



# Sazonalidade, abundância e biomassa de insetos de solo em uma reserva de Cerrado

Graziella Diogenes Vieira Marques<sup>1</sup> & Kleber Del-Claro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Entomologia/ FFCLRP, Universidade de São Paulo, Av. dos Bandeirantes, 3900.

<sup>2</sup>Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Laboratório de Ecologia Comportamental e de Interações, Cx.P. 593, Cep 38400-902, Uberlândia, MG, Brasil. Tel.fax. 34-32182243 / delclaro@ufu.br

**Abstract. Seasonality, abundance and biomass of soil insects in a reserve of cerrado.** We characterized the insect fauna at soil level depending on seasonality and biomass in a particular cerrado physiognomy (vereda) nearby Uberlândia, Minas Gerais state, Brazil. The insects were sampled with pitfall trap. After selection and organization of data the individuals were weighed to obtain its biomass (gram of dry weight). The Hymenoptera order was the most numerous, followed by Coleoptera, what suggests that factors as sociality and seasonal variation can justify the abundance found in this orders. The order Orthoptera presented the greatest biomass. The variation in the rates of biomass can be due to substitution of species along the year or so by the type of species sampled. Climatic factors were the mainly responsible for an increase at number of insects during the dry season. The variation observed between the dry season and rainy season can be a behavioral answer for exploration of resources of surface or an answer the humidity available.

**Key Words.** Insect fauna; vereda; diversity; pitfall.

**Resumo.** Sazonalidade, abundância e biomassa de insetos de solo em uma reserva de Cerrado. Caracterizamos os insetos de solo em termos de sazonalidade e biomassa em uma fitofisionomia de cerrado (vereda) próxima a Uberlândia, MG. Os insetos foram coletados com armadilhas do tipo pitfall. Depois da seleção e organização dos dados, os indivíduos foram pesados para obter sua biomassa (gramas de peso seco). A ordem Hymenoptera foi a mais numerosa, seguida de Coleoptera, sugerindo que fatores como socialidade e variações sazonais podem justificar a abundância encontrada nestas ordens. A ordem Orthoptera apresentou a maior biomassa. A variação nas taxas de biomassa pode ter ocorrido devido à substituição de espécies ao longo do ano ou então pelo tipo de espécies amostradas. Fatores climáticos foram responsáveis principalmente por um aumento do número de insetos durante a estação seca. A variação observada entre as estações seca e chuvosa pode ser uma resposta comportamental para exploração de recursos de superfície ou uma resposta a umidade disponível.

**Palavras-chave.** Entomofauna, vereda, diversidade, armadilha de solo.

## INTRODUÇÃO

Os insetos fazem parte de um grupo dominante de animais na Terra, ultrapassando em número, todos os outros animais. Sua alta diversidade tem sido atribuída a diversos fatores tais como: tamanho pequeno combinado com um curto tempo de geração, sofisticação neuro-motor e sensorial,

interações com plantas e outros organismos, metamorfose e adultos alados favorecendo a dispersão (GULLAN & CRANSTON, 1994; TRIPLEHORN & JOHNSON, 2005).

Estimativas locais de biodiversidade que não consideram invertebrados omitem o segmento de fauna que mais contribui para os processos essenciais dos ecossistemas (GILLER, 1996; WHITFORD,

1996; WARD & LARIVIÈRE, 2004).

Levantamentos da fauna de invertebrados vêm sendo freqüentemente utilizadas para identificar espécies indicadoras de mudanças ecológicas após perturbações de habitats (MCGEOCH & CHOWN, 1998; ANDERSEN *et al.*, 2004) e que possam ser utilizadas em programas de avaliação, conservação e manejo ambiental (DUFRENE & LEGENDRE, 1997; NIEMI & McDONALD, 2004).

