

Variação espaço-temporal da abundância de insetos em um fragmento de mata na cidade de Ourinhos (SP)

Spatial-temporal variation of insect abundance in a forest fragment in the city of Ourinhos (SP)

Variación espacio-temporal de la abundancia de insectos en un fragmento de mata en la ciudad de Ourinhos (SP)

Camila Hipólito Bernardo¹

Resumo: A fragmentação de ambientes causa o efeito de borda e promove modificações na estrutura das comunidades influenciando fatores abióticos e bióticos que regulam o ecossistema. Essas modificações também são perceptíveis ao nível dos insetos que têm papel fundamental nos ecossistemas florestais devido sua abundância e diversidade. Foi avaliado a variação espaço-temporal na abundancia de insetos em um fragmento de mata estacional semidecidual pela coleta de insetos em Barracas de Shannon. As coletas foram realizadas no interior e na borda da mata, no período da manhã e da tarde. Uma Análise de Correspondência (CA) foi realizada para verificar se houve diferença na distribuição das ordens dos insetos. Verificou-se maior riqueza e abundância no interior da mata e no período da tarde, e isso ficou evidente na CA. O grupo dos dípteros (Cyclorrapha) revelou ser um modelo adequado para estudos de diversidade e efeito de borda. No entanto, deve-se tomar atenção para a escolha do táxon para a análise de índices de diversidade. Os microhabitats de borda e interior da mata revelaram ser diferentes quanto aos fatores bióticos como temperatura, umidade relativa e ocorrência de ventos, assim como os períodos do dia (manhã e tarde).

Palavras-chave: Fragmentação florestal; Insetos; Diversidade.

Abstract: Fragmentation of environments causes edge effect and promotes modifications in the structure of communities influencing abiotic and biotic factors that regulate the ecosystem. These changes are also perceptible at the level of insects that play a key role in forest ecosystems due to their abundance and diversity. The spatiotemporal variation in insect abundance was evaluated in a semideciduous seasonal forest fragment by insect collection at Shannon Barracks. The collections were carried out in the interior and at the edge of the forest, in the morning and afternoon. A Correspondence Analysis (CA) was performed to verify if there was a difference in the distribution of insect orders. There was greater wealth and abundance within the forest and in the afternoon, and this was evident in the CA. The dipteran group (Cyclorpha) proved to be a suitable model for studies of diversity and edge effect. However, attention should be paid to the choice of taxon for the analysis of diversity indexes. The microhabitats at the edge and inside of the forest revealed to be different as to the biotic factors like temperature, relative humidity and occurrence of winds, as well as the periods of the day (morning and afternoon).

Keywords: : Forest fragmentation; Insects; Diversity.

Resumen: La fragmentación de ambientes causa el efecto de borde y promueve modificaciones en la estructura de las comunidades influenciando factores abióticos y bióticos que regulan el ecosistema. Estas modificaciones también son perceptibles al nivel de los insectos que juegan un papel fundamental en los ecosistemas forestales debido a su abundancia y diversidad. Se evaluó la variación espacio-temporal en la abundancia de insectos en un fragmento de mata estacional semidecidual por la recolección de insectos en Barracas de Shannon. Las colectas fueron realizadas en el interior y en el borde de la mata, en el período de la mañana y de la tarde. Un análisis de correspondencia (CA) fue realizado para verificar si hubo diferencia en la distribución de las órdenes de los insectos. Se verificó mayor riqueza y abundancia en el interior de la mata y en el período de la tarde, y esto quedó evidente en la CA. El grupo de los dípteros (Cyclorrapha) reveló ser un modelo adecuado para estudios de diversidad y efecto de borde. Sin embargo, se debe prestar atención a la elección del taxón para el análisis de índices de diversidad. Los microhabitats de borde e interior de la mata revelaron ser diferentes en cuanto a los factores bióticos como temperatura, humedad relativa y ocurrencia de vientos, así como los períodos del día (mañana y tarde).

Palabras clave: Fragmentación forestal; Insectos; Diversidad.

