O tipo de isca utilizada nas armadilhas influenciou a coleta dos indivíduos (Tabela 4). As armadilhas que continham fezes coletaram número maior de espécies ($F = 40,99, P < 0,05$) e de indivíduos ($F = 105,55, P < 0,05$) em todas as fitofisionomias. Em relação à abundância, houve interação entre as variáveis fitofisionomia e isca ($F = 7,75, P < 0,05$).

As espécies consideradas coprófagas foram: *Canthidium decoratum* (Perty) (com 92% de indivíduos coletados em fezes), *Canthidium* aff. *korschefskyi* Balthasar (100%), *Canthidium* sp.1 (97%), *Canthidium* sp.3 (98%), *Canthon* aff. *unicolor* Blanchard sp.1 d (85%), *Canthon septemmaculatus histrio* Serville (92%), *Chalcocopris hespera* Olivier (85%), *O. (O.)* aff. *hirculus* (94%), *Paracanthon* sp.1 (96%), *Phanaeus palaeno* Blanchard (100%), *S. menelas* (83%), *Sylvicanthon foveiventris* Schmidt (100%), *Trichillum* sp.1 (98%), *Uroxys* sp.1 (88%) e *Uroxys* sp.2 (92%) (Tabela 2).

As espécies consideradas necrófagas foram: *Canthon (C.) quadripunctatus* Redtenbacher (85% dos indivíduos coletados em carcaça), *Canthon* sp.1 (85%), *Coprophanaeus (M.) saphirinus* Sturm (88%), *Coprophanaeus (M.) horus* Waterhouse (100%), *Deltochilum (C.) elevatum* Castelnau (86%) e *Deltochilum* sp.1 (85%) (Tabela 2). As demais espécies coletadas apresentaram abundância semelhante em ambas as iscas, sendo consideradas, portanto, espécies generalistas (copronecrófagas).

Tabela 4 Sumário dos números observados para riqueza e abundância de escarabeíneos de acordo com a guilda alimentar (espécies com apenas um ou dois indivíduos foram desconsideradas), exclusividade e equitatividade entre as fitofisionomias.

Parâmetro	Fitofisionomias			
	Floresta	C. cerrado	C. limpo	C. rupestre
Riqueza total	29	19	17	20
Coprófagos	10	8	9	8
Necrófagos	2	3	4	2
Generalistas	6	4	5	4
Abundância total	1247	386	352	378
Abundância fezes	1118	209	273	326
Abundância carcaça	129	177	79	47
Espécies exclusivas	20	5	4	5
Equitatividade	0,582	0,648	0,616	0,584

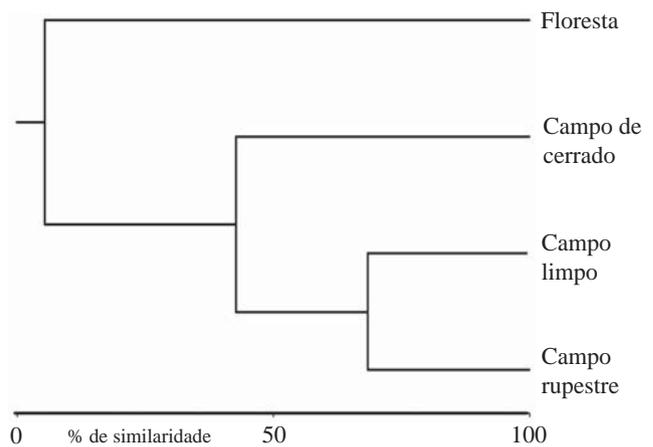


Fig 2 Dendrograma da análise de agrupamento, comparando a similaridade entre as fitofisionomias, por ligação simples, com distância Bray-Curtis.

