

Estrutura e organização de assembleias de Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae) em diferentes fitofisionomias no sul do Brasil

Jonas Darci Noronha de Lima¹, Vinícius da Costa Silva², Vidica Bianchi¹, Pedro Giovâni da Silva³ & Rocco Alfredo Di Mare²

1. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Rua do Comércio, 300, Bairro Universitário, 98770-000, Ijuí, RS, Brasil. (jonasnoronha@yahoo.com.br)
2. Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Biologia, Laboratório de Biologia Evolutiva, Av. Roraima, 1000, Camobi, 97150-900, Santa Maria, RS, Brasil. (silvavinicius92@gmail.com)
3. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Rua João Pio Duarte Silva, Córrego Grande, 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil. (pedrogiovanidasilva@yahoo.com.br)

ABSTRACT. Structure and organization of Scarabaeinae assemblages (Coleoptera, Scarabaeidae) in different vegetation types in Southern Brazil. Patterns of species richness, abundance, diversity, equitability and dominance, and the organization in feeding and behavioral guilds of Scarabaeinae fauna were analyzed in three different vegetation types (forest, native field and crop) in northwestern of Rio Grande do Sul, Brazil, among September and November 2012, with the use of pitfall traps baited with different resources (feces, rotting meat and fermented banana). A total of 9,325 specimens were captured, distributed in nine genera and 32 species. The most abundant species were *Onthophagus aff. tristis* Harold, 1873, *Canthidium aff. trinodosum* (Boheman, 1858), *Canthon aff. fallax* Harold, 1868, *Canthon lividus* Blanchard, 1845 and *Deltochilum morbillosum* Burmeister, 1848 which represented 65.54% of the total individuals sampled. The forest showed the highest values of number of individuals and species. The lower richness was observed in the field while the crop showed the lowest abundance of individuals. Scarabaeinae showed qualitative and quantitative differences in their assemblages across vegetation types sampled. The forest showed the highest observed species richness and a fraction of these are unique to this environment, and rarely occurs in other types of ecosystems. In general, the forest has a greater proportion of trophic generalist or copro-necrophagous species in its composition. Another part of this fauna, being largely represented by coprophagous species, is adapted to open environments indicating a change in food guild caused by replacing the forest with pasture. Thus, in a broader context the landscape can play an important role in diversity of dung beetles.

KEYWORDS. Dung beetles, forest, native field, crop, attractiveness.

RESUMO. Padrões de riqueza de espécies, abundância, diversidade, equitabilidade e dominância, além da organização em guildas tróficas e comportamentais da fauna de Scarabaeinae foram analisados em três diferentes fitofisionomias (floresta, campo natural e lavoura) na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, Brasil, entre setembro e novembro de 2012, através da utilização de armadilhas de queda iscadas com distintos recursos (fezes, carne em decomposição e banana fermentada). Foram capturados 9.325 espécimes, distribuídos em nove gêneros e 32 espécies. As espécies mais abundantes foram *Onthophagus aff. tristis* Harold, 1873, *Canthidium aff. trinodosum* (Boheman, 1858), *Canthon aff. fallax* Harold, 1868, *Canthon lividus* Blanchard, 1845 e *Deltochilum morbillosum* Burmeister, 1848 que representaram 65,54% do total de indivíduos amostrados. A floresta apresentou os valores mais elevados de número de indivíduos e de espécies. A menor riqueza foi observada no campo, enquanto a lavoura apresentou a menor abundância de indivíduos. Scarabaeinae apresentou diferenças quali- e quantitativas em suas assembleias pelas fitofisionomias amostradas. A floresta abrigou a maior riqueza observada de espécies e uma fração destas é exclusiva deste ambiente, e dificilmente ocorre em outros tipos de ecossistemas. A floresta apresentou uma proporção maior de espécies generalistas ou copro-necrófagas em sua composição. Outra parte desta fauna, representada por espécies coprófagas, está adaptada ao ambiente aberto indicando uma modificação na guilda alimentar causada pela substituição da floresta por pastagem. Dessa forma, em um contexto mais amplo a paisagem pode desempenhar um papel importante na diversidade de Scarabaeinae.

PALAVRAS-CHAVE. Rola-bosta, floresta, campo nativo, lavoura, atratividade.

Os besouros escarabeíneos (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae) destacam-se pelas suas importantes funções ecológicas realizadas nos ecossistemas terrestres (NICHOLS *et al.*, 2008). Eles são considerados como um dos principais promotores do processo de fertilização edáfica, pois atuam na remoção e incorporação de material orgânico em decomposição no solo, tornando os nutrientes novamente disponíveis ao sistema e aumentando a aeração e hidratação edáfica através da escavação de túneis subterrâneos, o que prolonga sua capacidade produtiva (HALFFTER & MATTHEWS, 1966; HOFER *et al.*, 2001; MILHOMEM *et al.*, 2003; NICHOLS *et al.*, 2008).

Os escarabeíneos são também conhecidos

popularmente no Brasil como “rola-bostas” porque muitas espécies se alimentam principalmente de excrementos de animais (coprofagia), processo evolutivo que esteve relacionado à grande diversificação dos mamíferos durante o Cenozoico (HALFFTER & MATTHEWS, 1966; HANSKI & CAMBEFORT, 1991; DAVIS *et al.*, 2002; SIMMONS & RIDSDILL-SMITH, 2011). Na região Neotropical, muitas espécies de escarabeíneos consomem também carcaças apodrecidas (necrofagia) e material vegetal em decomposição (saprofagia) (HALFFTER & MATTHEWS, 1966; HALFFTER & FAVILA, 1993), processos estes que aparentemente teriam derivado originalmente da coprofagia (DAVIS *et al.*, 2002). Por apresentarem a necrofagia como hábito alimentar estes

besouros estão também relacionados à entomologia forense, sendo considerados como a segunda ordem mais importante na área (HALFFTER & MATTHEWS, 1966; OLIVEIRA-COSTA, 2008).

A maioria das espécies de Scarabaeinae pode ser distribuída em três grandes categorias em relação ao modo como utilizam o recurso alimentar na nidificação: escavadoras ou paracoprídeas (espécies que escavam túneis subterrâneos logo abaixo do recurso), roadoras ou telecoprídeas (retiram e rolam uma esfera de alimento até o ninho, onde é enterrada) e residentes ou endocoprídeas (não enterram ou rolam, nidificando no interior do recurso alimentar) (HALFFTER & MATTHEWS, 1966; HALFFTER & EDMONDS, 1982). Devido ao comportamento de nidificação, muitos escarabeíneos estão envolvidos no controle de alguns endo- e ectoparasitos em agroecossistemas pecuários, pois enterram e consomem massas fecais de grandes mamíferos, eliminando alguns organismos como as moscas-dos-chifres, *Haematobia irritans irritans* (Linnaeus, 1758), e larvas de nematódeos (WATERHOUSE, 1974; FLECHTMANN & RODRIGUES, 1995; KOLLER *et al.*, 2007). Os escarabeíneos têm sido empregados em estudos de monitoramento de atividades antrópicas, uma vez que apresentam muitas espécies sensíveis às alterações nos ecossistemas naturais (HALFFTER & FAVILA, 1993; FAVILA & HALFFTER, 1997).

Scarabaeinae possui aproximadamente 7.000 espécies descritas em todo o mundo, e continua, até o ano de 2000, 618 espécies registradas no Brasil, das quais 323 foram referidas como endêmicas no país (VAZ-DE-MELLO, 2000). O baixo número de espécies registradas de Scarabaeinae em vários estados brasileiros, incluindo o Rio Grande do Sul (VAZ-DE-MELLO, 2000), quando comparado ao total de espécies citadas para o Brasil, mostra a necessidade de serem realizados novos estudos sobre esta importante fauna. Por exemplo, os estados com maior número de espécies registradas foram Minas Gerais (182 espécies e 10 endemismos), Amazonas (177 e 29 endemismos), Rio de Janeiro (137 e 10 endemismos) e Rio Grande do Sul apresentava (79 e 5 endemismos) (VAZ-DE-MELLO, 2000).