INTRODUÇÃO

A fragmentação de ecossistemas pode ser classificada de acordo com a ação de fatores naturais ou antrópicos. Entre os fatores naturais, podem ser destacados fatores

climáticos como alterações do nível do mar ou mudanças pluviométricas por longo tempo além de alterações de relevo devido movimentos tectônicos. A ação antrópica convertendo habitats florestais contínuos em fragmentos

¹Doutoranda em Ciências Biológicas (Zoologia) da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP | Botucatu (SP).
Email: caah.hipolito05@gmail.com

descontínuos permeados por novos habitats artificiais como campos de pastagem, lavouras ou talhões de silvicultura permite a aplicação da teoria da Biogeografia de Ilhas (MACARTHUR & WILSON, 1967).

No Brasil, a devastação de áreas florestais atingiu proporções significativas. Um dos exemplos drásticos é a Mata Atlântica da qual restam hoje apenas 5% de cobertura original (MMA, 2012). O panorama atual levou ao estabelecimento de uma legislação que tenta impedir o avanço dos desmatamentos como as leis nº 6938/81, nº 9605/98 e nº 11.428/2006, que determinam respectivamente, a Política Nacional de Meio Ambiente, a Lei de Crimes Ambientais e a Lei da Mata Atlântica. Podem também ser citadas as diversas Resoluções Conama entre as quais, salientam-se, as de nº 01/86 e 237/97 que determinam, respectivamente, a obrigatoriedade da realização de estudos de impactos ambientais e do licenciamento ambiental e define quais os empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental.

Os processos de fragmentação e de perda de habitat estão intimamente ligados. Em uma mesma região, fragmentos florestais diferentes podem apresentar biodiversidade distinta. Estas diferenças podem ser devidas a quatro fatores, a saber: diferenças no grau de isolamento do fragmento, sua forma, área e estrutura dos habitats (variação espacial, grau de regeneração, etc.) que são encontrados em seu interior (Bell, 1991). Estes quatro fatores podem influenciar no número de espécies e tamanho das populações, uma vez que interferem nas interações bióticas como competição e predação, no grau de endocruzamento, na quantidade de recursos disponíveis e na amplitude das variações do ambiente físico (LAURANCE & VASCONCELOS, 2009)

Os fragmentos florestais podem ser formados por dois processos básicos. O primeiro, a partir da transformação da floresta primária contínua em áreas menores (HARRIS, 1984) ou, então serem formados por um processo de fragmentação a longo prazo, devido ao corte seletivo, queimadas e expansão de áreas agrícolas e pastoris (FONSECA, 1985). Este segundo padrão de fragmentação é o mais comum na região sudeste brasileira. Neste caso, fragmentos de mesmo tamanho podem ser áreas de regeneração secundária, áreas onde houve corte seletivo ou mosaicos de áreas conservadas com áreas em regeneração, ou seja, de reflorestamento.

Segundo LAURANCE & VASCONCELOS (2009) sob condições naturais, as bordas são raras nestas florestas, ocorrendo apenas nas margens de rios e ecótonos naturais como, por exemplo, em ecótonos entre savanas e florestas. Entretanto, quando estas florestas são fragmentadas a quantidade de bordas aumenta dramaticamente. Estas bordas, que são artificiais, formam uma transição abrupta entre a floresta e a paisagem adjacente alterada. Os efeitos de borda sobre as florestas fragmentadas são bastante diversos e incluem alterações abióticas, na abundância das espécies e em processos ecológicos. A

distância na qual estes efeitos penetram para o interior dos fragmentos também é bastante variável. Tem-se ainda que o efeito de borda seria mais intenso em fragmentos pequenos e isolados (PRIMACK & RODRIGUES, 2001). Além disso, condições de radiação e temperatura são alteradas ao longo da paisagem (SAUNDERS, 1991). Destaca-se ainda o poder degradador de comunidades ao serem beneficiadas determinadas espécies, como lianas, que frequentemente associadas a estágios de sucessões iniciais, podem causar perda de riqueza e biodiversidade locais (EHRlich, 1988).

