



Diversidade de insetos em diferentes tipos de borda em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista

Insect diversity in different types of edge in an Ombrophilous Mist Forest fragment, Brazil

Carlos Eduardo Copatti ^{a,1}
Fabiana Morás Gasparetto ^b

Resumo

O trabalho objetivou verificar a existência de efeito de borda para riqueza, diversidade e distribuição de entomofauna em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Campos Borges/RS. As coletas foram realizadas mensalmente entre 11/2008 e 04/2009 em quatro ambientes distintos: centro do fragmento florestal, borda fragmento florestal-estrada, borda fragmento florestal-banhado e borda fragmento florestal-lavoura. As coletas foram realizadas através de armadilhas do tipo "pit-fall" que permaneceram no ambiente por 24 h. Foram identificados 5.826 indivíduos e 78 famílias. Formicidae foi a família mais abundante com 2.089 indivíduos (35,86%). Não ocorreram diferenças significativas para diversidade, riqueza e distribuição da entomofauna entre os meses e os ambientes de coleta. Conclui-se que não ocorreu efeito de borda.

Palavras-chave: fragmento florestal, entomofauna, efeito de borda.

Abstract

The work aimed to verify the existence of edge effect for richness, diversity and distribution of entomofauna in an Ombrophilous Mist Forest fragment in Campos Borges/RS. The samples were performed monthly between 11/2008 and 04/2009 in four different environments: forest fragment center, forest fragment-way edge, forest fragment-wetland edge and forest fragment-agriculture edge. The samples were made through pit-fall model traps which conditioned in the environment for 24 h. It was identified 5,826 individuals and 78 families. Formicidae was more abundant families with 2,089 individuals (35.86%). There were no significant differences for diversity, richness and distribution of entomofauna between months and collecting sites. It is concluded that there was no edge effect.

Keywords: forest fragment, entomofauna, edge effect.

^a Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia;

^b Curso de Ciências Biológicas, Universidade de Cruz Alta;

¹ Autor para correspondência (*Author for correspondence*): Carlos Eduardo Copatti E-mail: carloseduardocopatti@yahoo.com.br - Instituto de Biologia, Departamento de Zoologia, Universidade Federal da Bahia, Rua Barão de Geremoabo, 147 - Campus de Ondina CEP: 40170-290 Salvador - Bahia.



Introdução

Nos últimos anos tem se observado um aumento da fragmentação de áreas florestais, a qual pode levar ao efeito de borda, que segundo Murcia (1995), tende a alterar a distribuição, o comportamento e a sobrevivência de espécies. Assim, espécies raras e com pequena área de distribuição, ou muito especializadas, parecem ser mais suscetíveis a tais efeitos (TURNER, 1996). Ambientes com efeito de borda diferem enormemente de ambientes centrais em fragmentos florestais, pois como bordas são muito mais iluminadas, expõem extremos microclimáticos e estresse biótico (LAURANCE et al, 2002). Muitas espécies evitam habitats com efeito de borda (TABARELLI et al, 2010), enquanto outras parecem proliferar em consequência de menor predação e/ou aumento de recursos disponíveis (WIRTH et al, 2008). Dessa forma, as bordas podem influenciar substancialmente o comportamento, especialmente padrões de dispersão (STRAYER et al, 2003).

A fragmentação de ecossistemas indica efeito de borda na comunidade de artrópodos dentro de fragmentos de habitat (LAURANCE et al, 2002). Efeitos de borda ao longo de áreas de conservação ambiental podem ser desejáveis, pois reforçam a diversidade de artrópodos nas regiões vizinhas (ALBRECHT et al, 2010). Insetos e outros invertebrados aumentam sua diversidade e abundância quanto mais próximos da área de borda (DIDHAM, 1997). Muitas espécies de insetos podem responder diretamente a mudanças microclimáticas e isso pode modificar a composição da comunidade em ambientes de borda (JOKIMÄKI et al, 1998), resultando em diferentes taxa de herbivoria ao longo do gradiente de borda (DIDHAM et al., 1996, MEINERS; HANDEL.; PICKETT, 2000). A composição típica da fauna de insetos em cada região parece responder diferencialmente à área, distúrbios e vários fatores micro-ambientais, em parte devido às diversas espécies comuns ou dominantes e à presença de distintos recursos das plantas (BROWN JR; FREITAS, 2002). Insetos geralmente apresentam elevadas densidades populacionais e diversidade, além de grande variedade de respostas à qualidade e à quantidade de recursos disponíveis, desempenhando importante papel no funciona-