O Rio Grande do Sul possui dois diferentes biomas, o Pampa ao sul e a Mata Atlântica na metade norte. Em estudos posteriores desenvolvidos na região sul (DA SILVA *et al.*, 2008, 2009, 2012a, AUDINO *et al.*, 2011; DA SILVA, 2011), e na região central (DA SILVA & DI MARE 2012, DA SILVA *et al.*, 2011, 2012b; DA SILVA & BOGONI, 2014) e nordeste do estado (VIEGAS *et al.*, 2014), mostraram um número significativo de espécies, todavia, incompatível com a lista apresentada por VAZ-DE-MELLO (2007), uma vez que o autor apresenta um check list das espécies do Brasil e não apenas do Rio Grande do Sul. Para a região noroeste do estado, caracterizada por uma vegetação cuja composição arbórea é do tipo Floresta Estacional intercalada com áreas de vegetação campestre incluindo áreas agrícolas (MARCHIORI, 2002), não consta nenhum trabalho realizado com Scarabaeinae até o momento.

Assim, o objetivo deste estudo foi comparar a

riqueza e abundância de espécies de Scarabaeinae em diferentes tipos de habitats no noroeste do Rio Grande do Sul, bem como categorizar o hábito alimentar destas espécies utilizando três tipos de iscas atrativas.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização das áreas de estudo. A amostragem foi conduzida em três diferentes componentes de paisagem no campus da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ) (28°23'31"S, 53°56'53"O), localizado no município de Ijuí, região noroeste do Rio Grande do Sul, Brasil. Conforme os dados obtidos na estação meteorológica do Instituto Regional de Desenvolvimento Rural (IRDER/UNIJUÍ), a temperatura média do mês mais quente é de aproximadamente 22°C, e a do mês mais frio oscila entre 3°C e 18°C. A precipitação média anual é 1.600 mm aproximadamente, com pouco mais de 470 mm somente nos meses de setembro, outubro e novembro, coincidindo os meses mais chuvosos com os meses de coleta.

As amostragens dos escarabeíneos foram realizadas durante a primavera de 2012 (setembro a novembro), uma vez que DA SILVA *et al.* (2012b) registraram maior abundância e diversidade de Scarabaeinae durante esta estação do ano em Santa Maria, região central do Rio Grande do Sul. O estudo foi realizado em três fisionomias onde se realizou o estudo em campo nativo (CA), floresta ciliar (FL) e campo cultivado (LA). O campo nativo totalizava uma área de aproximadamente quatro hectares (28°23'34.44"S, 53°56'37.36"O), possuindo vegetação campestre, com predominância de Poaceae e alguns indivíduos de *Atelesia glazioviana* Baill. (Fabaceae), espécie arbórea pioneira da região sul do Brasil, sugerindo que a área se encontra em um lento processo de sucessão vegetal (ESCAIO *et al.*, 2012). A área também se encontra atualmente abandonada, uma vez que em épocas anteriores ao desenvolvimento do presente trabalho, a área era usada como pastoreio para bovinos. Na floresta ciliar (28°23'14.46"S, 53°56'40.74"O), constituída por uma vegetação mais representativa foi composta pelas espécies arbóreas *Sebastiania commersoniana* Baill. (Myrtaceae) e *Matayba elaeagnoides* Radlk. (Sapindaceae). Na fitofisionomia de campo cultivado (28°23'27.86"S, 53°57'7.30"O), a forrageira *Lolium multiflorum* L. (Poaceae) foi a planta cultivada durante o período de amostragem.

Coleta dos dados. Em cada fitofisionomia foram instaladas armadilhas de queda (*pitfall-trap*) iscadas, pois constituem o método mais eficiente para a captura da maior parte das espécies deste grupo (LOBO *et al.*, 1988; HALFFTER & FAVILA, 1993; FAVILA & HALFFTER, 1997).

As armadilhas foram confeccionadas com recipientes plásticos de 15 cm de diâmetro e capacidade de 700 ml (enterrados ao nível do solo e com uma cobertura plástica de proteção contra a chuva, amparada por estacas de madeira), que continham solução formalina

a 2% com algumas gotas de detergente líquido neutro para a conservação dos espécimes capturados. Sobre as armadilhas foi instalado um recipiente menor, amparado por uma pequena estaca fixada transversalmente em sua parte superior, onde se depositaram as iscas. A atração dos escarabeíneos foi realizada pela utilização de três diferentes iscas (cerca de 25 g de cada): fezes humanas (Fe), carne bovina apodrecida (Ca) (que permaneceu em potes fechados em temperatura ambiente por no mínimo três dias antes de cada amostragem) e banana fermentada (Ba), as quais compreendem as principais guildas tróficas dos escarabeíneos (HALFFTER & MATTHEWS, 1966).

Em cada área foram instaladas 30 armadilhas ao longo de um transecto de aproximadamente 200 m, das quais permaneceram ativas por 3 meses, sendo revisadas semanalmente para coleta dos espécimes e reposição das iscas atrativas. A cada 20 m foram instaladas três armadilhas contendo os três tipos de iscas utilizadas. As três armadilhas de cada conjunto foram instaladas de forma linear, distanciadas em um metro entre si. Ao total foram realizadas 10 amostragens durante o período de coletas. Embora LARSEN & FORSYTH (2005) sugiram a distância mínima de 50 m entre armadilhas para uma maior independência, a distância de 20 m entre conjuntos de armadilhas utilizada neste estudo foi devido à configuração das áreas amostradas, as quais não permitiam uma distância maior entre conjuntos com a mesma quantidade de replicações, situação em que menores distâncias entre as armadilhas podem ser utilizadas na amostragem de Scarabaeinae (DA SILVA & HERNÁNDEZ, 2015).

Os exemplares coletados foram acondicionados em recipientes com álcool 70% e levados ao Laboratório de Zoologia/Entomologia da UNIJUI, para triagem, montagem e identificação ao nível de espécie ou morfoespécie. A identificação dos escarabeíneos foi realizada com o auxílio do guia de identificação dos escarabeíneos registrados para Santa Maria, Rio Grande do Sul (DA SILVA *et al.*, 2011), bem como por comparação com material depositado na coleção entomológica do Laboratório de Biologia Evolutiva da Universidade Federal de Santa Catarina. Alguns exemplares foram enviados a especialista para identificação (Dr. Fernando Vaz de Mello, Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT). O material foi depositado nas coleções entomológicas da UNIJUI e UFMT.

Análise dos dados. A proximidade das armadilhas iscadas (um metro entre cada uma) possibilitou a escolha pelos escarabeíneos por um dos três recursos alimentares ofertados (ALMEIDA & LOUZADA, 2009). Desta forma, as espécies foram classificadas como coprófagas (espécies em que no mínimo 80% do número de indivíduos coletados ocorreram em armadilhas com fezes humanas), necrófagas (espécies em que pelo menos 80% dos indivíduos foram amostradas em armadilhas com carne bovina apodrecida), saprófagas (quando pelos menos 80% dos indivíduos da espécie foram capturados nas armadilhas iscadas com banana fermentada) e generalistas (espécies não enquadradas nos grupos anteriores) (ALMEIDA & LOUZADA, 2009; DA SILVA &

DI MARE, 2012). Desta análise foram excluídas as espécies *singletons* (espécies com somente um indivíduo coletado) e *doubletons* (espécies com dois indivíduos coletados). A guilda comportamental das espécies de Scarabaeinae seguiu a literatura especializada (HALFFTER & EDMONDS, 1982; DOUBE, 1991).

O método de rarefação foi conduzido com o objetivo de padronizar o número de indivíduos e comparar a riqueza de espécies (HULBERT, 1971) entre os três tipos de fitofisionomias amostrados, e também em relação aos tipos de iscas utilizados para a captura dos escarabeíneos. Este procedimento foi conduzido no programa R 3.0.0 (R CORE TEAM, 2013) e foram calculados os intervalos de confiança a 95% para cada uma das curvas a fim de comparar estatisticamente os resultados obtidos.

A partir do número de espécies e de indivíduos obtidos em cada coleta, foram feitas curvas suavizadas de suficiência amostral para cada fitofisionomia (função Mao Tau do programa EstimateS [COLWELL, 2005]), para verificar a eficiência na amostragem. Nesta análise as amostras foram randomizadas 100 vezes. Para estimar o número de espécies de escarabeíneos de cada fitofisionomia foram calculados os estimadores de riqueza não paramétricos Jackknife 1 e 2 (baseados em dados de abundância, utilizando a relação entre o número de *singletons* e *doubletons* para as estimativas de riqueza) e Chao 2 (baseados em incidência, utilizando o número de *uniques* [espécies encontradas em somente uma amostra] e *duplicates* [espécies encontradas em somente duas amostras] para as estimativas de riqueza) (COLWELL, 2005). Para verificar a significância dos estimadores foi realizado um teste de Qui-quadrado.