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo principal, a avaliação do efeito de borda em um fragmento de mata estacional semidecidual com base no modelo de insetos, verificar a variação temporal (manhã e tarde) na abundância das espécies correlacionando a fatores abióticos como temperatura e umidade do ar.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na mata da Fazenda Lageadinho, no município de Ourinhos, SP. Esta mata é um fragmento de floresta estacional semidecidual, inserida em uma matriz agrícola (Figura 1). Foram feitas coletas de insetos com o auxílio de frascos aspiradores e puçás em Barracas de Shannon instaladas em 2 pontos distintos da mata. A Figura 1 apresenta o posicionamento das barracas. A barraca 1 foi colocada em zona de borda da mata a 2 metros para o interior da mata, enquanto a barraca 2 foi colocada no interior da mata, com distâncias aproximadas da borda mais próxima em 180m (D1), 220m (D2), 600m (D3) e 246m (D4), das bordas do fragmento florestal. As coletas foram feitas no ano de 2012 em intervalos regulares, de hora em hora, ao longo de um dia, das 9:00 h às 16:00h., totalizando assim, 7 amostras. As amostras foram divididas em manhã (das 9:00 as 12:00h) e tarde (das 12:00 as 16:00h). Os frascos foram identificados e os insetos coletados mantidos nos respectivos frascos até sua colocação em refrigerador por um período de 12 horas para sua morte.

Os insetos coletados foram triados e identificados, ao nível de ordem, com base nas chaves de identificação de Triplehorn & Johnson, (2010). Foram aferidos os valores de temperatura e umidade relativa em cada intervalo de coleta com o auxílio de termohigrômetro digital. Também foi verificada a presença ou ausência de ventos observando-se a movimentação das folhagens do entorno. Foram contabilizados todos os insetos coletados e assim, calculados a riqueza, a abundância e o índice de diversidade de Shannon para cada uma das barracas.

Uma análise de correspondência (CA) foi feita entre as ordens de insetos encontrados e os diferentes locais e períodos [interior manhã (IM), interior tarde (IT), borda manhã (BM) borda tarde (BT)]. As associações observadas foram resumidas pela frequência de cada célula da tabela e, em seguida, colocado em um espaço dimensional geométrico. A significância estatística dos valo-



Figura 1: Fragmento florestal da Fazenda Lageadinho, Ourinhos/SP e localização das barracas de Shannon (barraca 1 em borda de mata e barraca 2 no interior da mata).

res e proporção foi avaliada usando o teste do qui-quadrado (χ^2), com p-valor simulado (com base em 2000 permutações) (NENADIC & GREENACRE, 2007).

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos para as coletas realizadas nas barracas localizadas na borda e no interior da mata. É possível verificar que, no interior da mata, a riqueza foi maior que na borda devido a coleta de representantes de 6 ordens de insetos. A abundância também foi maior no interior da mata conforme comprovam os 834 exemplares coletados contra os 159 coletados na borda da mata. A abundância relativa, no entanto, mostrou-se muito próxima nas duas áreas com exceção para o grupo de dípteros Cyclorrapha, onde sua abundância chegou a ser cerca de 6,5 vezes maior no interior da mata quando comparada com a borda. Salienta-se que, no inte-

rior da mata, houve a ocorrência de coleópteros que não foram coletados na barraca na borda.

As Tabelas 2 e 3 apresentam os resultados das coletas nas barracas 1 e 2, respectivamente, borda e interior da mata, ao longo de todo o dia de estudo (manhã e tarde). Verificou-se que tanto no interior como na borda da mata, houve uma distribuição temporal dos dípteros ciclorrhafos de forma que a ocorrência dos indivíduos foi aumentando ao longo do dia. A redução verificada no período das 14h às 15h, no interior da mata, é provavelmente a um erro amostral, onde um dos frascos foi esquecido na mata ou somado erroneamente ao horário seguinte (15h às 16h) (Tabela 3). Não há como fazer uma análise mais adequada para as demais ordens devido ao reduzido número de indivíduos coletados ao longo do dia.

Tabela 1: Resultados obtidos para as coletas realizadas nas barracas de Shannon, localizadas na borda e no interior da mata, em fragmento florestal da Fazenda Lageadinho, Ourinhos (SP).