mento dos ecossistemas, atuando como predadores, parasitas, detritívoros, polinizadores etc, dentro de intrincadas redes tróficas. De acordo com Golden e Crist (1999), insetos generalistas são frequentemente capazes de usar diferentes tipos de habitat ou distintas porções de um habitat (borda e interior) com eficiência.

A araucária (*Araucaria angustifolia*. Bertol. Kuntze) classifica determinadas formações da Mata Atlântica como Floresta Ombrófila Mista (MEDEIROS; SAVI; BRITO, 2005), uma região fitogeográfica singular encontrada no sul do Brasil. O objetivo deste trabalho foi verificar a existência do efeito de borda para riqueza, diversidade e composição de espécies de entomofauna em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no sul do Brasil.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista de 5,88 ha, sob as coordenadas geográficas: 28°54'46"S, 52°56'93"W e altitude de 529 m, em Campos Borges, RS. A área do fragmento é circundada por estrada, banhado e lavoura com cultivo da soja alternada com trigo. Além da araucária, as principais espécies arbóreas encontradas no fragmento são: caroba (*Jacaranda micrantha* Cham.), angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan), canela (*Ocotea* sp.), camboatá (*Matayba elaeagnoides* Radlk.), guajuvira (*Patogonula americana* L.), cabreúva-parda (*Myrocarpus frondosus* Allemão), cedro (*Cedrela fissilis* Vell.), coqueiro-jerivá (*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman), ipê amarelo (*Tabebuia alba* (Cham.) Sandwith), pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), branquilho (*Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs) e urtiga (*Urera baccifera* (L.) Gaudich.).

Para a amostragem, foram realizadas transecções em quatro ambientes (Figura 1): (1) borda entre fragmento florestal e estrada; (2) borda entre fragmento florestal e banhado; (3) borda entre fragmento florestal e lavoura e; (4) centro do fragmento florestal. A distância entre a transecção do centro do fragmento florestal para os demais ambientes variou entre 100 e 110 m. Em cada transecção foram colocados 10 "pit-falls" com capacidade de 500 mL ao nível do solo, distantes 2 m entre si,

com solução 99% água, 1% formaldeído a 4,0% e 2 gotas de detergente para 1 L de solução. As armadilhas permaneceram no campo por 24 h para seis coletas mensais entre novembro de 2008 e abril de 2009. Os insetos foram identificados ao nível de família (BORROR; DeLONG, 1988) após procedimento de triagem no Laboratório de Entomologia

da Universidade de Cruz Alta, Cruz Alta/RS.

A diversidade de Shannon-Wiener (H') e a equitabilidade de Pielou (J'), bem como o dendo-grama de porcentagem de similaridade de Bray-Curtis, foram calculadas com auxílio do programa BioDiversity Pro (McALEECE et al, 1997). Para comparação de riqueza de famílias e abundância



Figura 1. Borda entre fragmento florestal e estrada (A); borda entre fragmento florestal e banhado (B) e; borda entre fragmento florestal e lavoura (C), Campos Borges/RS, 11/2008-04/2009.

de indivíduos entre os ambientes ou meses de coleta procedeu-se de acordo com ANOVA, seguida de Teste de Tukey ($p < 0,05$), com auxílio do programa Statistica (versão 5.0, 1997).

Resultados e Discussão

Ao todo, foram coletados 5.826 insetos pertencentes a 78 famílias (Tabela 1). Não ocorreram di-

ferenças significativas para riqueza de famílias ou número de indivíduos entre os ambientes amostrados. O total de famílias em 11 e 12/2008 e 01, 02, 03 e 04/2009 foi, respectivamente, 31, 41, 39, 35, 39 e 43. Já o total de indivíduos para os mesmos períodos foi, respectivamente, 689, 1009, 930, 1100, 1167 e 932. Não ocorreram diferenças significativas entre os meses investigados tanto para riqueza de famílias, quanto para abundância de indivíduos.