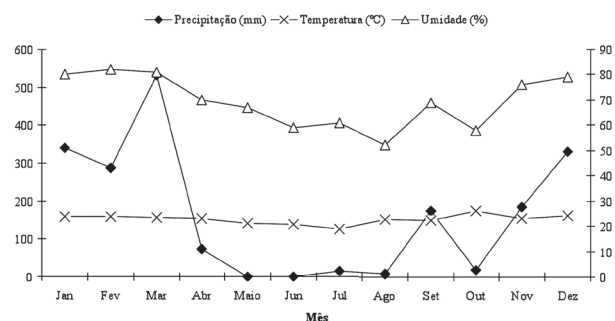
São poucos os trabalhos científicos que abordam a sazonalidade de insetos em ambiente de cerrado (PRICE *et al.*, 1995; PINHEIRO *et al.*, 2002). Porém, o conhecimento de diferentes ordens de insetos é de vital importância, principalmente para a manutenção da biodiversidade (YORK, 1994; ANDERSEN *et al.*, 2004). Visto que insetos compõem principalmente a base da cadeia trófica (GULLAN & CRANSTON, 1994), muitos animais insetívoros encontram no cerrado sua fonte alimentar (MARQUIS *et al.*, 2002; OLIVEIRA & FREITAS, 2004). Além disso, podemos citar como razões pelas quais os invertebrados podem ser úteis como indicadores da condição do ambiente, a abundância relativamente alta e conseqüente importância funcional nos ecossistemas, além do fato de que certos grupos apresentam sensibilidade a modificações na estrutura dos sistemas naturais (WILSON, 1987; YORK, 1994; NIEMI & McDONALD, 2004).

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi determinar a sazonalidade e a biomassa de ordens de insetos terrestres amostrados em uma vereda no domínio dos cerrados do centro-oeste do Brasil.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na área da reserva de Cerrado do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, MG - CCPIU (18° 57' S; 48°12' O). O clima da

região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, caracterizado por estações seca e chuvosa bem definidas (GOODLAND & FERRI, 1979). A área estudada apresenta vegetação de cerrado (sentido restrito), campo sujo e vereda incluindo pequenas manchas de mata mesófila. Quanto à densidade do estrato arbustivo e composição florística, a vegetação do CCPIU é considerada um cerrado típico (SCHIAVINI & ARAÚJO 1989). A vereda constitui-se de estrato herbáceo homogêneo, em solos saturados de água durante a maior parte do ano. Geralmente ocorre nos vales, acompanhando as linhas de drenagem. Os solos são tipicamente hidromórficos, mal drenados e geralmente ácidos (SCHIAVINI & ARAÚJO, 1989).



**Figura 1.** Dados climáticos do ano de 2000 para Uberlândia-MG, mostrando uma estação seca (abril a agosto) e uma chuvosa (setembro a março). Fonte: Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia.

Para a coleta de dados foi utilizada armadilha de solo do tipo pitfall, que é um dos métodos de coleta mais empregados e mais eficientes na captura de invertebrados de solo (GULLAN & CRANSTON, 1994; WARD & LARIVIÈRE, 2004; ARISTOPHANOUS, 2010). Cinco baterias de armadilhas foram construídas e dispostas ao longo da vereda. Cada bateria era constituída por três baldes de 36 centímetros de diâmetro de boca e 35 litros de capacidade, cada um contendo 15 litros

de formol a 10%. Estes baldes foram enterrados, com as bordas mantidas ao nível do solo, e alinhados seqüencialmente e distantes 2,5m uns dos outros. À medida que uma bateria era disposta no local, os baldes eram fechados com tampas, para que, ao final do estabelecimento de todas as baterias, os baldes fossem abertos simultaneamente para o início da amostragem. Sobre os baldes de cada bateria, armou-se uma rede de oito metros de comprimento e 50 centímetros de altura. Sendo que porções de cinco centímetros (5cm) foram enterradas e fixadas por meio de estacas distribuídas eqüitativamente entre os baldes. Esta rede tinha como finalidade interceptar insetos que eventualmente estivessem sobrevoando o local.