Nº total de indivíduos/ordem	Borda da mata	Interior da mata
Nº de ordens (Riqueza)	05	06
Nº total de indivíduos (Abundância)	159	834
Coleoptera	-	01
Lepidoptera	01	03
Hemiptera	10	07
Hymenoptera	17	15
Diptera Nematocera	07	02
Diptera Cyclorrapha	124	806
Índice de Shannon (H)	0,333	0,077

Tabela 2: Número de indivíduos coletados e classificados por ordem de insetos, ao longo do dia, na barraca de Shannon 1, na borda da mata. (N= Número de indivíduos)

Ordens	Períodos							
	N	Manhã			Tarde			
		9-10h	10-11h	11-12h	12-13h	13-14h	14-15h	15-16h
Dipt. Nematocera	07	-	-	01	02	-	03	01
Dipt. Cyclorrhapha	124	08	28	16	11	10	28	23
Hemiptera	10	-	-	01	06	-	02	01
Hymenoptera	17	01	01	01	03	01	05	05
Lepidoptera	01	-	-	-	-	01	-	-
Coleoptera	-	-	-	-	-	-	-	-
Total (N)	159	09	29	19	22	12	38	30

É possível observar uma clara segregação das ordens relacionadas a borda e interior da mata no Eixo 1, assim como os períodos da manhã e da tarde (Figura 2). Verificou-se variação entre as condições abióticas no interior e na borda. É possível verificar que o microclima no interior da mata é mais estável que na borda. Enquanto no interior da mata a amplitude térmica foi de 3,8°C, oscilando de 23,2°C até 27,2°C; na borda da mata a amplitude foi de 7,8°C para o mesmo período, oscilando de 23,2°C até 31,0°C. A umidade relativa teve o mesmo comportamento em termos de amplitude. No interior da mata, os valores oscilaram de 67,0% a 70,5% de forma a apresentar uma amplitude de 3,5 enquanto que, na borda da mata, os valores variaram entre 43,5% e 62,0%, apresentando uma amplitude de 18,5. Também se verificou ausência de ventos no interior da mata enquanto que na borda foram verificados ventos oscilando de leve aragem até rajadas com ventos fracos.

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos confirmam a estabilidade do microclima no interior da mata tal qual o reportado por outros autores (KAPOS, 1989; BIERREGAARD; 1992; RODRIGUES 1998). Esta estabilidade é tida

como responsável pelos maiores valores de abundância e riqueza verificados no interior da mata. A ausência de ventos e a maior cobertura vegetal, impedindo radiação direta no solo, são alguns dos fatores que explicam a estabilidade do microclima do interior da mata. A borda é muito mais sujeita aos ventos e à irradiação direta do sol no solo e assim, a dispersão da umidade relativa é facilitada.

Laurence (1991) reporta que os efeitos de borda são por vezes evidentes até 500 metros para dentro da floresta. Nossos resultados discordam das proposições de Laurence (1991) e corroboram os dados de Rodrigues (1998) onde seus efeitos seriam mais percebidos nos primeiros 35 metros da borda para o interior. Os resultados obtidos, no presente trabalho, permitem corroborar outros autores como Kapos (1989) e Murcia (1995) pois fica evidente a alteração na distribuição e abundância de insetos entre o interior da mata (180m (D1), 220m (D2), 600m (D3) e 246m (D4)) e sua borda (2 metros). A análise da Tabela 1 revela discrepância entre os valores obtidos para o índice de Shannon calculado para a borda e o interior da mata. De acordo com a teoria da biogeografia de ilhas, seria esperado haver uma maior diversidade no interior da mata. No entanto,

Tabela 3: Número de indivíduos coletados e classificados por ordem de insetos, ao longo do dia, na barraca de Shannon 2, no interior da mata. (N= Número de indivíduos)

Ordens	Períodos							
	N	Manhã			Tarde			
		9-10h	10-11h	11-12h	12-13h	13-14h	14-15h	15-16h
Dipt. Nematocera (DN)	02	-	-	-	01	-	-	01
Dipt. Cyclorrhapha (DC)	806	22	25	123	139	194	08	295
Hemiptera (He)	07	03	01	01	01	01	-	-
Hymenoptera (Hy)	16	02	02	01	04	04	-	03
Lepidoptera (Le)	03	-	02	-	-	01	-	-
Coleoptera (Co)	01	-	-	-	-	01	-	-
Total	835	27	30	125	145	201	08	299