Tabela 1. Entomofauna em fragmento de Floresta Ombrófila Mista, Campos Borges/RS, 11/2008-04/2009. BB = Borda-Banhado. BL = Borda-Lavoura. BE = Borda-Estrada. CM = Centro Mata.

Taxa	Família	BB	BL	BE	CM	Total
Diptera	Tipulidae	23	06	05	32	66
	Drosophilidae	03	-	-	01	04
	Muscidae	145	130	105	201	581
	Phoridae	127	123	48	695	993
	Heleomyzidae	107	98	81	138	424
	Dixidae	01	04	-	-	05
	Calliphoridae	07	07	28	06	48
	Chironomidae	01	01	11	-	13
	Tephritidae	01	04	02	41	48
	Tabanidae	03	04	01	11	19
	Dolichopodidae	-	03	-	-	03
	Mycetophilidae	37	13	08	56	114
	Bibionidae	23	04	05	12	44
	Ephydriidae	-	-	01	-	01
	Tachinidae	18	09	01	01	29
	Stratiomyidae	09	07	16	24	56
	Sciomyzidae	-	-	-	04	04
	Simuliidae	03	05	02	03	13
	Asilidae	-	06	-	01	07
	Culicidae	01	-	-	-	01
Ceratopogonidae	-	01	-	-	01	



(Tabela 1. - continuação)

Taxa	Família	BB	BL	BE	CM	Total	
Coleoptera	Scirtidae	02	04	01	02	09	
	Carabidae	15	14	32	50	111	
	Dryopidae	44	19	28	49	140	
	Dytiscidae	01	-	01	-	02	
	Scarabaeidae	34	16	21	28	99	
	Curculionidae	-	-	01	03	04	
	Chrysomelidae	02	03	09	08	22	
	Elmidae	-	-	02	01	03	
	Bostrichidae	-	-	-	01	01	
	Haliplidae	-	-	-	02	02	
	Coccinellidae	03	01	09	03	16	
	Cerambycidae	05	13	10	06	34	
	Elateridae	01	01	01	02	05	
	Dermostidae	32	30	24	58	144	
	Curculionidae	02	03	02	04	11	
	Histeridae	01	-	-	02	03	
	Hydrophilidae	-	02	01	-	03	
	Staphylinidae	-	06	-	-	06	
	Lepidoptera	Noctuidae	-	04	03	-	07
		Hesperiidae	02	-	04	-	06
Papilionidae		02	01	02	-	05	
Zygaenidae		01	01	-	-	02	
Apatelodidae		01	02	-	02	05	
Megalopygidae		01	-	-	-	01	
Saturniidae		05	-	01	-	06	
Notodontidae		01	-	01	-	02	
Nymphalidae		08	09	02	02	21	
Cossidae		02	-	01	-	03	
Coleophoridae		-	-	-	01	01	
Heliozelidae		-	-	-	01	01	
Pieridae		-	02	01	-	03	
Riodinidae		01	-	-	-	01	
Hymenoptera		Formicidae	522	730	432	405	2089
	Tenthredinidae	-	01	03	-	04	
	Apidae	03	03	02	05	13	
	Pimplidae	-	01	01	01	03	
	Pteromalidae	-	-	-	01	01	
	Tiphiidae	-	03	03	03	09	
	Tenthredinidae	-	02	01	-	03	
	Mymaridae	-	05	01	-	06	
	Sphecidae	03	-	02	04	09	
	Dermaptera	Labiduridae	95	25	14	123	257
Forficulidae		-	07	-	-	07	
Orthoptera	Tettigoniidae	14	27	25	09	75	
	Acrididae	01	15	04	-	20	
	Gryllidae	33	39	15	14	101	
Hemiptera	Pentatomidae	03	03	02	-	08	
	Mesoveliidae	01	-	01	-	02	
	Nabidae	02	02	04	01	09	
	Reduviidae	-	01	-	-	01	
Homoptera	Cicadellidae	02	-	02	-	04	
	Cercopoidea	-	01	-	01	02	
Blattaria	Blattellidae	-	06	13	18	37	
	Blattidae	-	01	-	-	01	
Siphonaptera	Tungidae	05	02	01	02	10	
Odonata	Coenagrionidae	01	-	-	-	01	
	Odonidae	-	-	01	-	01	
Total		1360	1430	998	2038	5826	