Os índices de diversidade de Shannon-Weaver e Simpson, de equitabilidade de Pielou e de dominância de Simpson e de Berger-Parker foram calculados como medidas ecológicas de diversidade, equitabilidade e dominância para a descrição das assembleias de Scarabaeinae amostradas nas três diferentes fitofisionomias. Estes cálculos foram conduzidos no programa PAST v. 1.37 (HAMMER *et al.*, 2001). A fim de verificar a similaridade entre os tipos de isca utilizados nas diferentes fitofisionomias foi realizada uma análise de agrupamento onde foram empregados os coeficientes de Bray-Curtis, para dados quantitativos, e de Jaccard, para dados qualitativos. O método de agrupamento foi o de médias ponderadas, sendo calculado o coeficiente de correlação cofenética de cada agrupamento. Para verificar a significância na formação de grupos foi conduzida a análise de perfil de similaridade. Estes procedimentos foram realizados no programa R 3.0.0 (R CORE TEAM, 2013).

RESULTADOS

No total foram capturados 9.325 indivíduos de Scarabaeinae, pertencentes a cinco tribos, distribuídos em dez gêneros e 32 espécies (Tab. I). As espécies mais abundantes foram *Onthophagus aff. tristis* Harold, 1873 (31,09%), *Canthidium aff. trinodosum* (Boheman, 1858)

Tab. I. Tribos, espécies, guilda funcional (GF), abundância absoluta (N) e relativa (%) de Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeinae) coletadas em três diferentes fitofisionomias (FL, floresta; LA, lavoura; CA, campo) no município de Ijuí, Rio Grande do Sul, Brasil, entre setembro e novembro de 2012. T, telecoprídea (roladora); P, paracoprídea (escavadora); E, endocoprídea (residente). * indica ocorrência (N < 80%) da espécie principalmente em determinado tipo de fitofisionomia. São fornecidos os índices de Shannon, Simpson, equitabilidade de Pielou, dominância de Simpson e de Berger-Parker.

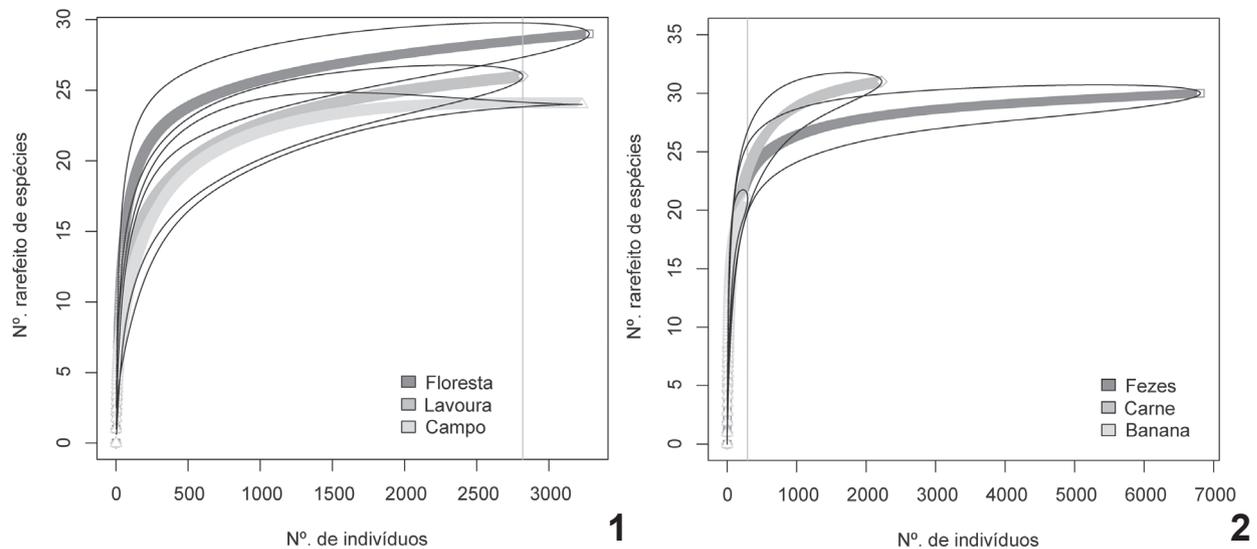
Tribo/espécie	GF	Fitofisionomia						Total	
		FL		LA		CA		N	%
COPRINI									
<i>Canthidium aff. aterrimum</i> Harold, 1867	P	21	30,43	22	31,88	26	37,68	69	0,74
<i>Canthidium aff. dispar</i> Harold, 1867	P	7	14,29	23	46,94	19	38,78	49	0,53
<i>Canthidium aff. taurinum</i> Harold, 1867 *	P	25	7,23	20	5,78	301	86,99	346	3,71
<i>Canthidium aff. trinodosum</i> (Boheman, 1858)	P	316	30,47	184	17,74	537	51,78	1037	11,12
<i>Canthidium moestum</i> Harold, 1867	P	39	45,35	26	30,23	21	24,42	86	0,92
<i>Chalcocopris hesperus</i> (Olivier, 1789) *	P	1	100,0	0	0,00	0	0,00	1	0,01
<i>Dichotomius aff. pygidialis</i> (Luederwaldt, 1922) *	P	4	3,10	109	84,50	16	12,40	129	1,38
<i>Dichotomius aff. sericeus</i> (Harold, 1867)	P	137	52,69	107	41,15	16	6,15	260	2,79
<i>Dichotomius mormon</i> (Ljungh, 1799) *	P	21	100,0	0	0,00	0	0,00	21	0,23
<i>Dichotomius nisus</i> (Olivier, 1789)	P	7	5,47	94	73,44	27	21,09	128	1,37
<i>Ontherus sulcator</i> (Fabricius, 1775)	P	46	32,17	67	46,85	30	20,98	143	1,53
DELTOCHILINI									
<i>Canthon aff. fallax</i> Harold, 1868	T	100	10,82	159	17,21	665	71,97	924	9,91
<i>Canthon chalybaeus</i> Blanchard, 1845	T	184	47,55	117	30,23	86	22,22	387	4,15
<i>Canthon lividus</i> Blanchard, 1845 *	T	691	99,28	1	0,14	4	0,57	696	7,46
<i>Canthon luctuosus</i> Harold, 1868	T	45	52,33	2	2,33	39	45,35	86	0,92
<i>Canthon mutabilis</i> Lucas, 1857	T	1	5,88	12	70,59	4	23,53	17	0,18
<i>Canthon ornatus bipunctatus</i> Burmeister, 1873	T	2	9,09	3	13,64	17	77,27	22	0,24
<i>Canthon quinque maculatus</i> (Castelnau, 1840)	T	20	66,67	6	20,00	4	13,33	30	0,32
<i>Canthon rutilans</i> (Castelnau, 1840) *	T	98	84,48	13	11,21	5	4,31	116	1,24
<i>Canthon sp.</i> *	T	3	100,0	0	0,00	0	0,00	3	0,03
<i>Deltochilum brasiliense</i> (Castelnau, 1840) *	T	209	100,0	0	0,00	0	0,00	209	2,24
<i>Deltochilum morbillosum</i> Burmeister, 1848 *	T	556	100,0	0	0,00	0	0,00	556	5,96
<i>Deltochilum rubripenne</i> (Gory, 1831) *	T	99	100,0	0	0,00	0	0,00	99	1,06
<i>Deltochilum sculpturatum</i> Felsche, 1907	T	1	50,00	1	50,00	0	0,00	2	0,02
ONITICELLINI									
<i>Eurysternus aeneus</i> Génier, 2009	E	17	4,89	56	16,09	275	79,02	348	3,73
<i>Eurysternus caribaeus</i> (Herbst, 1789) *	E	367	96,83	1	0,26	11	2,90	379	4,06
<i>Eurysternus parallelus</i> Castelnau, 1840	E	46	59,74	28	36,36	3	3,90	77	0,83
ONTHOPHAGINI									
<i>Onthophagus aff. tristis</i> Harold, 1873	P	39	1,35	1749	60,33	1111	38,32	2899	31,09
PHANAEINI									
<i>Coprophanaeus horus</i> (Waterhouse, 1891)	P	0	0,00	5	62,50	3	37,50	8	0,09
<i>Coprophanaeus milon</i> (Blanchard, 1843) *	P	0	0,00	6	100,0	0	0,00	6	0,06
<i>Coprophanaeus saphirinus</i> (Sturm, 1826) *	P	176	96,17	4	2,19	3	1,64	183	1,96
<i>Sulcophanaeus menelas</i> (Castelnau, 1840)	P	0	0,00	3	33,33	6	66,67	9	0,10
Número de indivíduos		3278	35,15	2818	30,22	3229	34,63	9325	
Número de espécies		29	90,6	26	81,3	24	75,0	32	
Shannon-Weaver		2.54		1.62		1.92			
Simpson		0.89		0.60		0.79			
Equitabilidade de Pielou		0.75		0.50		0.61			
Dominância de Simpson		0.11		0.40		0.21			
Dominância de Berger-Parker		0.21		0.62		0.34			

(11,12%), *Canthon aff. fallax* Harold, 1868 (9,91%), *Canthon lividus* Blanchard, 1845 (7,46%) e *Deltochilum morbillosum* Burmeister, 1848 (5,96%), que representaram juntas 65,54% do total de espécimes coletados. A tribo Deltocilini foi a mais representativa, 13 espécies distribuídas em dois gêneros (*Canthon* Hoffmannsegg, 1817 e *Deltochilum* Eschscholtz, 1822), o que representou 33,73% do total de indivíduos coletados.

