

EFEITOS DE BORDA EM FLORESTAS TROPICAIS SOBRE ARTRÓPODES, COM ÊNFASE NOS DÍPTEROS CICLORRAFOS

Adriana Cristina Pedroso Ferraz^{1,2}

¹ Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO- Laboratório de Estudos de Dípteros - Rua Frei Caneca, 94, Centro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil - CEP: 20211-040.

² Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro- UFRRJ - Programa de Pós Graduação em Biologia Animal/PPGBA - Rod. BR 465, Km 7, Seropédica, RJ, Brasil - CEP: 23890-000.
e-mail: adrianapedroso7@yahoo.com.br

RESUMO

Os efeitos de borda são consequências da fragmentação dos ambientes e promovem modificações nos fatores abióticos e bióticos que regulam o ecossistema. Essas modificações também são perceptíveis a nível dos artrópodes, que devido a sua abundância e diversidade têm papel fundamental nos ecossistemas florestais. Conhecer as transformações geradas por este impacto antrópico sobre os dípteros pode contribuir para entender o que acontece aos demais grupos de animais e possibilitar estratégias de mitigação destes impactos. Os dípteros ciclorrafos podem ser um grupo especial para este tipo de estudo por agrupar diferentes hábitos em suas diversas famílias.

Palavras-chave: Desmatamento; fragmentação florestal; moscas; espécies exóticas; extinção de espécies.

ABSTRACT

BORDER EFFECTS ON ARTHROPODS IN TROPICAL FORESTS, WITH EMPHASIS ON DIPTERA CICLORRAPHA. Border effects, which are caused by the fragmentation of environments, lead to modifications of the abiotic and biotic factors that regulate the ecosystem. These modifications are also perceptible at the level of arthropods, which play a fundamental role in forest ecosystems due to their abundance and diversity. Knowledge of the transformations produced by this anthropic impact on Diptera may contribute toward a better understanding of the fate of other groups of animals and thus enable the design of impact mitigation strategies. The Diptera: Cyclorrapha can be a special group for this type of study by bringing together several different habits in their families.

Keywords: Deforestation; forest fragmentation; flies; exotic species; extinction of species.

RESUMEN

EFEECTO DE BORDE EN BOSQUES TROPICALES SOBRE ARTRÓPODOS, CON ÊNFASE EN DÍPTEROS CICLORRAFOS. El efectos de borde es la consecuencia de la fragmentación de los ambientes y genera modificaciones en los factores abióticos y bióticos que regulan el ecosistema. Estas modificaciones también son perceptibles a nivel de los artrópodos, que debido a su abundancia y diversidad tienen un papel fundamental en los ecosistemas boscosos. Conocer las transformaciones generadas por este impacto antrópico sobre los dípteros puede contribuir a entender lo que sucede a los demás grupos de animales y posibilitar estrategias de mitigación de estos impactos. Los dípteros ciclorrafos pueden ser un grupo especial para este tipo de estudio por agrupar diferentes hábitos en sus diversas familias.

Palabras clave: Deforestación; fragmentación del bosque; moscas; especies exóticas; extinción de especies.

INTRODUÇÃO

A fragmentação da paisagem tem sido um dos aspectos mais marcantes da alteração ambiental causada pelo homem. No Brasil, este processo iniciou-se com a colonização, tendo sido muito acelerado neste século (Dean 1997). A modificação dos habitats tornou-se uma das principais causas da extinção de espécies e consequente perda de biodiversidade (Primack & Rodrigues 2001). A crescente fragmentação dos ecossistemas florestais é um dos grandes problemas ambientais do mundo moderno (Saunders *et al.* 1991, Laurance *et al.* 2002).

Um dos fatores que mais afetam um fragmento é o efeito de borda, que foi definido por Forman & Gordon (1986) como uma alteração na estrutura, na composição e/ou na abundância relativa de espécies na parte marginal de um fragmento. Tal efeito seria mais intenso em fragmentos pequenos e isolados (Ambientebrasil 2000). Assim, pode ocorrer uma série de mudanças bióticas que incluem a proliferação de espécies adaptadas às novas condições ambientais, como a introdução de espécies exóticas. Estas tendem a competir com as espécies originalmente presentes, dando origem a uma cascata de efeitos que podem culminar na extinção de plantas e animais (Primack & Rodrigues 2001). Além disso, alteram-se ainda a radiação e temperatura ao longo da paisagem (Saunders *et al.* 1991). Pode ainda degradar as comunidades ao beneficiar determinadas espécies, como lianas, frequentemente associadas a estágios sucessionais iniciais (Murcia 1995), podendo causar em muitos casos perda de riqueza e biodiversidade locais (Ehrlich 1988). Segundo Tabanez *et al.* (1997), efeito de borda seria a influência do meio externo na porção marginal de áreas florestadas, causando alterações físicas e estruturais.