A amostragem dos insetos ocorreu de janeiro a dezembro de 2000, sendo que o intervalo de recolhimento foi semanal durante o verão e quinzenal durante o inverno. Portanto, o tempo de exposição das armadilhas foi de no mínimo uma semana. O material das armadilhas foi recolhido por meio de uma peneira com 15 centímetros de diâmetro e malha de 1,0 mm. Os espécimes foram acondicionados em sacos plásticos identificados por meio de etiquetas colocadas dentro dos mesmos e preservados com o formol da própria armadilha.

Em cada mês foi sorteada uma bateria (dentre as cinco baterias) e dentro desta bateria, um balde foi sorteado (dentre os três baldes) para a triagem. Os insetos foram separados do restante do material, acondicionados em vidros com álcool a 70% e identificados até o nível de ordens, por meio de chaves de identificação (GULLAN & CRANSTON, 1994; TRIPLEHORN & JOHNSON, 2005). Após a contagem do número de indivíduos de cada ordem, os exemplares foram acondicionados em placas de Petri e colocados em estufa a 45°C, durante uma semana. Após esse pe-

ríodo, os insetos foram pesados para a obtenção da biomassa contabilizada em gramas de peso seco.

O monitoramento de fatores climáticos durante o período de estudo foi feito a partir de dados mensais de temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica, relativos ao período de janeiro a dezembro de 2000, obtidos no Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia.

Os dados foram analisados com o auxílio do programa Statistica 6.0. Como os dados seguiram distribuição normal segundo o teste Kolmogorov-Smirnov, utilizou-se o teste paramétrico ANOVA (para medidas repetidas) para verificar se há diferença significativa entre a abundância e a biomassa de insetos ao longo do tempo.

## RESULTADOS

Foram coletados 12.900 insetos, distribuídos em 16 ordens (Tab. 1). Quanto ao número de indivíduos e biomassa, a ordem mais numerosa foi Hymenoptera (56,19%), seguida de Coleoptera (20,58%) e Hemiptera (7,43%). As ordens menos representativas foram Collembola, Diptera e Outras.

A abundância dos insetos variou significativamente ao longo do ano e sofreu influência dos fatores climáticos (Tab. 2). O maior número de insetos coletados foi encontrado entre os meses de março e maio, onde o pico máximo se deu em maio com 2627 insetos (Fig. 2), sendo Hymenoptera a ordem mais capturada (Fig. 3).

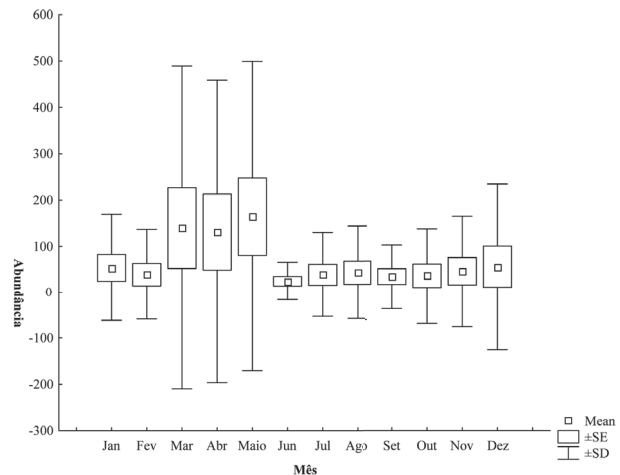
A biomassa total amostrada foi de 62,4740g de peso seco (Tab. 1), dentre as ordens mais representativas estão Orthoptera (51,00%), Coleoptera (26,97%) e Hymenoptera (12,84%) (Fig.4 e 5).

**Tabela 1.** Abundância total e biomassa (peso seco em gramas) de insetos de solo em vereda (cerrado) de Uberlândia-MG, no período de janeiro a dezembro de 2000.