A análise de similaridade da composição das espécies de cada fitofisionomia (Fig 2) indica que o campo rupestre possui similaridade maior com o campo limpo tendo a floresta uma composição peculiar, diferente das demais fitofisionomias, mesmo que o campo de cerrado apresente cerca de 45% de similaridade com a floresta. Entre as áreas de cada fitofisionomia (Fig 3), a análise da similaridade mostra que os fragmentos de floresta se agruparam, com exceção da “floresta 4”, que é similar aos demais fragmentos de campo aberto. A “floresta 4” é uma área amostral mais perturbada por possuir uma trilha para cachoeira visitada por turistas (observação pessoal). As áreas de campo de cerrado também se agrupam porém, o campo de “cerrado 4” é mais parecido com as áreas consideradas menos complexas estruturalmente. As áreas de campo limpo e do campo rupestre formam dois agrupamentos. O primeiro com cerca de 74% de similaridade e o outro com cerca de 61% de similaridade (Fig 3). Existem diferenças, ou dissimilaridades,

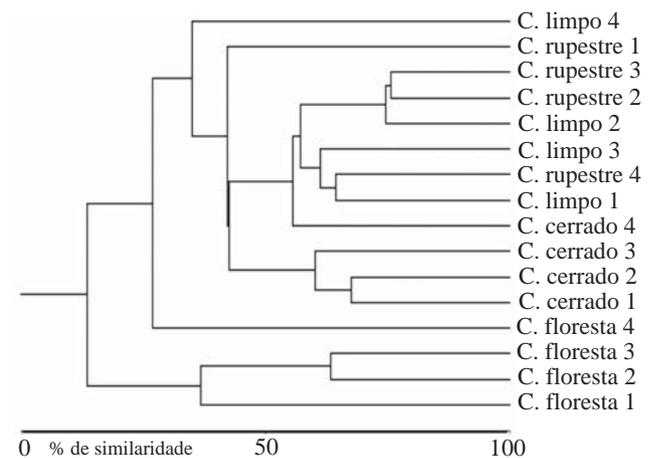


Fig 3 Dendrograma da análise de agrupamento, comparando todas as quatro áreas, de acordo com similaridade entre as fitofisionomias (campo limpo, campo de cerrado, campo rupestre e floresta), por ligação simples, com distância Bray-Curtis.

na composição de espécies entre as fitofisionomias ($F = 32,36$, $P < 0,05$). Essas diferenças são maiores quando se comparam áreas de floresta às de campo (Fig 4).

A similaridade média entre áreas amostrais do mesmo tipo de fitofisionomia é idêntica ($F = 3,65$, $P > 0,05$) (Fig 5). Assim, a diversidade beta, ou troca de espécies entre as áreas amostradas, é igual dentro de todas as fitofisionomias.

A área de campo rupestre possui o maior índice de diversidade beta quando pareada com floresta, com diferença na composição de espécies de cerca de 75% (a maior diferença) (Tabela 5). A área de campo de cerrado caracteriza-se como área de transição, com índice de 0,58, ou em torno de 58% de possibilidade de troca de espécies com a área de floresta.

O índice de equitatividade de Pielou também não apresentou diferença estatística, quando todas as áreas estudadas foram comparadas pelo teste de Kruskal-Wallis ($H = 4,44$, $P > 0,05$) (Fig 6).

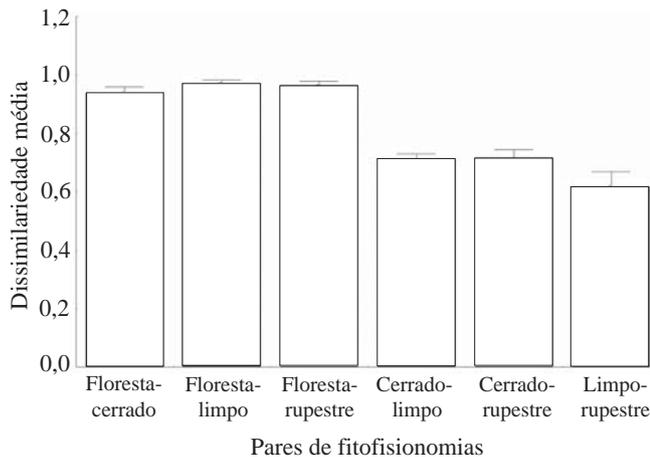


Fig 4 Distribuição da dissimilaridade média entre pares de áreas com fitofisionomias distintas (campo limpo, campo de cerrado, campo rupestre e floresta) utilizando o índice de Bray-Curtis (média + erro padrão da média).