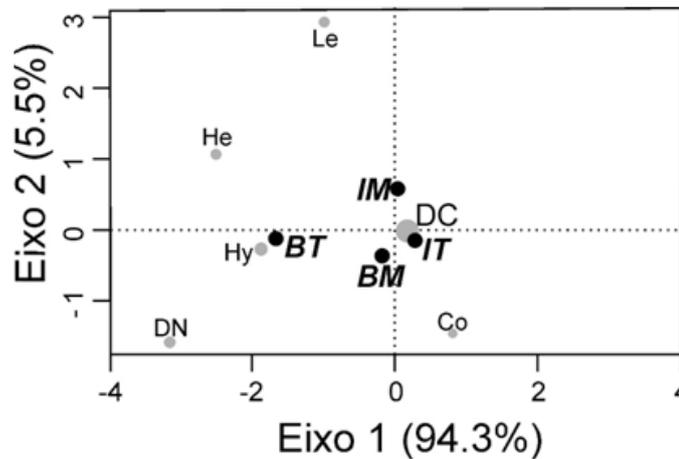


Figura 2: Análise de Correspondência (CA) das ordens amostradas nos diferentes locais e períodos interior manhã (IM), interior tarde (IT), borda manhã (BM) borda tarde (BT). $\chi^2=122.41$ e $p=0,0001$. (Legenda das ordens na Tabela 3)

verifica-se que o índice de Shannon (H) para o interior da mata foi igual a 0,077 enquanto que, para a borda da mata foi igual a 0,333.

Um dos fatores que explicaria este resultado é a categoria taxonômica escolhida para a realização dos cálculos. Diversos autores reportam que os dípteros ciclorrafos são insetos que se comportam como bons indicadores para estudos de efeito de borda. Apresenta-se os trabalhos de Doge (2006) com drosofilídeos, de Gadella (2009) com califorídeos e o de Ferraz (2011) com todo o grupo de ciclorrafos. Todos ressaltam sua importância como modelos confiáveis para estudos de efeito de borda.

Com base nesses resultados, os insetos constituem em um bom modelo para estudos de efeito de borda, salientando que o grupo dos dípteros ciclorrafos tem maior potencial de resposta que os demais grupos na área do fragmento estudado, além disso, os microclimas da borda e do interior da mata são diferentes tanto nos aspectos abióticos de temperatura e umidade relativa como na presença de vento, sendo mais estável no interior da mata. As variações de microclima podem ser fatores que influenciam a distribuição e ocorrência dos grupos de insetos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos, no presente trabalho, permitem concluir, que neste local, a riqueza e abundância foram maiores no interior do que na borda da mata e que as categorias taxonômicas de ordem e subordem não são adequadas para estudos de diversidade baseados em índices de diversidade.

REFERÊNCIAS

- BARTON, N.H. Speciation *In*: MYERS, A.A., GUILLER, P.S. Analytical biogeography. An integrated approach to the study of animal and plant distribution. New York: **Springer**, 1988. 578p.
- BELL, S.S.; MACCOY, E.R. & MUSHINSKY, H.R. Habitat structure: the physical arrangement of objects in space. London, **Chapman & Hall**, 1991. 438 p.
- BIERREGAARD, R.O.; LOVEJOY, T.E.; KAPOV, V.; DOS SANTOS, A.A. & HUTCHINGS, R.W. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. **Bio science**, Washington, New York v.42, p. 859-866, 1992.
- BROKAW, N. Fragments past, present and future. **Tree**, Hamburg, Germany, v.13, p. 382-383, 1998
- BURSLEM, D.R.R.P.; GARWOOD N.C.; THOMAS, S.C. Tropical forest diversity – The plot thickeners. **Science**, U.S v. 291, p.606-607, 2001.
- DOGE, J.S. Variação temporal e espacial e influência do desflorestamento e do efeito de borda em assembleias de drosofilídeos de uma área de mata Atlântica em Santa Catarina, Brasil. 2006. 191f. **Dissertação** (Mestrado em Biologia Animal) – UFRS.
- EHRlich, P.R. The loss of diversity: causes and consequences. In: Wilson, E.O.(ed.). Biodiversity. **National Academy Press**, Washington, USA, 1988. 382p.
- FEARNSIDE, P.M. Biodiversity as an environmental service in Brazil's Amazonian forest: risks, value and conservation. **Environmental Conservation**, New York: v.26, p.305-321, 1999.
- FERRAZ, A.C.P. Efeito de borda em florestas tropicais sobre artrópodes, com ênfase nos dípteros ciclorrafos. **Oecologia Australis**, v. 15, n.2, p. 189-198, 2011.