Ao todo, foram identificadas 11 ordens, com destaque para Diptera (2.474 indivíduos e 21 famílias), Hymenoptera (2.137 indivíduos e nove famílias), Coleoptera (618 indivíduos e 18 famílias) e Lepidoptera (64 indivíduos e 14 famílias). Dentre as famílias, Formicidae foi a que apresentou o maior número de indivíduos, com 2.089 representantes (35,86%) (Tabela 1). Três famílias da ordem Diptera também se destacaram em abundância: Phoridae (993 indivíduos; 17,04%), Muscidae (581 indivíduos; 9,97%) e Helioomyzidae (424 indivíduos; 7,28%) (Tabela 1).

Treze famílias se caracterizaram por apresentar apenas um indivíduo: Dolichopodidae, Ephydriidae e Ceratopogonidae (Diptera), Bostrichidae (Coleoptera), Mealopygidae, Riodinidae, Coleophoridae e Heliozelidae (Lepidoptera), Pteromalidae (Hymenoptera), Reduviidae (Hemiptera), Blattidae (Blattaria), Coenagrionidae e Odonidae (Odonata) (Tabela 1). Duarte (2004), ao analisar um fragmento de mata com araucária, verificou que fragmentos pequenos e mais alterados sofrem uma redução acentuada na abundância de diversos grupos da fauna do solo e, paralelamente, processa-se um aumento da abundância de grupos mais tolerantes. Neste sentido, é possível que os grupos menos representativos do presente estudo sejam eliminados na medida em que a disponibilidade de recursos reduza, favorecendo organismos melhores competidores por recursos escassos.

A riqueza de famílias para Borda-Banhado, Borda-Lavoura, Borda-Estrada e Centro do fragmento florestal foi, respectivamente, 51, 54, 55 e 47, as quais não diferiram estatisticamente. As ausências de dife-

renças evidentes para riqueza de famílias ou número de indivíduos entre as áreas de borda e o centro do fragmento deste estudo evidenciam que não há efeito de borda. Laurance et al. (2002) enfatiza que efeitos de borda são por vezes evidentes até 500 m para dentro da floresta, reduzindo seu efeito potencial à medida que a distância entre centro e borda é reduzida. Em nosso estudo, a distância do centro do fragmento para as áreas de borda foi inferior a 110 m, corroborando a informação de Laurance et al. (2002), onde a distância entre centro e borda é insuficiente para apresentar diferenças significativas na composição da entomofauna. O tamanho da área é mais importante que o efeito de borda criado pela fragmentação na predição de respostas da comunidade de artrópodos (WITH; PAVUK, 2011).

Apesar da pequena área arborizada, a riqueza variou entre 47 e 55 famílias nos ambientes deste estudo (considerando os seis meses de amostragem). Além disso, para as coletas mensais em cada ambiente, o número de famílias sempre foi superior a 31. A presença de uma maior riqueza indica que a área pode comportar a comunidade de insetos por oferecer uma estrutura física com formação de diferentes microhabitats (LEIVAS; FISCHER, 2008), o que, neste estudo, é resultante de ambientes lindeiros de usos agrícolas, estradas ou banhados; além de ser um refúgio importante, uma vez que áreas de extensa composição florestal são ausentes em Campos Borges/RS.

A ausência de efeito de borda também é confirmada pela diversidade H' , equitabilidade J' e dominância (Tabela 2). Uma vez que a área analisada

Tabela 2. Diversidade de Shannon (H'), equitabilidade de Pielou (J') e dominância (k) da entomofauna em fragmento de Floresta Ombrófila Mista, Campos Borges/RS, 11/2008-04/2009. BB = Borda-Banhado. BL = Borda-Lavoura. BE = Borda-Estrada. CM = Centro Mata.