Ordens	Nº de indivíduos	Biomassa (g)
Hymenoptera	7249	8,0232
Coleoptera	2655	16,8469
Hemiptera	958	2,0039
Orthoptera	703	31,8642
Diptera	573	0,2317
Collembola	505	0,0196
Blattaria	99	2,2320
Isoptera	71	0,1810
Lepidoptera	28	0,8724
Neuroptera	14	0,0142
Psocoptera	12	0,0012
Mantodea	11	0,0950
Dermaptera	9	0,0719
Embioptera	6	0,0039
Thysanoptera	6	0,0009
Phasmatodea	1	0,0120
<b>Total</b>	<b>12900</b>	<b>62,474</b>

A biomassa dos insetos variou significativamente ao longo do ano, tendo influência dos fatores climáticos (Tab. 2). Os maiores índices de biomassa situaram-se nos meses de janeiro, maio e novembro, tendo um pico máximo de 18,4541g em maio (Fig. 4). A ordem Orthoptera foi a mais representativa alcançando nestes meses, respectivamente 3,3987g, 13,8406g e 6,7640g de peso seco.

As ordens mais representativas: Hymenoptera, Coleoptera e Orthoptera tanto para o número de insetos quanto para a biomassa sofreram influência dos fatores climáticos (Fig.3 e 5). Nos meses mais frios e secos (junho e julho) observou-se uma baixa frequência, já nos meses mais úmidos e quentes a frequência alcançou os maiores índices (março, abril e maio).



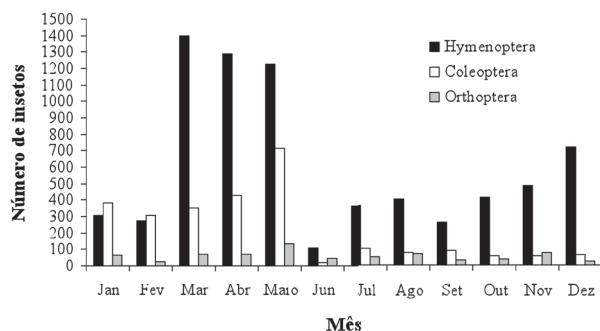
**Figura 2.** Abundância de insetos amostrados ao longo do ano (N=12900) em solo de vereda (cerrado), no ano de 2000. As ordens Hymenoptera (N= 7249) e Coleoptera (N= 2655) foram as mais abundantes. Legenda: Mean = média; SE = erro padrão; SD = desvio padrão.

**Tabela 2.** Análise da abundância e biomassa quanto aos meses (tempo) e fatores climáticos (temperatura, precipitação e umidade) e suas interações pelo teste ANOVA para medidas repetidas. GL = graus de liberdade;  $p < 0,05$  indica diferença significativa.

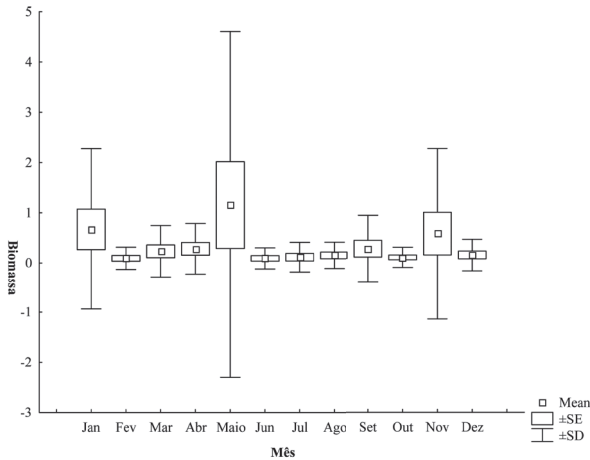
Fator	GL	F	p
Abundância + Mês	70	2,44	0,0001
Abundância + (Mês + Ordens)	70	2,91	0,0001
Biomassa + Mês	6	4,24	0,0005
Biomassa + (Mês + Ordens)	6	2,38	0,0308
Abundância + (Mês + Precipitação)	10	10,09	0,0001
Abundância + (Mês + Temperatura)	6	3,04	0,0073
Abundância + (Mês + Umidade)	11	9,17	0,0001
Biomassa + (Mês + Precipitação)	1	15,06	0,0001
Biomassa + (Mês + Temperatura)	1	515,62	0,0001
Biomassa + (Mês + Umidade)	1	769,22	0,0001

**Tabela 3.** Parâmetros climáticos e número de indivíduos de duas ordens de insetos mais abundantes (Hymenoptera e Coleoptera) e de uma ordem de inseto com maior biomassa em gramas (Orthoptera) em solo de vereda (cerrado), no ano de 2000.