As curvas de acumulação de espécies, levando-se em conta o número de espécies e de indivíduos em todas as amostragens nas diferentes fisionomias, sugerem que o esforço amostral foi satisfatório para todos os habitats. A partir das curvas de rarefação, observou-se que,

quando comparados os números de espécies para a menor abundância entre as fitofisionomias (2.818 indivíduos), a floresta apresentou a maior riqueza, seguida pela lavoura e o campo; estas diferenças foram significativas conforme a configuração dos intervalos de confiança a 95% de cada curva (Figs 1, 2).

Entre as fitofisionomias estudadas, a floresta ciliar (FL) apresentou o maior número observado de indivíduos (35,15% do total) (Tab. I), distribuídos em 29 espécies, apresentando *C. lividus*, *D. morbillosum* e *Eurysternus caribaeus* (Herbst, 1789) como espécies mais abundantes. *Chalcocopris hesperus* (Olivier, 1789), *Dichotomius mormon* (Ljungh, 1799), *Canthon sp.*,



Figs 1, 2. Curvas de rarefação com intervalos de confiança a 95% para as assembleias de Scarabaeinae amostradas em três fitofisionomias (1) através de armadilhas de solo iscadas com diferentes atrativos (2) no município de Ijuí, Rio Grande do Sul, Brasil, entre setembro e novembro de 2012. A linha vertical indica o ponto de comparação entre as curvas.

Deltochilum brasiliense (Castelnau, 1840), *D. morbillosum* e *D. rubripenne* (Gory, 1831) foram exclusivas desta fitofisionomia.

O campo natural (CA) foi responsável por 34,63% dos indivíduos coletados neste estudo, pertencentes a 24 espécies; *O. aff. tristis*, *C. aff. fallax* e *C. aff. trinodosum* foram as espécies mais abundantes. Na fitofisionomia caracterizada como lavoura (LA), foram capturadas 26 espécies e 31% do total de indivíduos amostrados, sendo *O. aff. tristis*, *C. aff. trinodosum* e *C. aff. fallax* as mais abundantes.

Além das espécies acima citadas, que estão restritas à uma determinada fitofisionomia, algumas encontradas nas três áreas amostradas, não exclusivas de um determinado local, apresentaram ocorrência superior a 80% em uma das fitofisionomias ocupadas, como por exemplo: *Canthidium aff. taurinum* Harold, 1867 no campo; *Dichotomius aff. pygidialis* (Luederwaldt, 1922) e *Coprophanaeus milon* (Blanchard, 1843) na lavoura; *C. lividus*, *Canthon rutilans* (Castelnau, 1840), *E. caribaeus* e *Coprophanaeus saphirinus* (Sturm, 1826) na floresta.

Entre as iscas utilizadas para a atração dos escarabeíneos, as fezes humanas foram as mais atrativas, incluindo 73,0% do total de indivíduos capturados (Tab. II), seguida da carne bovina apodrecida (23,84%) e da banana fermentada (3,16%). Em relação ao número de espécies capturadas, a carne apodrecida apresentou o maior número observado (31 espécies), seguida de fezes humanas (30 espécies) e da banana fermentada (21 espécies) (Tab. II). As curvas de rarefação para as iscas utilizadas demonstraram que, no menor número de indivíduos entre as iscas (295), não houve diferença significativa na comparação da riqueza de espécies conforme a configuração das curvas e seus intervalos de confiança a 95% (Fig. 3).

Na floresta, as armadilhas iscadas com carne foram

as que capturaram o maior número de indivíduos (50,3%) e *C. lividus*, *D. morbillosum* e *C. saphirinus* foram as espécies mais abundantes. As armadilhas iscadas com excremento humano capturaram 45,3% dos indivíduos nessa fitofisionomia, cujas espécies mais abundantes foram *C. aff. trinodosum*, *E. caribaeus* e *Dichotomius aff. sericeus* (Harold, 1867). As armadilhas com banana fermentada tiveram o menor poder de atração na floresta, atraindo apenas 4,4% do total dos indivíduos capturados nesta fitofisionomia. Neste tipo de isca, as espécies mais abundantes foram *D. morbillosum*, *C. lividus* e *C. aff. trinodosum*.

No campo, as armadilhas iscadas com fezes humanas mostraram-se mais atrativas nas capturas dos escarabeíneos, representando 87,5% do total de indivíduos coletados nesta fitofisionomia; *O. aff. tristis*, *C. aff. fallax* e *C. aff. trinodosum* foram as mais abundantes. Nas armadilhas iscadas com carne, *C. aff. fallax*, *C. aff. taurinum* e *C. aff. trinodosum* foram as mais abundantes. Nas armadilhas em que foi oferecida banana fermentada, como atrativo, a maior abundância foi de *Canthon chalybaeus* Blanchard, 1845, *C. aff. fallax* e *D. aff. pygidialis*.

Na lavoura, as iscas com fezes humanas atraíram mais indivíduos do que as demais, totalizando 88,5% dos espécimes coletados. As espécies mais abundantes atraídas por este recurso foram *O. aff. tristis*, *C. aff. trinodosum* e *C. aff. fallax*. A isca de carne foi a segunda mais atrativa, totalizando 8,4% dos indivíduos, atraindo em maiores números *C. chalybaeus*, *D. aff. pygidialis* e *O. aff. tristis*. As iscas com banana fermentada foram responsáveis por 3,1% dos indivíduos coletados nesta fitofisionomia, sendo *D. aff. pygidialis*, *D. aff. sericeus* e *D. nesus* as espécies mais abundantes atraídas a este recurso.

Conforme a classificação das guildas comportamentais para os escarabeíneos (Tab. I),

Tab. II. Lista de espécies, número de indivíduos e proporção por tipo de armadilhas iscada (banana fermentada [Ba], fezes humanas [Fe] e carne bovina apodrecida [Ca]) e guilda trófica (GT) de Scarabaeinae coletadas em três diferentes fitofisionomias (FL, floresta; LA, lavoura; CA, campo) no município de Ijuí, Rio Grande do Sul, Brasil, entre setembro e novembro de 2012 (T, total; C, coprófaga; N, necrófaga; G, generalista; S, singleton; D, doubleton).