Valores	BB	BL	BE	CM
H'	1,04	0,92	1,05	1,00
J'	0,61	0,53	0,60	0,60
k (%)	38,38	51,05	43,29	34,10

consta de um pequeno fragmento florestal, com ambientes muito próximos, o fluxo de organismos tende a ser constante entre os mesmos, estabelecendo uma relação uniforme entre a oferta de recursos e a ocupação de nichos tróficos e, por consequência, mantendo

uma diversidade equilibrada entre os ambientes.

Formicidae foi o táxon dominante em todos os ambientes, mas apenas para Borda-lavoura apresentou dominância superior a 50,00% (Tabela 2), o que contribuiu para a redução da uniformidade e da di-

versidade deste ambiente; porém, ainda assim, não foi estatisticamente diferente das demais áreas de estudo. A dominância de Formicidae pode estar relacionada a uma maior oferta de recursos alimentares resultantes da heterogeneidade de habitats das áreas de borda. De acordo com Silva et al. (2008), a macrofauna é fortemente influenciada pelas práticas agrícolas, principalmente pela perturbação do ambiente físico e pela modificação da quantidade e qualidade da matéria orgânica, as quais modificam a abundância e a diversidade da comunidade. Estudos focados em sistemas de cultivo têm demonstrado que insetos são muito influenciados pela estrutura da paisagem ao longo de um gama de escalas espaciais (TSCHARNTKE et al, 2005). O aumento da abundância e da diversidade de insetos nas bordas de agricultura é muitas vezes atribuído à proximidade com importantes recursos alternativos de outros ambientes (RAND; TYLIANAKIS; TSCHARNTKE, 2006). Contudo para este estudo, este aumento não foi verificado, uma vez que os valores de diversidade foram similares em todos os ambientes investigados.

O aumento da riqueza e da densidade por si só não são necessariamente os fatores mais importantes do efeito de borda, pois a ocorrência de diferentes taxa pode promover funções ecológicas importantes, como polinização e controle de insetos-praga (ALBRECHT et al., 2010). A par disso, Ferraz (2011) alerta que a fragmentação de um habitat aumenta drasticamente a quantidade de margens, criando diferentes microambientes na borda do fragmento e no interior da floresta, gerando uma área de transição abrupta entre a floresta e o habitat circundante. A degradação excessiva do ambiente natural também

interfere na distribuição da entomofauna (SOARES; COSTA, 2001), onde não apenas a fragmentação da área, mas também usos antrópicos em seu entorno podem ter contribuído com a dominância de Formicidae, especialmente para Borda-Lavoura (Tabela 2).

Almeida, Ribeiro-Costa e Marinoni (1998) afirmam que ambientes centrais abrigam alta diversidade de insetos, já que são mais florestadas e consequentemente possuem uma maior biomassa de serapilheira, disponibilizando maior oferta de recursos. Porém neste estudo ficou claro que devido às dimensões reduzidas do fragmento, não existem diferenças significativas entre o centro e as áreas de borda para diversidade ou distribuição da entomofauna. Em outros trabalhos, o que se verifica é uma maior diversidade em ambientes mais estáveis, geralmente de mata nativa. Uma maior diversidade, uniformidade e riqueza de artrópodes foi verificados em fragmento de Floresta Estacional Semi-decidual por Ferreira e Marques (1998) e Copatti e Daudt (2009) em comparação com monocultura de *Eucalyptus* sp. (Rio Doce/MG) (L'Hér.) e *Pinus elliottii* (Engelm.) (Jaguari/RS), respectivamente, e por Dionísio et al. (2012) em fragmento de Floresta Subtropical Perenifólia em comparação com monocultura de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) (Colorado/PR). Da Silva, Garcia e Vidal (2008) verificaram em um ecótono mata e campo em Bagé/RS que a área de mata apresentou maior número de espécies e indivíduos de Scarabaeidae (Coleoptera) do que as áreas de campo e borda.