Os efeitos de borda podem alterar a distribuição, o comportamento e a sobrevivência de espécies, tanto de plantas como de animais, e podem ainda serem magnificados em áreas altamente fragmentadas (Kapos 1989, Murcia 1995), ocasionando perda de espécies mutualistas, substituição de espécies nativas por espécies não características do ecossistema e pelo aumento do risco de extinção de populações pequenas (Brokaw 1998). Assim, espécies raras e com pequena área de distribuição, ou muito

especializadas, parecem ser mais suscetíveis aos efeitos da fragmentação (Turner 1996). Além da perda de espécies provocada pela fragmentação da mata, pode ocorrer, inicialmente, um influxo de espécies para os fragmentos, que podem funcionar como refúgios. É frequente a ocorrência de extinção, dispersão e colonização até que se estabeleça um novo equilíbrio (Lovejoy 1980).

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 ao redor. Como consequência imediata da fragmentação, destaca-se a redução da área do habitat disponível. Outros efeitos de borda importantes são: o aumento nos níveis de luz, temperatura, umidade e vento (Kapos 1989, Bierregaard *et al.* 1992, Rodrigues 1998). Estes efeitos de borda são por vezes evidentes até 500 metros para dentro da floresta (Laurance 1991), porém, muito frequentemente mais notáveis nos primeiros 35 metros (Rodrigues 1998). Como as espécies de plantas e de animais são adaptadas a certas temperaturas, umidades, e níveis de luz, muitas espécies dos fragmentos de floresta poderão ser eliminadas com essas mudanças. A perda da área pode excluir imediatamente algumas espécies se as mesmas forem raras ou estiverem distribuídas em manchas. A fragmentação do habitat pode também dividir uma população existente em larga escala em duas ou mais subpopulações, cada uma em uma área restrita, tornando as populações menores mais vulneráveis a depressão endogâmica, a mudança genética, e a outros problemas, aumentando, portanto, o risco de extinção da população.

É impossível determinar uma única largura de borda de um fragmento florestal, em função dos diferentes aspectos que são abordados: microclima, composição de espécies arbóreas, densidade de plantas, e demais aspectos. Rodrigues (1998) alerta que o conceito de que o efeito de borda não tem uma natureza monotônica (quanto mais distante da borda, menor a intensidade do efeito de borda), pois nem todos os efeitos de borda têm a mesma largura e sugere que as novas estimativas de largura de borda devem levar em conta a possibilidade de um efeito de borda ser mais intenso a uma certa distância da borda do que na própria borda do fragmento.

A intensidade e velocidade das alterações geradas pelo efeito de borda são influenciadas por fatores como tipo de vegetação, forma, tamanho ou idade do fragmento (Williams-Linera 1990, Laurance & Bierregaard 1997, Didham & Lawton 1999). A fragmentação de habitats amplia ainda o acesso aos recursos da floresta e facilita a caça, a extração de madeira e agricultura (Tabarelli *et al.* 2004).

Estudos sugerem que o tempo de fragmentação pode minimizar os impactos (Williams-Linera 1990, Laurance 2000), ou seja, em corredores antigos é comum que ao longo deste tempo tenha ocorrido certo tamponamento pelas comunidades arbóreas através do estabelecimento de uma vegetação protetora (Saunders *et al.* 1991) como, por exemplo, proliferação de lianas (Putz 1984) e bambus (Tabanez & Viana 2000), junto às bordas dos fragmentos florestais (Camargo & Kapos 1995, Laurance *et al.* 1998, Mesquita *et al.* 1999, 2001).

O objetivo deste estudo é mostrar como as transformações geradas pelos efeitos de borda podem atuar sobre os artrópodes, em especial em algumas famílias de dípteros ciclorrafos.

EFEITOS DE BORDA EM ARTROPODES E DÍPTEROS

A presença e o sucesso de um organismo ou de um grupo de organismos dependem de um complexo de condições (Odum 1988). Muitos dípteros são colonizadores por apresentarem elevada capacidade de dispersão, habilidade sutil de localizar recursos efêmeros a uma grande distância (Greenberg 1973), e significativa diversificação do hábito alimentar (Prado & Guimarães 1982). Algumas famílias apresentam grande importância médico-sanitária, sendo causadores de míiases em seres humanos e animais (Hall 1995) ou potenciais veiculadores de agentes patogênicos (Greenberg 1973, Furlanetto *et al.* 1984, Paraluppi *et al.* 1996). Possuem ainda função ecológica por atuarem como decompositores de cadáveres, auxiliando em estudos de entomologia forense (Von Zuben 1993, Moura *et al.* 1997). São referidos também como importantes polinizadores de plantas (Silva *et al.* 2001).

Pouco se sabe atualmente sobre os efeitos da fragmentação de habitats sobre a população de invertebrados em geral (Offerman *et al.* 1995,

Didham 1997), sendo estes potenciais indicadores de qualidade ambiental pelo ciclo de vida curto e baixa resistência a desequilíbrios ambientais (Kremen *et al.* 1993, Brown & Hutchings, 1997). Trabalhos vêm sendo desenvolvidos a fim de determinar como os efeitos de borda vêm atuando sobre a fauna existente em florestas. Cita-se o de Oliveira-Alves *et al.* (2005) que trabalharam com aranhas (Arachnida: Araneae) em Salvador, Darrault *et al.* (2003) com formigas (Hymenoptera) em Pernambuco, Ferraz *et al.* (2010) estudando os dípteros califórídeos em Nova Iguaçu, RJ e Döge (2006) com dípteros drosofilídeos em Santa Catarina. Piñero *et al.* (2009) e Pereira (2008) trabalharam com armadilhas para Diptera: Tephritidae em diferentes distâncias da borda de um fragmento, mas não era objetivo principal analisar os efeitos de borda no resultado destes trabalhos.