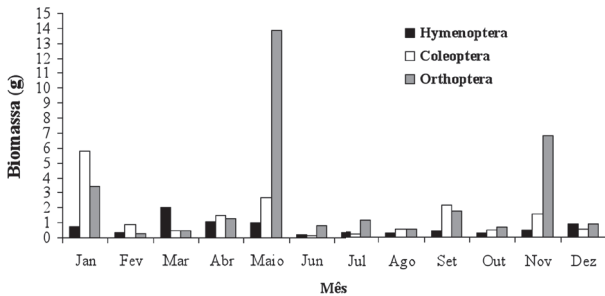
Mês	Nº Indivíduos			Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Precipitação (mm)
	Hym	Coleo	Orth			
Jan	307	381	63	23.7	80	339.4
Fev	272	306	23	24	82	288
Mar	1400	350	68	23.3	81	532.6
Abr	1287	430	73	23	70	72.8
Maio	1226	717	133	21.1	67	0
Jun	111	21	47	20.7	59	0
Jul	362	103	52	18.9	61	14
Ago	404	79	70	22.6	52	7.6
Set	261	89	33	22.5	69	174.7
Out	412	55	41	26	58	16.7
Nov	484	57	77	23.2	76	183.7
Dez	723	67	23	24.1	79	329.7



**Figura 3.** Número de indivíduos de duas ordens de insetos mais abundantes (Hymenoptera e Coleoptera) e de uma ordem de inseto com maior biomassa em gramas (Orthoptera) encontradas ao longo do ano em solo de vereda (cerrado), no ano de 2000.



**Figura 4.** Biomassa de insetos amostrados ao longo do ano (N=62,474g) em solo de vereda (cerrado), no ano de 2000. A ordem com maior porcentagem de biomassa foi a ordem Orthoptera (N=31,8642g). Legenda: Mean = média; SE = erro padrão; SD = desvio padrão.



**Figura 5.** Biomassa de duas ordens de insetos mais abundantes (Hymenoptera e Coleoptera) e de uma ordem de inseto com maior biomassa em grammas (Orthoptera) encontradas ao longo do ano em solo de vereda (cerrado), no ano de 2000.

## DISCUSSÃO

As dificuldades em se comparar resultados de levantamentos de fauna de artrópodos, são devidas principalmente ao uso de métodos diferentes de coleta aplicados a ambientes diversos, onde cada método, em função de suas propriedades, amostra um conjunto diferente de espécies (ROMERO & JAFFÉ, 1989). Além disso, insetos constituem um grupo

muito diversificado e abundante nos ecossistemas o que torna a identificação ao nível de espécies impraticável em diversos estudos faunísticos (ex: DANGERFIELD *et al.*, 2003), inclusive no presente estudo.

Alguns autores têm encontrado abundância total de insetos de solo entre 13.000 e 50.000 indivíduos em variados habitats (THOMAS & MARSHAL, 1999; PINHEIRO *et al.*, 2002; DANGERFIELD *et al.*, 2003, DA SILVA MOÇO *et al.*, 2009). Estes valores sugerem que a vereda estudada no presente estudo, apresenta uma abundância de insetos de solo bastante considerável. As ordens Coleoptera e Hymenoptera são as ordens mais abundantes em diversos tipos de ambientes (DANGERFIELD *et al.*, 2003, Araújo *et al.*, 2009), inclusive no cerrado (Pinheiro *et al.*, 2002). Isto também foi observado no presente estudo. Como PELLENIS & GARAY (1999) destacaram, dois aspectos podem interferir em tais amostragens. O primeiro aspecto diz respeito à socialidade presente em Hymenoptera, especialmente formigas, que justifica sua abundância alcance índices mais elevados que os de outras ordens. Este grupo pode chegar a corresponder 98% do total de insetos sociais presentes em uma amostra de solo (Moço *et al.*, 2009). O segundo trata da variação sazonal que, em Hymenoptera, oscila pouco enquanto que para insetos não sociais, como é o caso de Coleoptera a variação é maior, como foi verificado por Moço *et al.* (2005) e no presente estudo.