Por outro lado, Lopes, Blochtein e Ott (2007) verificaram alta diversidade de insetos visitantes florais decorrente do efeito de borda causado pelos talhões

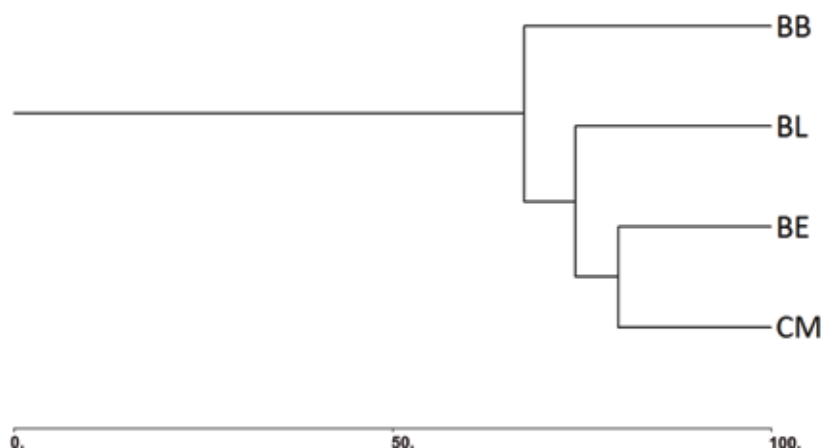


Figura 1. Dendrograma de percentagem de similaridade de Bray-Curtis da entomofauna de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, Campos Borges/RS, 11/2008-04/2009. BB = Borda-Banhado. BL = Borda-Lavoura. BE = Borda-Estrada. CM = Centro Mata.



de *Eucalyptus* sp. (Triunfo, RS). Magura; Tóthmérész e Molnár (2001) argumentam que a diversidade de carabídeos é maior em bordas do que no interior de florestas. Acredita-se que os efeitos de borda são responsáveis por taxas elevadas de oviposição de borboleta em plantas hospedeiras ao longo das bordas do fragmento (COURTNEY; COURTNEY, 1982). O abandono de agroflorestas de café encoraja comunidades de insetos a ocupar bordas de habitat, aumentando a abundância e a diversidade em relação a áreas centrais (RICHTER, 2007). A riqueza e a diversidade para insetos galhadores é maior nas bordas da floresta do que no seu interior devido ao aumento do estresse das plantas e à redução de ataque de inimigos naturais (ARAÚJO et al, 2011; ARAÚJO; ESPÍRITO-SANTO FILHO, 2012).

Os resultados apresentados demonstram a ausência de efeito de borda, o que também é verificado pelo dendograma Bray-Curtis (Figura 1), onde a similaridade entre os ambientes foi de 67,39%. Porém se consideradas apenas as áreas de borda, a similaridade é de 74,13%, tendo Borda-Banhado e Borda-Lavoura a maior similaridade (79,86%).

É possível que ambientes mais estáveis, com maior oferta de habitat e refúgios, sustentem uma maior diversidade de entomofauna. Aumentar a densidade de borda em terras agrícolas, através da preservação e restauração dos habitats naturais, pode promover a diversidade e a abundância de insetos polinizadores (KLEIN; STEFFAN-DEWENTER; TSCHARNTKE, 2003; RICKETTS, 2004; CHACOFF; AIZEN, 2006). Paoletti et al. (1999) avaliaram diferentes ambientes e constataram que insetos e demais representantes do Filo Arthropoda se agrupam de acordo com seu grupo trófico e com os sistemas que lhes disponibilizem melhores condições de manutenção, entretanto, estão fortemente ligados às unidades de paisagem que circundam estes ambientes, evidenciando desta forma, que práticas agroflorestais e conservacionistas devem buscar heterogeneidade nos ambientes periféricos.

Conclusão

Nossos resultados sugerem que muitas das famílias de insetos encontradas têm apresentado tolerância aos efeitos de fragmentação e usos antrópicos, podendo grupos mais raros vir a ser eliminados. Diversidade, riqueza e distribuição da entomofauna não

demonstraram existência de efeito de borda, sendo estas dependentes dos recursos disponíveis no fragmento florestal e seu entorno.

Agradecimentos

Agradecemos a Fabrício Andrei de Abreu Veríssimo pelo auxílio na identificação dos exemplares.