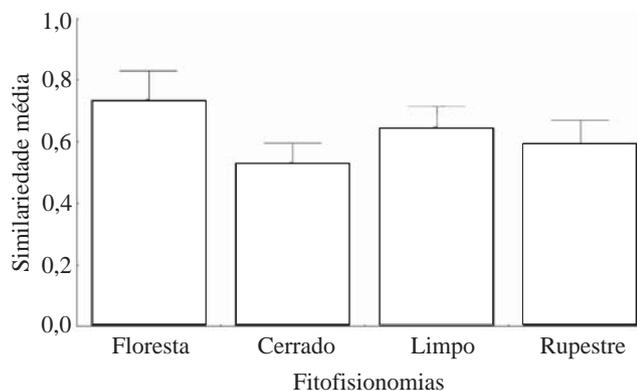


Fig 5 Análise da similaridade média entre pares de áreas dentro da mesma fitofisionomia (campo limpo, campo de cerrado, campo rupestre e floresta) (média + erro padrão da média).

Tabela 5 Índice de diversidade beta de Wilson & Shmida (1984), comparado para cada combinação entre as fitofisionomias.

Fitofisionomias	Floresta	Campo cerrado	Campo limpo	Campo rupestre
Floresta	-	0,58	0,70	0,75
C. cerrado	0,58	-	0,40	0,38
C. limpo	0,70	0,40	-	0,42
C. rupestre	0,75	0,38	0,42	-

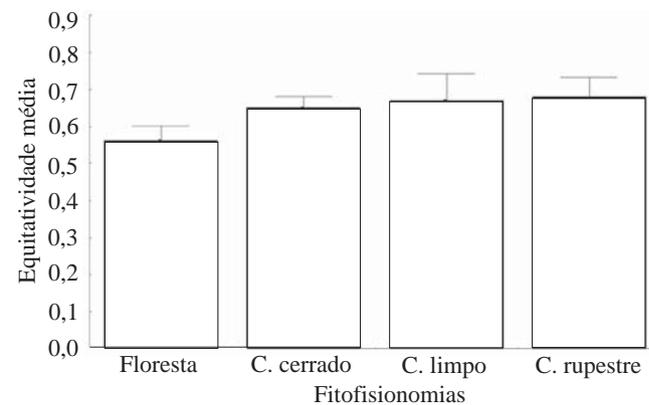


Fig 6 Análise dos índices de equitatividade de Pielou, para cada área dentro das fitofisionomias (campo limpo, campo de cerrado, campo rupestre e floresta) estudadas ($n = 16$, erro padrão = 0,257).

Discussão

O número de espécies coletado neste estudo, 52 espécies, é alto se comparado a estudos realizados em outros locais. Na Amazônia, foram coletadas 60 espécies no início da estação chuvosa (Scheffler 2005). Na Zona da Mata mineira, 21 espécies (Louzada & Lopes 1997), e no cerrado do Brasil central, 102 espécies em um período de oito meses, envolvendo a estação seca e chuvosa, com mais de um tipo de armadilha (Milhomem *et al* 2003).

Os números estimados de espécies pelo método *jackknife* semelhantes ao número de espécies observado indicam que o esforço amostral foi suficiente para amostrar adequadamente a comunidade de escarabeíneos na região da Chapada das Perdizes.

A implantação de áreas de proteção em toda uma paisagem, neste caso, é inviável. Assim, é importante que sejam levadas em consideração estratégias de conservação, baseadas estudos prévios com grupos bioindicadores, como os escarabeíneos, que descrevem a estrutura da comunidade a ser preservada. Dessa forma, áreas relevantes poderão ser protegidas, já que a proteção de somente uma comunidade não é suficiente para assegurar a permanência de toda a riqueza de espécies da paisagem (Halffter & Moreno 2005).