Sazonalidade em populações de fauna de solo é comum (WOLDA, 1988; CEPEDA & WHITFORD, 1989). REDDY & VENKATAIAH (1990) mostraram que artrópodos de superfície de solo, capturados em armadilhas do tipo pitfall, apresentam maior abundância na estação chuvosa do que no verão quente e seco, em um habitat de savana semi-árida no sul da Índia. DANGERFIELD (1997) verificou que, em áreas de campos, o

número de insetos é maior na estação chuvosa do que na estação seca. Os resultados obtidos na vereda no presente estudo não acompanharam essa tendência, provavelmente devido às características da vereda (SCHIAVINI & ARAÚJO, 1989; OLIVEIRA-FILHO & RATTER, 2002). Apesar dos insetos estarem adaptados ao solo úmido deste ambiente, eles estariam incapazes de se locomoverem em solos alagados em decorrência da chuva.

O estresse de umidade observado nos meses de junho a agosto é uma característica da vereda (OLIVEIRA-FILHO & RATTER, 2002). O aumento do número de insetos pode ser causado em parte pela migração de alguns grupos para a superfície, em resposta a umidade disponível como notado para mesofauna temperada (HASSAL *et al.*, 1986). Entretanto, isso pode também ser uma resposta comportamental para explorar recursos de superfície, como em milípedes que são ativos sazonalmente (DANGERFIELD & TELFORD, 1991; DANGERFIELD *et al.*, 1993).

Estimativa de biomassa é um importante parâmetro a ser investigado, pois envolve a disponibilidade de recursos entre diferentes níveis tróficos e tem sido utilizada em estudos de populações e de modelos matemáticos (GANIHAR 1997; MARQUIS *et al.*, 2002). Nossos resultados sobre a variação da biomassa nas principais ordens amostradas sugerem que não há uma relação direta com os fatores climáticos. Tal variação pode ser devida à relação de competição entre herbívoros e também a disponibilidade de recursos. Os ortópteros, por exemplo, estão presentes o ano todo, mas seu índice de consumo difere entre diferentes tipos de dietas (ABDEL RAHMAN, 2001). Essa diferença na exploração de recursos e o fato do cerrado ser um ambiente sujeito a variações sazonais podem indicar uma interferência na taxa de consumo ao longo do ano, que por sua vez altera a biomassa acumulada.

A variabilidade na abundância e a composição de espécies em comunidades naturais são provavelmente uma combinação de fatores ao acaso e de restrições determinísticas. Características específicas da história de vida, estrutura de habitat e fatores bióticos influenciam a abundância agindo em conjunto ou separadamente (SIEMANN *et al.*, 1996; JONSEN & FAHRIG, 1997). Frequentemente não é possível estabelecer qual combinação de fatores é mais crítica. O presente estudo mostrou que, no ambiente de cerrado, particularmente em vereda, as ordens Hymenoptera e Coleoptera são mais abundantes na estação seca e que Coleoptera e Orthoptera concentram a maior parcela da biomassa, a despeito de suas densidades.