Referências

ALBRECHT, M. et al. Effects of ecological compensation meadows on arthropod diversity in adjacent intensively managed grassland. *Biological Conservation*, New York, v. 143, n. 3, p. 642-649, 2010.

ALMEIDA, L. M.; RIBEIRO-COSTA, C. S.; MARINONI, L. Manual de Coleta, Conservação, Montagem e Identificação de Insetos. Ribeirão Preto: Holos, 1998. 88p.

ARAÚJO W. S. et al. Diversity of galling insects in *Styraxpohlii* (Styracaceae): edge effects and use as bioindicators. *Revista de Biología Tropical*, San José, v. 59, n. 4, p. 1589-1597, 2011.

ARAÚJO W. S.; ESPÍRITO-SANTO FILHO, K. Edge effect benefits galling insects in the Brazilian Amazon. *Biodiversity and Conservation*, New York, v. 21, n. 11, p. 2991-2997, 2012.

BORROR, D. J.; DELONG, D. M. Introdução ao estudo dos insetos. São Paulo: Edgar Blücher, 1988. 635p.

BROWN JR, K. S.; FREITAS, A. V. L. Butterfly communities of urban forest fragments in Campinas, São Paulo, Brazil: structure, instability, environmental correlates, and conservation. *Journal of Insect Conservation*, New York, v. 6, n. 4, p. 217-231, 2002.

CHACOFF, N. P.; AIZEN, M. Edge effects on flower-visiting insects in grapefruit plantations bordering pre montane subtropical forest. *Journal of Applied Ecology*, London, v. 43, n. 1, p. 18-27, 2006.

COPATTI, C. E.; DAUDT, C. R. Diversidade de artrópodes na serrapilheira em fragmentos de mata nativa e *Pinus elliottii*. *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 95-113, 2009.



- COURTNEY, S. P.; COURTNEY, S. The 'edge-effect' in butterfly oviposition: causality in *Anthocharis cardamines* and related species. *Ecological Entomology*, London, v. 7, n. 2, p. 131-137, 1982.
- DA SILVA, P. G.; GARCIA, M. A. R.; VIDAL, M. B. Besouros copro-necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae stricto sensu) coletados em ecótono natural de campo e mata em Bagé, RS. *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 71-91, 2008.
- DIDHAM, R. K. et al. Insects in fragmented forests: a functional approach. *Trends in Ecology and Evolution*, New York, v. 11, n. 6, p. 255-260, 1996.
- DIDHAM, R. K. The influence of edge effects and forest fragmentation on leaf litter invertebrates in central Amazonia. In: LAURANCE, W. F.; BIERRE-GAARD JR, R. O. (Eds). *Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities*. Chicago: University of Chicago Press, 1997. p. 55-70.
- DIONÍSIO, J. A. et al. Macrofauna edáfica em lavou-
ras de cana-de-açúcar e mata no noroeste do Paraná - Brasil. *Semina*, Londrina, v. 33, n. 1 p. 7-18, 2012.
- DUARTE, M. M. Abundância de microartrópodes de solo em fragmentos de mata com araucária no sul do Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, Porto Alegre, v. 94, n. 2, p. 163-169, 2004.
- FERRAZ, A. C. P. Efeitos de borda em florestas tropicais sobre artrópodes, com ênfase nos dípteros cicloraídeos. *Oecologia Australis*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 189-198, 2011.
- FERREIRA, R. L.; MARQUES, M. M. G. S. M. A fauna de artrópodes de serrapilheira de áreas de monocultura com *Eucalyptus* sp. e mata secundária heterogênea. *Anais Sociedade Entomológica Brasil*, Londrina, v. 27, n. 3, p. 395-403, 1998.
- GOLDEN, D. M.; CRIST, T. O. Experimental effects of habitat fragmentation on old-field canopy insects: community, guild and species responses. *Oecologia*, New York, v. 118, n. 3, p. 371-380, 1999.
- JOKIMÄKI, J. et al. Distribution of arthropods in relation to forest patch size, edge, and stand characteristics. *Canadian Journal of Forest Research*, Ottawa, v. 28, n. 7, p. 1068-1072, 1998.
- KLEIN, A. M.; STEFFAN-DEWENTER, I.; TSCHARNTKE, T. Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, London, v. 270, n. 1518, p. 955-961, 2003.
- LAURANCE, W. F. et al. 2002. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation Biology*, Hoboken, v. 16, n. 3, p. 605-618, 2002.
- LEIVAS, F. W. T.; FISCHER, M. L. Avaliação da composição de invertebrados terrestres em uma área rural localizada no município de Campina Grande do Sul, Paraná, Brasil. *Biotemas*, Florianópolis, v. 21, n. 1, p. 65-73, 2008.
- LOPES, L. A.; BLOCHTEIN, B.; OTT, A. P. Diversidade de insetos antófilos em áreas com reflorestamento de eucalipto, Município de Triunfo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, Porto Alegre, v. 97, n. 2, p. 181-193, 2007.
- MAGURA, T.; TÓTHMÉRÉSZ, B.; MOLNÁR, T. Forest edge and diversity: carabids along forest-grassland transects. *Biodiversity and Conservation*, New York, v. 10, n. 2, p. 287-300, 2001.
- McALEECE, N. et al. *Biodiversity Professional Software*. Beta-Version. London: The Natural History Museum and the Scottish Association for Marine Sciences, 1997.
- MEDEIROS, J. D.; SAVI, M.; BRITO, B. F. A. Seleção de áreas para criação de Unidades de Conservação na Floresta Ombrófila Mista. *Biotemas*, Florianópolis, v. 18, n. 1, p. 33-50, 2005.
- MEINERS, S. J.; HANDEL, S. N.; PICKETT, S. T. A. Tree seedling establishment under insect herbivory: edge effects and inter annual variation. *Plant Ecology*, New York, v. 151, n. 2, p. 161-170, 2000.
- MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology &*