Considerando-se o conhecimento da distribuição da diversidade de Scarabaeinae na região, é importante verificar quais os fatores que influenciariam a estrutura da comunidade

desses besouros.

Dada a alta especificidade de habitat, os escarabeíneos não conseguem estender suas atividades a áreas abertas, principalmente quando especializados em áreas florestais (Klein 1989, Spector & Ayzama 2003), o que também ocorreu neste estudo.

A alta heterogeneidade das florestas tropicais, com grande riqueza de flora e estratificação vertical, geradora de variedade de nichos, possibilita a ocorrência de muitas espécies de escarabeíneos. Assim, a heterogeneidade é um fator importante para esse grupo, tanto a local (florestas) como a regional (paisagem em forma de mosaico). Essa heterogeneidade influi na variação da diversidade alfa ao permitir que as espécies consigam viver fora do seu habitat ideal, além da interação de espécies de fitofisionomias abertas diferentes, proporcionando maior disponibilidade de nichos (Halffter 1991, Halffter & Moreno 2005).

De forma indireta, os escarabeíneos dependem da fauna que frequenta cada fitofisionomia e produzem seus recursos (Louzada 2000). Assim, quanto mais a fitofisionomia é heterogênea, mais animais frequentam esse ambiente e, consequentemente, mais recursos alimentares em quantidade, qualidade e variedade ficam disponíveis aos escarabeíneos.

A composição exclusiva de espécies de florestas e das áreas de campo pode ser explicada pela dessecação rápida do alimento em áreas abertas (Klein 1989). Isso impõe limites às espécies que não habitam áreas de campo, que não conseguem chegar ao local do recurso, muito efêmero, em curto espaço de tempo. As espécies que são exclusivas de campo, geralmente mais secas que as florestas, utilizam facilmente os excrementos de gado como recurso (Hanski & Cambefort 1991).

No que diz respeito à utilização de recurso, a maioria das espécies coletadas foi considerada coprófaga. Além disso, as armadilhas que continham fezes coletaram mais indivíduos e espécies, como no estudo de Milhomem *et al* (2003). São citadas, na literatura, muitas das espécies consideradas coprófagas ou necrófagas, porém, a maioria das espécies ainda não tem seus hábitos alimentares descritos. Dado que as espécies generalistas são mais frequentes, especialmente nos trópicos (Hanski & Cambefort 1991), e que o número de coprófagos e generalistas foi similar neste estudo, muitos desses coprófagos podem ser generalistas. Milhomem *et al* (2003) aponta que muitas espécies que são comuns em carcaça, também são coletadas em alcapões iscados com fezes.

Apesar das diferenças nos resultados de riqueza e abundância dos escarabeíneos nas fitofisionomias, a interação entre o tipo de isca utilizada e a fitofisionomia estudada para a abundância de indivíduos, pode ser explicada pela dominância de algumas espécies. Muitas espécies podem viver de forma agregada (Hanski & Cambefort 1991) e, dessa forma, quantidades grandes de indivíduos podem ter sido atraídas para a mesma armadilha com determinado tipo de isca.

As fitofisionomias foram agrupadas de forma gradativa, relacionadas com o tipo de cobertura vegetal e complexidade estrutural e, segundo Halffter & Arellano (2002), a cobertura vegetal é mais importante para esse grupo de insetos do que a disponibilidade alimentar em campo aberto com gado.

Fatores como incidência de luz solar e umidade seriam importantes, uma vez que aspectos reprodutivos seriam afetados (Martínez & Vásquez 1995).

Como pode ser observado, a similaridade entre ambientes está ligada intimamente à diversidade beta, ou troca de espécies de cada habitat. Assim, na região da Chapada das Perdizes foi verificada diferença grande na composição de espécies entre as duas fitofisionomias extremas, a de floresta e a de campo rupestre. Logo, a diversidade beta pode ser vista como complementar da diversidade alfa ou local, e a diversidade total de um local não pode ser medida com precisão, sem que se leve em consideração a complementaridade de espécies entre habitats. Devido a isso, a diversidade beta está relacionada a heterogeneidade ambiental que acarreta mudanças na composição de espécies (Halffter & Moreno 2005).