## CONCLUSÃO

O presente estudo é o primeiro a apresentar uma análise de abundância e biomassa de insetos de solo em vereda no cerrado. As ordens que se destacaram por sua abundância e biomassa no presente estudo foram Hymenoptera (principalmente Formicidae), Coleoptera e Orthoptera, indicando que esses grupos são importantes nos processos ecológicos do cerrado. A partir do conhecimento desses dados, futuras pesquisas podem concentrar seus esforços na busca por respostas às questões ainda não investigadas aqui e que surgem após estas primeiras análises, tais como: comparação desses resultados (em vereda) com outras fitofisionomias de cerrado, relação de abundância e biomassa dentro das ordens amostradas e sua relação com os fatores climáticos, padrões de ocupação de nichos ao longo do ano, comparação entre abundância e biomassa entre insetos de solo e de vegetação, entre outras possibilidades.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Prof. Dr. Ariovaldo Giaretta pela disponibilização do material para análise. À Universidade Federal de Uberlândia e o Laboratório de Ecologia Comportamental e de Interações (LECI) pela infraestrutura. À Fapemig (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais), por apoio financeiro, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado de G. D. V. Marques e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de pesquisador a K. Del Claro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDEL RAHMAN, K.M. 2001. Food Consumption and Utilization of the Grasshopper *Chrotogonus lugubris* Blanchard (Orthoptera, Acridoidea, Pyrgomorphidae) and Its Effect on the Egg Deposition. **Journal of Central European Agriculture 2**: 265-270.
- ANDERSEN, A.N.; FISCHER, A.; HOFFMANN, B.D.; READ, J.L. & RICHARDS, R. 2004. Use of Terrestrial Invertebrates for Biodiversity Monitoring in Australian Rangelands, with Particular Reference to Ants. **Austral Ecology 29**: 87-92.
- ARAUJO, K.D.; DANTAS, R.T.; VIANA, E.P.T.; PARENTE, H.N. & ANDRADE, A.P. 2009. Grupos taxonômicos da macro e mesofauna edáfica em área de caatinga. **Revista Verde 4**: 122 -130.
- ARISTOPHANOUS, A. 2010. Does your preservative preserve? A comparison of the efficacy of some pitfall trap solutions in preserving the internal reproductive organs of dung beetles. **ZooKeys 34**: 1-16.
- CEPEDA, J.G. & WHITFORD, W.G. 1989. The relationship between abiotic factors and the abundance patterns of soil microarthropods on a desert watershed. **Pedobiologia 33**: 79-86.
- DANGERFIELD, J.M. 1997. Abundance and diversity of soil macrofauna in northern Botswana. **Journal of Tropical Ecology 13**: 527-538.
- DANGERFIELD, J.M. & TELFORD, S.R. 1991. Seasonal activity patterns of julid millipedes in Zimbabwe. **Journal of Tropical Ecology 7**: 281-285.
- DANGERFIELD, J.M.; MILNER, A.E. & MATTHEWS, R. 1993. Seasonal activity patterns and behaviour of juliform millipedes in south-eastern Botswana. **Journal of Tropical Ecology 8**: 451-464.
- DANGERFIELD, J.M.; PIK, A.J.; BRITTON, D.; HOLMES, A.; GILLINGS, M.; OLIVER, I.; BRISCOE, D. & BEATTIE, A.J. 2003. Patterns of invertebrate biodiversity across a natural edge. **Austral Ecology 28**: 227-236.
- DUFRENE, M. & LEGENDRE, P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs 6**: 345-66.
- GANIHAR, S.R. 1997. Biomass estimates of terrestrial arthropods based on body length. **Journal of Biosciences 22**: 219-224.
- GILLER, P.S. 1996. The diversity of soil communities: the 'poor man's tropical rainforest. **Biodiversity Conservation 5**: 135-68.
- GOODLAND, R. & FERRI, M.G. 1979. **Ecologia do Cerrado**. São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 196p.
- GULLAN, P.J. & CRANSTON, P.S. 1994. **The insects: an outline of entomology**. London, Chapman & Hall, 491p.
- HASSAL, M.; VISSER, S.I. & PARKINSON, D. 1986. Vertical migration of *Onychiurus subtenuis* (Collembola) in relation to rainfall and microbial activity. **Pedobiologia 29**: 175-182.