Espécies	FL			LA			CA			T (%)				GT		
	Ba	Fe	Ca	Ba	Fe	Ca	Ba	Fe	Ca	Ba	%	Fe	%		Ca	%
<i>Canthidium aff. aterrimum</i>	1	18	2	0	21	1	0	24	2	1	1,45	63	91,30	5	7,25	C
<i>Canthidium aff. dispar</i>	5	2	0	0	22	1	1	15	3	6	12,24	39	79,59	4	8,16	G
<i>Canthidium aff. taurinum</i>	1	22	2	0	17	3	3	232	66	4	1,16	271	78,32	71	20,52	G
<i>Canthidium aff. trinodosum</i>	13	278	25	5	167	12	9	466	62	27	2,60	911	87,85	99	9,55	C
<i>Canthidium moestum</i>	8	19	12	3	17	6	0	16	5	11	12,79	52	60,47	23	26,74	G
<i>Canthon aff. fallax</i>	8	57	35	0	147	12	10	583	72	18	1,95	787	85,17	119	12,88	C
<i>Canthon chalybaeus</i>	10	39	135	8	13	96	16	14	56	34	8,79	66	17,05	287	74,16	G
<i>Canthon lividus</i>	50	102	539	1	0	0	0	4	0	51	7,33	106	15,23	539	77,44	G
<i>Canthon luctuosus</i>	2	13	30	0	1	1	1	34	4	3	3,49	48	55,81	35	40,70	G
<i>Canthon mutabilis</i>	0	0	1	3	3	6	1	2	1	4	23,53	5	29,41	8	47,06	G
<i>Canthon ornatus bipunctatus</i>	0	1	1	0	3	0	0	11	6	0	0,00	15	68,18	7	31,82	G
<i>Canthon quinquemaculatus</i>	0	0	20	0	2	4	0	1	3	0	0,00	3	10,00	27	90,00	N
<i>Canthon rutilans</i>	2	81	15	0	13	0	0	5	0	2	1,72	99	85,34	15	12,93	C
<i>Canthon sp.</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0,00	3	100,00	N
<i>Chalcocopriss hesperus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	1	0	0	0	S
<i>Coprophanaeus horus</i>	0	0	0	0	4	1	0	3	0	0	0,00	7	87,50	1	12,50	C
<i>Coprophanaeus milon</i>	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0,00	1	16,67	5	83,33	N
<i>Coprophanaeus saphirinus</i>	6	18	152	0	1	3	0	0	3	6	3,28	19	10,38	158	86,34	N
<i>Deltochilum brasiliense</i>	8	76	125	0	0	0	0	0	0	8	3,83	76	36,36	125	59,81	G
<i>Deltochilum morbiliosum</i>	23	105	428	0	0	0	0	0	0	23	4,14	105	18,88	428	76,98	G
<i>Deltochilum rubripenne</i>	1	37	61	0	0	0	0	0	0	1	1,01	37	37,37	61	61,62	G
<i>Deltochilum sculpturatum</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	D
<i>Dichotomius aff. pygidialis</i>	0	4	0	24	60	25	7	8	1	31	24,03	72	55,81	26	20,16	G
<i>Dichotomius aff. sericeus</i>	3	106	28	23	69	15	5	10	1	31	11,92	185	71,15	44	16,92	G
<i>Dichotomius mormon</i>	0	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0,00	20	95,24	1	4,76	C
<i>Dichotomius nisus</i>	0	5	2	18	60	16	0	27	0	18	14,06	92	71,88	18	14,06	G
<i>Eurysternus aeneus</i>	0	16	1	0	56	0	4	265	6	4	1,15	337	96,84	7	2,01	C
<i>Eurysternus caribaeus</i>	1	350	16	0	1	0	4	7	0	5	1,32	358	94,46	16	4,22	C
<i>Eurysternus parallelus</i>	0	40	6	0	27	1	0	3	0	0	0,00	70	90,91	7	9,09	C
<i>Ontherus sulcator</i>	0	44	2	0	66	1	0	26	4	0	0,00	136	95,10	7	4,90	C
<i>Onthophagus aff. tristis</i>	2	32	5	2	1722	25	3	1065	43	7	0,24	2819	97,24	73	2,52	C
<i>Sulcophanaeus menelas</i>	0	0	0	0	2	1	0	5	1	0	0,00	7	77,78	2	22,22	G
Número de indivíduos	144	1486	1648	87	2495	236	64	2826	339	295	3,16	6807	73,00	2223	23,84	
Número de espécies	17	25	26	9	24	21	12	23	18	21	65,63	30	93,75	31	96,88	

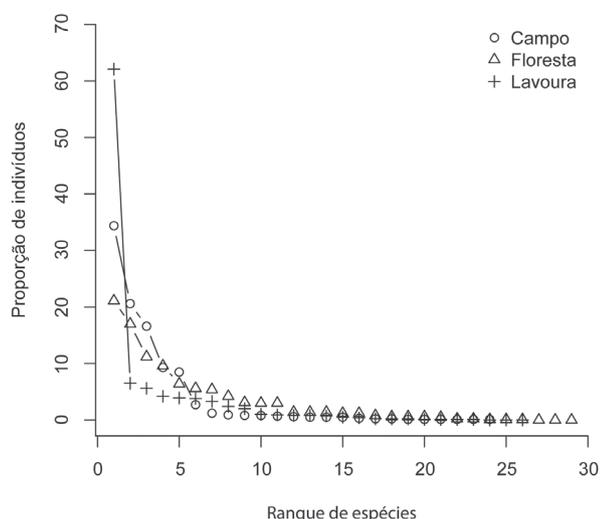


Fig. 3. Distribuição em ranques da abundância proporcional das assembleias de Scarabaeinae amostradas em três fitofisionomias através de armadilhas de solo iscadas no município de Ijuí, Rio Grande do Sul, Brasil, entre setembro e novembro de 2012. A distribuição segue a ordem decrescente de abundância relativa das espécies em cada fitofisionomia.

foram capturadas 16 espécies (50,0%) escavadoras, 13 (40,3%) roadoras e três (9,4%) residentes. Porém, para as fitofisionomias de lavoura e campo a proporção de escavadoras foi sempre superior às demais guildas (53,85% e 54,17%, respectivamente). Na floresta, a proporção de escavadoras e roadoras foi a mesma (44,83%). Em todas as fitofisionomias a guilda das espécies residentes foi sempre menor (10,3%, 11,5% e 12,5% para floresta, lavoura e campo, respectivamente).

Em relação às guildas tróficas, 15 espécies (46,88%) foram classificadas como generalistas, 11 (34,38%) como coprófagas e quatro como necrófagas (12,50%). Nenhuma espécie teve a saprofagia como hábito alimentar principal. Duas espécies não puderam ser enquadradas em nenhuma das categorias tróficas, pois apresentaram número insuficiente de indivíduos, sendo uma *doubleton* (*Deltochilum sculpturatum* Felsche, 1907) e outra *singleton* (*C. hesperus*).

A análise da diversidade realizada através do índice de Shannon-Weaver (Tab. I) mostrou que os maiores valores foram verificados na fisionomia de floresta, seguida por campo e lavoura. A equitabilidade apresentou o mesmo

padrão, indicando que a lavoura possui uma baixa uniformidade na distribuição de abundância das espécies pela ocorrência de espécies dominantes como *O. aff. tristis*, por exemplo. Consequentemente, os maiores índices de dominância de Simpson e de Berger-Parker foram observados também na lavoura, corroborando a menor diversidade e equitabilidade nesta fitofisionomia. A floresta apresentou os menores valores de dominância para ambos os índices. Tais resultados podem ser visualizados pela configuração da distribuição de abundância das espécies de Scarabaeinae pelas diferentes fitofisionomias (Fig. 3).

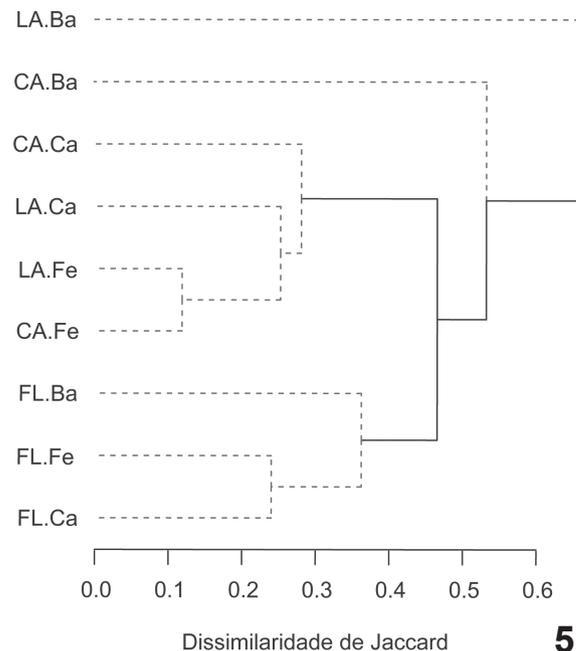
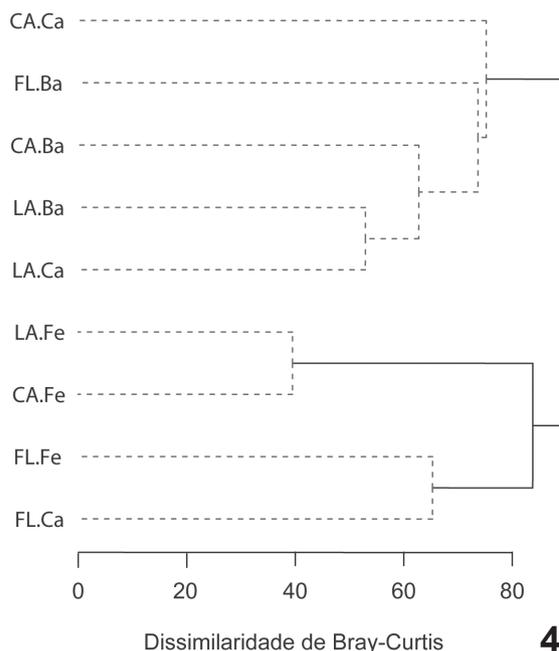
Conforme os valores obtidos pelos estimadores de riqueza (Tab. III), na floresta houve uma captura mínima de 85,72% e máxima de 97,38%, enquanto a lavoura apresentou estimativas entre 82,83% e 95,76% e o campo entre 83,25% e 96,25%. Dessa forma, a estimativa máxima de riqueza de espécies na floresta foi de ~34 espécies, na lavoura de ~31 espécies e no campo de ~29 espécies. As diferenças analisadas através de um teste de Qui-quadrado mostram que os valores estimados para a floresta não foram significativos com nenhum dos três estimadores utilizados.