A comunidade de escarabeíneos de uma mesma paisagem apresenta fauna característica de campo e de floresta, que são complementares. Dessa forma, proteger somente uma área, com diversidade alfa ou pontual alta, não assegura a conservação da biodiversidade da paisagem. As áreas campestres são tão importantes para a conservação como as áreas de floresta, uma vez que são “reservatórios” de espécies próprias, aumentando a diversidade regional.

A descoberta da diversidade alta de escarabeíneos na região acrescenta dados importantes para a implementação de uma unidade de conservação integral. Ademais, o município de Carrancas já é considerado como área prioritária para conservação da diversidade em Minas Gerais (Drummond *et al* 2005) e não possui até o momento nenhuma unidade de conservação.

Conclui-se que a diversidade de Scarabaeinae foi influenciada pelas fitofisionomias estudadas no Cerrado, devido ao grau de complexidade estrutural ou heterogeneidade, proporcionada por cada fitofisionomia à comunidade de escarabeíneos que abriga. Todas as fitofisionomias dessa paisagem são importantes para a conservação, uma vez que existe complementaridade de espécies entre elas.

Agradecimentos

A Fábio Pádua e Max Machado, pela ajuda nos trabalhos de campo, e Fernando Vaz de Mello, pela identificação dos escarabeíneos. A Carlos Sperber e Marcelo Passamani, que contribuíram com sugestões, além dos dois revisores anônimos. Ao PPG-Entomologia da UFLA, pelo apoio institucional. Ao CNPq, pela concessão de bolsa de mestrado (processo número 131233/2005-0).

Referências

- Andresen E (2002) Dung beetles in a Central Amazonian rainforest and their ecological role as secondary seed dispersers *Ecol Entomol* 27: 257-270.
- Andresen E (2003) Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. *Ecography* 26: 87-97.