- JONSEN, I.D. & FAHRIG, L. 1997. Response of generalist and specialist insect herbivores to landscape spatial structure. **Landscape Ecology** **12**: 185–197.
- MARQUIS, R.J.; MORAIS, H.C. & DINIZ, I.R. 2002. Interactions among Cerrado Plants and their Herbivores: Unique or Typical?, p. 306-328. In: Oliveira, P. S. & R.J. Marquis (eds.). **The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**. New York, Columbia University Press, 424p.
- MCGEOCH, M.A. & CHOWN, S.L. 1998. Scaling up the value of bioindicators. **Trends in Ecology and Evolution** **13**: 46-47.
- MOÇO, M.K.S.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; MACHADO, R.C.R. & BALIGAR, V.C. 2009. Soil and litter fauna of cacao agroforestry systems in Bahia, Brazil. **Agroforest Systems** **76**: 127–138.
- MOÇO, M.K.S.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C. & CORREIA, M.E.F. 2005. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* **29**: 555-564.
- NIEMI, G.J. & McDONALD, M.E.. 2004. Application of Ecological Indicators. **The Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics** **35**: 89–111.
- OLIVEIRA, P.S. & FREITAS, A.V.L. 2004. Ant-Plant-Herbivore Interactions in the Neotropical Cerrado Savanna. **Naturwissenschaften** **91**: 557-570.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. & RATTER, J.A. 2002. Vegetation Physiognomies and Woody Flora of the Cerrado Biome, p. 91-120. In: OLIVEIRA, P. S. & R.J. MARQUIS (eds.). **The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**. New York, Columbia University Press, 424p.
- PELLENS, R. & GARAY, I. 1999. A comunidade de macroartrópodos edáficos em uma plantação de *Coffea robusta* Linden (Rubiaceae) em uma floresta primária em Linhares, Espírito Santo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **16**: 245-258.
- PINHEIRO, F.; DINIZ, I.R.; COELHO, D. & BANDEIRA, M.P.S. 2002. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. **Austral Ecology** **27**: 132-136.
- PRICE, P.W.; DINIZ, I.R.; MORAIS, H.C. & MARQUES, E.S.. 1995. The abundance of insect herbivore species in the tropics: The high richness of rare species. **Biotropica** **27**: 468-478.
- REDDY, M.V. & VENKATAIAH, B.. 1990. Seasonal abundance of soil-surface arthropods in relation to some meteorological and edaphic variables of the grassland and tree-planted areas in a tropical semi-arid savanna. **International Journal of Biometeorology** **34**: 49-59.
- ROMERO, H. & JAFFÉ, K. 1989. A comparison of methods for sampling ants (Hymenoptera, Formicidae) in Savannas. **Biotropica** **21**: 348-352.
- SCHIAVINI, I. & ARAÚJO, G.M. 1989. Considerações sobre a Vegetação da Reserva Ecológica do Panga (Uberlândia). **Sociedade & Natureza** **1**: 61-66.
- SIEMANN, E.; TILMAN, D. & HAARSTAD, J. 1996. Insect species diversity, abundance and body size relationships. **Nature** **380**: 704-706.
- THOMAS, C.F.G. & MARSHALL, E.J.P.. 1999. Arthropod abundance and diversity in differently vegetated margins of arable fields. **Agriculture, Ecosystems and Environment** **72**: 131–144.
- TRIPLEHORN, C.A. & JOHNSON, N.F. 2005. **Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects**, 7<sup>a</sup> ed., Belmont (CA), Brooks Cole, 864p.
- WARD, D.F. & LARIVIÈRE, M.-C. 2004. Terrestrial invertebrate surveys and rapid biodiversity assessment in New

Zealand: lessons from Australia. **New Zealand Journal of Ecology** **28**: 151-159.

WHITFORD, W.G. 1996. The importance of the biodiversity of soil biota in arid ecosystems. **Biodiversity Conservation** **5**: 185-95.

WILSON, E.O. 1987. Causes of ecological success: the case of the ants. **Journal of Animal Ecology** **56**: 1-9.

WOLDA, H. 1988. Insect seasonality: Why? **Annual Review of Ecology and Systematics** **19**: 1-18.

YORK, A. 1994. The long-term effects of fire on forest ant communities: management implications for the conservation of biodiversity. **Memoirs of the Queensland Museum** **36**: 231-39.

**Recebido:** 11/03/2010

**Revisado:** 28/05/2010

**Aceito:** 22/06/2010