Nas outras duas fitofisionomias algumas diferenças foram estatisticamente significativas.

A análise de similaridade entre os tipos de iscas utilizando dados de abundância das espécies de Scarabaeinae mostra a formação de três grupos (Figs 4, 5). O grupo de maior similaridade foi entre as armadilhas de fezes na lavoura e no campo, seguido das armadilhas de queda iscadas com fezes e carne na floresta. Os demais tipos de armadilhas formaram um terceiro grupo. Quando foram utilizados dados sobre a composição de espécies, houve a separação em quatro grupos distintos (Figs 4, 5). O grupo de maior similaridade foi representado pelas armadilhas iscadas com carne e fezes humanas na lavoura e no campo. O segundo grupo foi formado por todas as armadilhas da floresta. As armadilhas iscadas com banana fermentada no campo e na lavoura formaram cada uma um grupo distinto. O coeficiente de correlação cofenética foi de 0,88 e 0,85 para o agrupamento qualitativo e quantitativo, respectivamente, o que demonstra a alta representatividade dos dendrogramas formados.

Tab. III. Estimativa da riqueza de espécies (\pm desvio padrão) de Scarabaeinae para as três fitofisionomias amostradas no município de Ijuí, Rio Grande do Sul, Brasil, entre setembro e novembro de 2012. * indicam resultados significativos ($p < 0,05$); ns, não significativo.

	Floresta	Lavoura	Campo
Total observado	29	26	24
Observado médio	22.67 \pm 2.85	18.00 \pm 4.58	17.67 \pm 3.18
Chao 2	31.14 \pm 6.87 ns	31.39 \pm 14.47 *	27.68 \pm 11.51 ns
Jackknife 1	29.78 \pm 3.90 ns	27.15 \pm 5.48 ns	24.94 \pm 4.12 ns
Jackknife 2	33.83 \pm 4.88 ns	30,00 \pm 7.19 *	28.83 \pm 5.22 *



Figs 4, 5. Dendrogramas de dissimilaridade de Bray-Curtis (4) e de Jaccard (5) das assembleias de Scarabaeinae capturadas com armadilhas iscadas com banana fermentada (Ba), fezes humanas (Fe) e carne bovina apodrecida (Ca) nas fitofisionomias de floresta (FL), lavoura (LA) e campo (CA) no município de Ijuí, Rio Grande do Sul, Brasil, entre setembro e novembro de 2012. As linhas pontilhadas evidenciam a formação de grupos estatisticamente diferentes conforme a análise de perfil de similaridade.

DISCUSSÃO

A maioria das espécies registradas já foi citada por outros autores para o Rio Grande do Sul. Pesquisas realizadas na região da Campanha, em diferentes ecossistemas como campo nativo, áreas florestadas e áreas de ecótono de campo e floresta (DA SILVA *et al.*, 2008, 2009, 2012a; AUDINO *et al.*, 2011), apresentaram *Onthophagus aff. hirculus* Mannerheim, 1829, *C. rutilans*, *Ontherus sulcator* (Fabricius, 1775) e *C. ornatus bipunctatus* como as mais abundantes. Em estudos conduzidos em áreas de campo em Bagé, Rio Grande do Sul, DA SILVA *et al.* (2009, 2012a) registraram 17 e 30 espécies, respectivamente: *O. aff. hirculus*, *C. ornatus bipunctatus* e *Canthidium moestum* Harold, 1867 foram as espécies mais abundantes. Diferentemente, no presente estudo, a fitofisionomia caracterizada como campo apresentou maior abundância de *O. aff. tristis*, *C. aff. fallax* e *C. aff. trinodosum*. Entretanto, tanto neste como nos trabalhos supracitados, destaca-se a maior abundância de espécies coprófagas neste tipo de ecossistema. HALFFTER & MATHEWS (1966) sugeriram que nestes ambientes há um maior número de escarabeíneos coprófagos devido à presença de grandes mamíferos herbívoros, que ofertariam grande quantidade de excremento.

Da mesma forma, estudos realizados na região central do estado em fragmentos de floresta (DA SILVA & DI MARE, 2012; DA SILVA *et al.*, 2012a) apontaram *Canthon latipes* Blanchard, 1845, *C. aff. trinodosum*, *Dichotomius assifer* Eschscholtz, 1822 e *C. chalybaeus* como as mais abundantes. O número de espécies registradas na floresta neste trabalho (29) se assemelha ao verificado por DA SILVA & DI MARE (2012) em fragmentos da Mata Atlântica, em Silveira Martins, região central do estado do Rio Grande do Sul. Estes autores registraram 28 espécies, cujas mais representativas foram *C. latipes*, *C. chalybaeus* e *D. sculpturatum*. A diferença entre este estudo e os demais trabalhos realizados no Rio Grande do Sul, é aproximadamente de 30%, ressaltando provavelmente as diferenças de distribuição geográfica das espécies de Scarabaeinae pelo estado.

A elevada riqueza registrada no ecossistema de floresta pode estar relacionada à presença e/ou maior abundância de diferentes recursos alimentares, como carcaças, frutos em decomposição e excrementos. Dessa forma, a proporção menos desigual do número de indivíduos entre os tipos de iscas na fitofisionomia de floresta sugere que neste tipo de ecossistema a fauna de Scarabaeinae parece apresentar uma composição de espécies onde há um maior número de generalistas em relação ao hábito alimentar (HALFFTER & MATHEWS, 1966). O grande número de generalistas, necrófagos e saprófagos encontrados em ambientes florestais permite uma maior diversidade de espécies nestes ecossistemas. Outro importante fator é a característica estrutural da floresta quando comparada com ambientes abertos. A presença de árvores pode influenciar o microclima do interior da floresta pela retenção dos raios

solares no dossel. Tais aspectos podem ser fundamentais para algumas espécies de Scarabaeinae, as quais são muito sensíveis às mudanças ambientais (HALFFTER & FAVILA, 1993). A presença, neste estudo, de seis espécies de escarabeíneos restritas à fitofisionomia de floresta corrobora a especificidade de habitat de uma parcela das espécies de Scarabaeinae (HALFFTER, 1991).

As coletas de lavoura apresentaram um maior número observado de espécies em relação ao campo nativo. Tais resultados são contraditórios com os de LOPES *et al.* (2011), que encontraram elevada abundância e menor riqueza de espécies de Scarabaeinae em área de pastagem abandonada quando comparada com áreas florestais, e os de ALMEIDA *et al.* (2012), que também observaram uma riqueza de espécies menor em áreas de pastagens exóticas quando comparadas às nativas. A composição de espécies entre lavoura e campo diferiu pela presença de *D. sculpturatum* e *C. milon* somente na primeira fitofisionomia. *Deltochilum sculpturatum* ocorreu também na floresta, sendo *singleton* como na lavoura e *C. milon* foi registrado somente na lavoura. DA SILVA *et al.* (2011) relataram que estas espécies são necrófagas, preferencialmente de áreas campestres; ambas ocorrem com frequência em áreas alteradas no sul do Brasil (DA SILVA *et al.*, 2013). A diferença entre as assembleias da lavoura e do campo pode ter ocorrido devido à variação na distribuição espacial destas espécies ou do recurso alimentar preferencial. Porém, a similaridade na composição de espécies destas duas fitofisionomias foi muito alta e as pequenas diferenças encontradas podem ter acontecido por eventos estocásticos.