Evolution, New York, v. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.

PAOLETTI, M. G. et al. Arthropods as bioindicators in agroecosystems of Jiang Han Plain, Qianjiang City, Hubei China. *Critical Reviews in Plant Sciences*, London, v. 18, n. 3, p. 457-465, 1999.

RAND, T. A.; TYLIANAKIS, J. M.; TSCHARNTKE, T. Spillover edge effects: the dispersal of agriculturally subsidized insect natural enemies into adjacent natural habitats. *Ecology Letters*, Hoboken, v. 9, n. 5, p. 603-614, 2006.

RICHTER, A. et al. Abandonment of coffee agroforests increases insect abundance and diversity. *Agroforestry Systems*, Ohio, v. 69, n. 3, p. 175-182, 2007.

RICKETTS, T. Tropical forest fragments enhance pollinator activity in nearby coffee crops. *Conservation Biology*, London, v. 18, n. 1, p. 1-10, 2004.

SILVA, R. F. da et al. Macrofauna invertebrada do solo em sistema integrado de produção agropecuária no Cerrado. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 30, n. 3, p.725-731, 2008.

SOARES, M. I. J.; COSTA, E. C. Fauna do solo em áreas com *Eucalyptus* spp. e *Pinus elliottii*, Santa Maria, RS. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 11, n. 1,

p. 29-43, 2001.

STRAYER, D. L. et al. A classification of ecological boundaries. *BioScience*, Washington, v. 53, n. 8, p. 723-729, 2003.

TABARELLI, M. et al. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: lessons from aging human-modified landscapes. *Biological Conservation*, New York, v. 143, n. 10, p. 2328-2340, 2010.

TSCHARNTKE, T. et al. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity - ecosystem service management. *Ecology Letters*, Hoboken, v. 8, n. 8, p. 857-874, 2005.

TURNER, I. M. Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. *Journal of Applied Ecology*, London, v. 33, n. 2, p. 200-209, 1996.

WIRTH, R. et al. Plant-herbivore interactions at the forest edge. *Progress in Botany*, New York, v. 69, n. 1, p. 423-448, 2008.

WITH, K. A.; PAVUK, D. M. Habitat area trumps fragmentation effects on arthropods in an experimental landscape system. *Landscape Ecology*, Wolverhampton, v. 26, n. 6, p. 1035-1048, 2011.