- FONSECA, G.A.B. The vanishing Brazilian Atlantic forest. *Biological Conservation*, **Washington** v. 34, p.17-34, 1985.
- GADELLA, B.Q. Efeito de borda na fauna de Mesembrinélidos (Diptera: Calliphoridae) na Reserva Biológica do Tinguá, Rio de Janeiro. 2009. 49f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Bacharelado em Ciências Biológicas) - UFRJ.
- GILPIN, M.E.; SOULÉ, M. Minimum viable populations: processes of species extinction. In: Soulé, M.E. (ed.). **Conservation Biology**. The science of scarcity and diversity. Sunderland, Sinauer, Washington: 187p; 1986.
- HARRIS, L.D. The fragmented forest. Chicago, **University of Chicago Press**, 1884. 211 p.
- HOLT, R.D. Predation, apparent competition, and the structure of prey communities. **Theoretical Population Biology**, New York, Sandiego: v.12, p.197-229, 1977.
- JAENIKE, J. Effect of island area on *Drosophila* population densities. **Oecologia, Australis** v.36, p. 327-332, 1978.
- KAPOS, V. Effects of isolation on the water status of Forest patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, New York: v. 5, p. 173-185, 1989.
- LAURANCE, W.F.; VASCONCELOS, H.L. (2009). **Conseqüências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia**.
- LAURANCE, W.F. Edge effects in tropical Forest fragments: applications of a model for the design of nature reserves. **Biological Conservation Washington**: v. 57, p. 205-219, 1991.
- LAURENCE, W.F.; BIERREGAARD, R.O.JR. Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities. Chicago: **The University of Chicago**, 616 p,1997.
- LAURENCE, W.F.; COCHRANE, A.; BERGEN, S.; FEARNSIDE, P.M.; DELAMONICA, P.; BARBER, C.; D'ANGELO, S.; FERNANDES, T. The future of the Brazilian Amazon. **Science**, v. 291, p.438-439, 2001.
- LOUZADA, J.N.C. Efeitos da fragmentação florestal sobre a comunidade de Scarabaeidae (Insecta, Coleoptera). Viçosa 2000. 153f. **Tese (Doutorado em Entomologia)** - UFV.
- LOVEJOY, T.E.; BIERREGAARD JR., R.O.; RYLANDS, A.B.; MALCON, J.R.; QUINTELA, C.E.; HARPER, L. BROWN, K.S.JR.; POWELL, A.H.; POWELL, D.V.N.; SCHUBART, H.O.R.; HAYS, M.B. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. In: SOULE, M.E. (ed). *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*. Massachusetts: **Washington: Sunderland**, 285 p, 1986.
- MacARTHUR, R.H.; WILSON, E.O. An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution*, **New York, Indiana** v.17, p.373-387, 1963.
- MacARTHUR, R.H.; WILSON, E.O. The theory of island biogeography. Princeton: **Princeton University Press**, 203 p, 1967.
- MARSHALL, L.G. Extinction. In: MYERS, A.A., GUILLER, P.S. *Analytical biogeography. An integrated approach to the study of animal and plant distribution*. New York: **Springer**, 578 p, 1988.
- MINISTÉRIO DE MEIO AMBIENTE DO BRASIL. Mata Atlântica. Disponível em <www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>. Acesso em 14 set 2012.
- MORAN, E.F. Deforestation and land use in the Brazilian Amazon. **Human Ecology**, New York, New York v.21, p. 1-21, 1993.
- MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology and Evolution**, Germany, Amsterdã v.10, p. 58-62, 1995.
- PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Efraim Rodrigues, Londrina, Paraná, 328 p, 2011.
- RODRIGUES, E. Edge effects on the regeneration of forest fragments in south Brazil. Cambridge 1998. 172f. **Tese - Harvard University**
- SAUNDERS, D.A.; HOBBS, R.J. & MARGULES, C.R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, Washington: v.5, p.18- 52, 1991.
- TRIPLEHORN, C.A.; JOHNSON, N.F. **Estudo dos Insetos – Tradução da 7ª edição de Borror e DeLong. Introdução ao Estudo dos Insetos**. Editora Cengage Learning, São Paulo, São Paulo 816 p, 2010.
- WILSON, E.O. **The Diversity of Life**. W. W. Norton and Company, New York, 432 p 1999.