Entre as iscas utilizadas para a atração dos escarabeíneos as fezes humanas apresentaram o maior sucesso em relação ao número de indivíduos e a carne apodrecida em relação ao número de espécies. Excrementos de grandes mamíferos são o principal recurso alimentar utilizado pela maioria das espécies de Scarabaeinae (HALFFTER & MATHEWS, 1966; HANSKI & CAMBEFORT, 1991; SIMMONS & RIDSDILL-SMITH, 2011). Contudo, a necrofagia em Scarabaeinae é considerada importante em florestas neotropicais, onde a presença de grandes mamíferos é menor se comparada com áreas abertas (HALFFTER & MATHEWS, 1966). Neste estudo, foram encontradas 16 espécies especialistas (11 coprófagas e quatro necrófagas) e 15 generalistas quanto à alimentação. Dessa forma, assim como verificado neste estudo e em ALMEIDA & LOUZADA (2009) e DA SILVA *et al.* (2012b), parece haver um número maior (ou similar) de espécies de Scarabaeinae especialistas em relação às generalistas. Este padrão vai de encontro à hipótese de que as assembleias neotropicais de Scarabaeinae possuem maior proporção de espécies generalistas (HALFFTER & MATHEWS, 1966; HALFFTER, 1991). De uma forma geral, algumas espécies de Scarabaeinae embora sejam generalistas podem apresentar uma preferência alimentar por determinado tipo de recurso (DA SILVA *et al.*, 2012b). Tanto em relação ao total de indivíduos como em cada fisionomia, observou-se um maior número de espécies escavadoras em relação

às demais guildas. Salienta-se que este padrão, onde há maior número de espécies escavadoras, é comum na região Neotropical (HALFFTER *et al.*, 1992; LOUZADA & LOPES, 1997). A distribuição proporcional das guildas comportamentais parece ser fruto da diversidade local das tribos de Scarabaeinae ocorrentes na Região Neotropical (LOUZADA & LOPES, 1997). Apenas a fitofisionomia de floresta apresentou proporções iguais de escarabeíneos escavadores e roladores, devido à ocorrência restrita de espécies de *Deltochilum* neste tipo de ecossistema. Tal ocorrência possivelmente causou esta diferença, em relação ao recorrente padrão encontrado para a distribuição das guildas comportamentais de Scarabaeinae, que contém espécies que são amostradas com a utilização de armadilhas de queda iscadas. HALFFTER & MATHEWS (1966) salientam que *Deltochilum* é um gênero fundamentalmente necrófago, embora existam algumas espécies copro-necrófagas, e suas espécies habitam preferencialmente o interior de florestas.

Entre as espécies coletadas neste estudo e que apresentaram elevada preferência pelo habitat florestal, destacam-se *Dichotomius mormon* (Ljungh, 1799) que é registrada pela primeira vez para o estado do Rio Grande do Sul (P.G. da Silva, observ. pess.), obtida exclusivamente na floresta, principalmente em armadilhas iscadas com excremento humano. *Canthon lividus* ocorreu no ambiente florestal, sendo capturada principalmente em armadilhas iscadas com carne apodrecida, seguida de fezes humanas, diferentemente dos resultados encontrados por AUDINO *et al.* (2011). O hábito copro-necrófago dessa espécie foi também observado em áreas florestadas por DA SILVA *et al.* (2008, 2009) e AUDINO *et al.* (2011). *Canthon rutilans* também apresentou maior abundância em área de floresta (84,48%) e em armadilhas de fezes humanas, corroborando os dados de DA SILVA *et al.* (2008) e AUDINO *et al.* (2011). *Canthon ornatus bipunctatus* foi capturada principalmente nos ecossistemas campestres, onde apresentou preferência pela isca de fezes humanas, sendo uma espécie comum em áreas com vegetação campestre (DA SILVA *et al.*, 2009).

A análise de dissimilaridade revelou que existe uma diferenciação qualitativa e quantitativa nas assembleias de Scarabaeinae pelas diferentes fitofisionomias amostradas neste estudo. De uma forma geral, a floresta apresentou composição e abundância diferenciadas das demais áreas nos diferentes tipos de iscas utilizados. As armadilhas de carne e fezes na lavoura e no campo revelaram uma composição muito semelhante, embora não tenha se refletido completamente na abundância dos escarabeíneos atraídos a estas iscas nestas fitofisionomias. Nestas áreas, somente as armadilhas iscadas com fezes humanas apresentaram uma alta similaridade em relação ao número de indivíduos. Dessa forma, os ecossistemas florestais possuem uma distribuição mais semelhante quanto à riqueza e abundância de escarabeíneos, diferindo das áreas campestres, naturais ou cultivadas. Nas áreas abertas, porém, há uma composição de espécies copro-necrófagas ou generalistas associadas às iscas de excremento. Estes resultados também mostram a influência do tipo de habitat e da disponibilidade do

recurso alimentar nos diferentes ecossistemas, assim como sugerem HALFFTER & MATTHEWS (1966) e HALFFTER & ARELLANO (2002).

Com base nos dados observados, a fauna de Scarabaeinae amostrada na região noroeste do Rio Grande do Sul revelou diferenças qualitativas e quantitativas em suas assembleias pelas fitofisionomias amostradas. O ambiente florestal abrigou a maior riqueza observada de espécies e uma fração destas é exclusiva deste ambiente e dificilmente ocorre em outros tipos de ecossistemas. Em sua maioria, possui proporção maior de espécies generalistas ou copro-necrófagas em sua composição. Contudo, outra parte desta fauna está adaptada ao ambiente aberto, estando, em grande parte, representada por espécies coprófagas. Dessa forma, o contexto da paisagem é muito importante para a fauna de Scarabaeinae, pois a complementariedade de habitats pode apresentar uma diversidade particular que aumenta a diversidade da paisagem (ALMEIDA & LOUZADA, 2009). Estudos como este, direcionados ao conhecimento da biologia e distribuição de escarabeíneos, são fundamentais para embasar qualquer iniciativa futura de conservação da biodiversidade e de ecossistemas (DA SILVA *et al.*, 2012a) no sul do Brasil.

Agradecimentos. A Dra. Francesca W. Ferreira, Caroline Hartmann, Valdenar Gonçalves, Ronaldo Nunes, Ana Cláudia Escaio e Geodeli Corrêa pelo apoio e auxílio (intelectual e logístico) durante o desenvolvimento deste estudo. Ao Dr. Fernando Vaz de Mello, Universidade Federal de Mato Grosso – UFMG, pela ajuda na identificação de alguns exemplares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S. S. P. & LOUZADA, J. N. C. 2009. Estrutura da comunidade de Scarabaeinae (Scarabaeidae: Coleoptera) em fitofisionomias do Cerrado e sua importância para a conservação. *Neotropical Entomology* **38**:32-43.
- ALMEIDA, S.; LOUZADA, J.; SPERBER, C. & BARLOW, J. 2012. Subtle land-use change and tropical biodiversity: dung beetle communities in Cerrado grasslands and exotic pastures. *Biotropica* **43**(6):704-710.
- AUDINO, L. D.; DA SILVA, P. G.; NOGUEIRA, J. M.; MORAES, L. P. & VAZ-DE-MELLO, F. Z. 2011. Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae) de um bosque de eucalipto introduzido em uma região originalmente campestre. *Iheringia, Série Zoologia* **101**(1-2):121-126.
- BORROR, D. J. & DELONG, D. M. 1988. *Introdução ao Estudo dos Insetos*. 1ed. São Paulo, Edgard Blücher. 633p.
- BOUCHARD, P.; BOUSQUET, Y.; DAVIES, A. E.; ALONSO-ZARAZAGA, M. A.; LAWRENCE, J. F.; LYAL, C. H. C.; NEWTON, A. F.; REID, C. A. M.; SCHMITT, M.; ŚLIPÍŃSKI, S. A. & SMITH, A. B. T. 2011. Family-group names in Coleoptera (Insecta). *ZooKeys* **88**:1-972.
- COLWELL, R. K. 2005. *EstimateS: Statistic estimation of species richness and shared species from samples*. Version 7.0. Disponível em <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS/>>. Acesso em 15.11.2005.
- COSTA LIMA, A. 1952. *Insetos do Brasil. Tomo 7. Coleópteros*. Rio de Janeiro, Escola Nacional de Agricultura, Série didática. 362p.
- DA SILVA, P. G. 2011. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) of two non-native habitats in Bagé, Rio Grande do Sul, Brazil. *Zoological Studies* **50**(5):546-559.
- DA SILVA, P. G. & BOGONI, J. A. 2014. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) attracted to rotten eggs in the Atlantic forest in subtropical southern Brazil. *The Coleopterists Bulletin* **68**(2):339-342.
- DA SILVA, P. G. & DI MARE, R. A. 2012. Escarabeíneos copro-necrófagos (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae) de fragmentos de Mata Atlântica em Silveira Martins, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia* **102**(2):197-205.