- Colwell R K (2005) EstimateS 7.5, Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Connecticut. <http://purl.oclc.org/estimates>, accessed in 08 Aug 2006.
- Davis A J, Holloway J D, Huijbregts H (2001) Dung beetles as indicator of change in the forests of northern Borneo. *J Appl Ecol* 38: 593-616.
- Davis A J, Huijbregts H, Krikken J (2000) The role of local and regional processes in shaping dung beetle communities in tropical forest plantations in Borneo. *Glob Ecol Biogeogr* 9: 281-292.
- Davis A J, Sutton S L (1998) The effects of rainforest canopy loss on arboreal dung beetles in Borneo: implications for the measurement of biodiversity in derived tropical eco-systems. *Divers Distrib* 4: 167-173.
- Driscoll DA, Weir T (2005) Beetle response to habitat fragmentation depends on ecological traits, habitat conditions and remnant size. *Conserv Biol* 19: 182-194.
- Drummond G M, Martins C S, Machado A B M (2005) Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, 222p.
- Endres A A, Hernández M I M, Creão-Duarte A J (2005) Considerações sobre *Coprophanæus ensifer* (Germar) (Coleoptera, Scarabaeidae) em um remanescente de Mata Atlântica no estado da Paraíba, Brasil. *Rev Bras Entomol* 49: 427-429.
- Free Software Foundation (1999) The R project for statistical computing. <http://cran.r-project.org/>, accessed in 08 Sep 2006.
- Gavilanes, M L, Brandão M (1991) Informações preliminares acerca da cobertura vegetal do município de Lavras, MG. *Daphne* 1: 44-50.
- Halffter G (1991) Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomol Mex* 82: 195-238.
- Halffter G (1998) A strategy for measuring landscape biodiversity. *Biol Int* 36: 3-17.
- Halffter G, Arellano L (2002) Response of dung beetle diversity to human-induced changes in a tropical landscape. *Biotropica* 34: 144-154.
- Halffter G, Edmonds W D (1982) The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae) - an ecological and evolutive approach. Instituto de Ecología/ MAB, Mexico, DF, 242p.
- Halffter G, Favila M E (1993) The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera): an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biol Int* 27: 15-21.
- Halffter G, Favila M E, Halffter V (1992) A comparative study of the structure of the scarab guild in Mexican tropical rain forest and derived ecosystems. *Folia Entomol Mex* 84: 131-156.
- Halffter G, Matthews E G (1966) The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). *Folia Entomol Mex* 12: 1-312.
- Halffter G, Moreno C E (2005) Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma, p.5-18. In Halffter G, Soberón J, Koleff P, Melic A (eds) Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma. Monografías Tercer Milenio, v 4. Zaragoza, 237p.
- Hanski I, Cambefort Y (1991) *Dung beetle ecology*, 1st ed. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 481p.
- Hutha V (1979) Evaluation of different similarity indices as measures of sucession in arthropod communities of the forest floor after clear-cutting. *Oecologia* 41: 11-23.
- Klein B C (1989) Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonia. *Ecology* 70: 1715-1725.
- Lobo J M, Halffter G (2000) Biogeographical and ecological factors affecting the altitudinal variation of mountainous communities of coprophagous beetles (Coleoptera: Scarabaeoidea): a comparative study. *Ann Entomol Soc Am* 93: 115-126.
- Louzada J N C (2000) Efeitos da fragmentação florestal sobre a estrutura da comunidade de Scarabaeidae (Insecta, Coleoptera). Tese de doutorado, Universidade Federal de Viçosa, 87p.
- Louzada J N C, Lopes F S (1997) A comunidade de Scarabaeidae copro-necrófagos (Coleoptera) de um fragmentos de Mata Atlântica. *Rev Bras Ent* 41: 117-121.
- Martínez I M, Vasquez A A (1995) Influencia de algunos factores ambientales sobre la reproduccion em *Canthon cyanellus cyanellus* Le Conte (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Elytron* 9: 5-13.
- McAleece N, Lamshead P J D, Paterson G L J (1997) Biodiversity Pro. Scottish Association for Marine Science. <http://www.sams.ac.uk/activities/downloads/downloads.htm>, accessed in 04 Sep 2006.
- McGeoch M A, Rensburg B J V, Botes A (2002) The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. *J Appl Ecol* 39: 661-672.
- Milhomem M S, Vaz-de-Mello F, Diniz I R (2003) Técnicas de coleta de besouros copronecrófagos no cerrado. *Pesq Agrop Bras* 38: 1249-1256.
- Oliveira-Filho A T, Carvalho D A, Fontes M A L (2004) Variações estruturais de compartimento arbóreo de uma floresta semidecídua alto-montana na Chapada das Perdizes, Carrancas - MG. *Rev Bras Bot* 27: 291-309.
- Oliveira-Filho A T, Ratter J A (2002) Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome, p.91-120. In Oliveira P S, Marquis R J (eds) The cerrados of Brazil – ecology and natural history of a neotropical savanna. University Presses of California, Columbia and Princeton, New York, 424p.
- Rodrigues V E G, Carvalho D A (2001) Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio do cerrado na região do Alto Rio Grande - Minas Gerais. *Ciênc Agrotec* 25: 102-123.
- Scheffler P Y (2005) Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) diversity and community structure across three disturbance regimes in eastern Amazonia. *J Trop Ecol* 21: 9-19.

- Spector S, Ayzama S (2003) Rapid turnover and edge effects in dung beetle assemblages (Scarabaeidae) at a Bolivian Neotropical forest-savanna ecotone. *Biotropica* 35: 394-404.
- Vaz-de-Mello F Z (2007) Revisión taxonómica y análisis filogenético de la tribu Ateuchini (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). Tesis de grado, Instituto de Ecología A.C. Xapala, Veracruz, México, 238p.
- Vernes K, Pope L C, Hill C J (2005) Seasonality, dung specificity and competition in dung beetle assemblages in the Australian wet tropics, north-eastern Australia. *J Trop Ecol* 21: 1-8.
- Wilson M V, Shmida A (1984) Measuring beta diversity with presence-absence data. *J Ecol* 72: 1055-1064.

Received 28/XI/06. Accepted 07/I/09.