- DA SILVA, P. G. & HERNÁNDEZ, M. I. M. 2015. Spatial patterns of movement of dung beetle species in a tropical forest suggest a new trap spacing for dung beetle biodiversity studies. **PLoS ONE** 10(5):e0126112.
- DA SILVA, P. G.; AUDINO, L. D.; NOGUEIRA, J. M.; MORAES, L. P. & VAZ-DE-MELLO, F. Z. 2012a. Escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de uma área de campo nativo no bioma Pampa, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biota Neotropica** 12(3):246-253.
- DA SILVA, P. G.; GARCIA, M. A. R. & VIDAL, M. B. 2008. Besouros copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae stricto sensu) coletados em ecótono natural de campo e mata em Bagé, RS. **Ciência e Natura** 30(2):71-91.
- _____. 2009. Besouros copro-necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae *sensu stricto*) do município de Bagé, RS (bioma Campos Sulinos). **Biociências** 17(1):33-43.
- DA SILVA, P. G.; VAZ-DE-MELLO, F. Z. & DI MARE, R. A. 2011. Guia de identificação das espécies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) do município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biota Neotropica** 11(4):329-345.
- _____. 2012b. Attractiveness of different bait to the Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) in forest fragments in extreme southern Brazil. **Zoological Studies** 51(4):429-441.
- _____. 2013. Diversity and seasonality of Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) in forest fragments in Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 85(2):679-697.
- DAVIS, A. L. V.; SCHOLTZ, C. H. & PHILIPS, T. K. 2002. Historical biogeography of scarabaeine dung beetles. **Journal of Biogeography** 29:1217-1256.
- DOUBE, B. M. 1991. Dung beetle of Southern Africa. In: HANSKI, I. & CAMBEFORT, Y. eds. **Dung beetle ecology**. Princeton, Princeton University Press, p.133-155.
- ESCAIO, A. C.; CORRÊA, G.; LIMA, J. D. N. & COELHO, G. C. 2012. Emergency and growth of *Ateleia glazioveana* Baill. Seedlings in direct sowing in an early secondary succession stage. **Brazilian Journal of Ecology** 1(14):35-41.
- FAVILA, M. & HALFFTER, G. 1997. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. **Acta Zoológica Mexicana** 72:1-25.
- FLECHTMANN, C. A. H. & RODRIGUES, S. R. 1995. Insetos fímicolas associados a fezes bovinas em Jaraguá do Sul/SC. I. Besouros coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae). **Revista Brasileira de Entomologia** 39(2):303-309.
- HALFFTER, G. 1991. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). **Folia Entomológica Mexicana** 82:195-238
- HALFFTER, G. & ARELLANO, L. 2002. Response of dung beetles diversity to human-induced changes in a tropical landscape. **Biotropica** 34(1):144-154.
- HALFFTER, G. & EDMONDS, W. D. 1982. **The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae): An ecologic and evolutive approach**. México D.F. Man and Biosphere Program UNESCO. 177p.
- HALFFTER, G. & FAVILA, M. E. 1993. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analyzing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. **Biology International** 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 forests and derived ecosystems. **Folia Entomológica Mexicana** 84:131-156.
- HALFFTER, G. & MATTHEWS, E. G. 1966. The natural history of dung beetles of the Subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). **Folia Entomológica Mexicana** 12/14:1-312.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T. & RYAN, P. D. 2001. PAST: Palaeontological Statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica** 4(1):9-9.
- HANSKI, I. & CAMBEFORT, Y. 1991. Competition in dung beetles. In: HANSKI, I. & CAMBEFORT, Y. eds. **Dung beetle ecology**. Princeton, Princeton University Press, p.305-329.
- HICKMAN, C. P.; ROBERTS, L. S. & LARSON, A. 2004. **Princípios integrados de Zoologia**. 11ª ed. Rio de Janeiro, Guanabara-Koogan. 872p.
- HOFER, H.; HAMAGARTH, W.; GARCIA, M.; MARTIUS, C.; FRANKLIN, E.; ROMBKE, J. & BECK, L. 2001. Structure and function of soil fauna communities in Amazonian anthropogenic and natural ecosystems. **European Journal of Soil Biology** 37(4):229-235.
- HULBERT, S. H. 1971. Nonconcept of species diversity: A critique and alternative parameters. **Ecology** 52(4):577-586.
- KOLLER, W. W.; GOMES, A.; RODRIGUES, S. R. & GOIOZO, P. F. I. 2007. Scarabaeidae e Aphodiidae coprófagos em pastagens cultivadas em área do cerrado sul-mato-grossense. **Revista Brasileira de Zootecias** 9(1):81-93.
- LARSEN, T. H. & FORSYTH, A. 2005. Trap spacing and transect design for dung beetle biodiversity studies. **Biotropica** 37(2):322-325.
- LOBO, J. M.; MARTÍN-PIERA, F. & VEIGA, C. M. 1988. Las trampas pitfall con sebo, sus posibilidades en el estudio de las comunidades coprófagas de Scarabaeoidea (Col.). I. Características determinantes de su capacidad de captura. **Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol** 25(1):77-100.
- LOPES, J.; KORASAKI, V.; CATELLI, L. L.; MARÇAL, V. V. M. & NUNES, M. P. B. P. 2011. A comparison of dung beetle assemblage structure (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) between an Atlantic forest fragment and adjacent abandoned pasture in Paraná, Brazil. **Zoologia** 28(1):72-79.
- LOUZADA, J. N. C. & LOPES, F. S. 1997. A comunidade de Scarabaeidae copro-necrófagos (Coleoptera) de um fragmento de Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Entomologia** 41(1):117-121.
- MARCHIORI, J. N. C. 2002. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul – Enfoque Histórico e Sistemas de Classificação**. Porto Alegre, EST edições. 118p.
- MARINONI, R. C. 2001. Os grupos tróficos em Coleoptera. **Revista Brasileira de Zoologia** 18(1):205-224.
- MARINONI, R. C.; GANHO, N. G.; MONNÉ, M. L. & MERMUDES, J. R. M.; 2001. **Hábitos alimentares em Coleoptera (Insecta)**. Ribeirão Preto, Holos. 63p.
- MCNEELY, J. A. & SCHERR, S. J. 2009. **Ecoagricultura: alimentação do mundo e biodiversidade**. São Paulo, Senac Editora. 464p.
- MILHOMEM, M. S.; VAZ-DE-MELLO, F. Z. & DINIZ, I. R. 2003. Técnicas de coleta de besouros copronecrófagos no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 38(11):1249-1256.
- NICHOLS, E.; SPECTOR, S.; LOUZADA, J.; LARSEN, T.; AMEZQUITA, S. & FAVILA, M. E. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. **Biological Conservation** 141:1461-1474.
- OLIVEIRA-COSTA, J. 2008. **Entomologia Forense: quando os insetos são vestígios**. 2ed. Campinas, Millenium. 420p.
- R CORE TEAM. 2013. **R: A language and environment for statistical computing**. Austria, Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 10.04.2013.
- RIBEIRO - COSTA, C. S. & ROCHA, R. M. 2006. **Invertebrados: Manual de Aulas Práticas**. 2ed. São Paulo, Holos. 271p.
- SIMMONS, L. W. & RIDSDILL-SMITH, T. J. 2011. Reproductive competition and its impact on the evolution and ecology of dung beetles. In: SIMMONS, L. W. & RIDSDILL-SMITH, T. J. eds. **Ecology and evolution of dung beetles**. Oxford, Blackwell Publishing, p.1-20.
- VAZ-DE-MELLO, F. Z. 2000. Estado de conhecimento dos Scarabaeidae s. str. (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Brasil. In: MARTÍN-PIERA, F.; MORRONE, J. J. & MELIC, A. eds. **Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica**. Zaragoza, Sociedad Entomologica Aragonesa. p.181-195.
- VIEGAS, G.; STENERT, C.; SCHULZ, U. H. & MALTCHIK, L. 2014. Dung beetle communities as biological indicators of riparian forest widths in southern Brazil. **Ecological Indicators** 36:703-710.
- WATERHOUSE, D. F. 1974. The biological control of dung. **Scientific American** 230(3):100-109.