O estudo dos invertebrados é especialmente significativo porque esse grupo é, em geral, mais importante para a manutenção dos ecossistemas do que os vertebrados. Isso porque eles ocupam uma grande variedade de nichos nos ecossistemas e auxiliam na manutenção do equilíbrio ambiental, podendo ajudar assim a compreender a distribuição e abundância das espécies como um todo (Rafael 2006). A redução da área remanescente, o aumento do isolamento e a diminuição da conectividade do habitat podem afetar a abundância e a riqueza de espécies de insetos e também alterar potencialmente interações entre insetos e outros organismos (Didham *et al.* 1996, Harrison & Bruna 1999).

A degradação florestal é ainda mais acentuada nos trópicos, onde as taxas de desmatamento crescem a uma velocidade assustadora. A preocupação deve ser maior nas florestas tropicais porque estas abrigam proporção grande da biodiversidade e complexas interações bióticas (Didham *et al.* 1996). A Mata Atlântica é reconhecidamente importante por ser uma área de alta riqueza de espécies e expressivos níveis de endemismo da sua fauna e flora (Wilson 1997, Thomaz *et al.* 1998), sendo por isto considerada uma das áreas prioritárias (*hotspots*) para conservação da biodiversidade (Mittermeier *et al.* 1999). Hoje, no Brasil, restam menos de 7% do total de sua cobertura original (Fonseca 1997, SOS Mata Atlântica & INPE 2001). Muitas espécies de dípteros são típicas de regiões florestais, no entanto, nessas últimas três décadas a dinâmica populacional de espécies silvestres

vem sofrendo modificação devido à introdução de espécies exóticas, bem como, pelos efeitos antrópicos (D'Almeida & Lopes 1983). Espécies silvestres têm sido observadas em meio urbano (Wells 1991), assim como espécies sinantrópicas em florestas ombrófilas (Paraluppi & Castellón 1994, Marinho *et al.* 2006). A introdução de espécies invasoras como *Chrysomya sp* (Diptera: Calliphoridae) nas Américas e as constantes ações antrópicas podem ter causado alterações sobre a dinâmica populacional e distribuição espacial de moscas de diversos ambientes, inclusive florestais (Ferraz *et al.* 2010). Após a introdução deste gênero, tem-se notado sua grande capacidade de dispersão, o que poderia ser o motivo do deslocamento ecológico da espécie *Co. macellaria* (Aguiar-Coelho & Milward-de-Azevedo 1998). Já foi relatada a presença do gênero *Chrysomya* em áreas florestais como a do Tinguá, Nova Iguaçu (Marinho *et al.* 2006) e Engenheiro Paulo de Frontin (Furusawa & Cassino 2006) ambas no Rio de Janeiro, assim como na Bacia do Alto Rio Urucu, Amazonas (Paraluppi 1996). Segundo Furusawa e Cassino (2006) a ação de espécies invasoras pode comprometer o tênue equilíbrio de ecossistemas, tendendo a retardar a recuperação florestal.

Devido à grande extensão do Brasil, fazem-se necessários ainda estudos sobre a distribuição e ecologia de dípteros ciclorrafos, assim como a associação entre espécies e variáveis ambientais. Em um remanescente florestal, devido à presença de micro climas e diferentes disponibilidades de recursos, distintos pontos em um mesmo fragmento podem apresentar comunidades com riqueza e diversidade díspares (Begon *et al.* 1996). A distribuição sazonal é fortemente influenciada pela variação das condições climáticas (Ferreira & Lacerda 1993), podendo cada espécie reagir de diferentes formas, não sendo apenas estes fatores que atuam na dinâmica populacional de dípteros (Marinho *et al.* 2003). Além dos fatores abióticos, os bióticos também são responsáveis pela flutuação e composição das populações de muscóides sinantrópicos (Nuorteva 1963, Dajoz 1983), porém para Dajoz (1983) os fatores bióticos exerceriam um papel secundário, sendo os primeiros mais importantes. Outros fatores também podem influenciar a distribuição de moscas, como a presença de frutos no solo, principalmente fermentados (Canela & Castro 2007). Em moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae),

seus picos populacionais estão ajustados aos períodos de maturação de seus hospedeiros e à precipitação pluviométrica (Canesin & Uchoa-Fernandes 2007)

Como se torna impossível conhecer a densidade absoluta de insetos, a abundância e a flutuação populacional são alternativas para se estimar e avaliar as populações no tempo e no espaço (Vianna *et al.* 2004). Conhecer a distribuição e a dinâmica de populações de insetos permite ainda programar medidas de controle, além de poder estabelecer espécies que podem atuar como indicadoras de qualidade ambiental. Ressalta-se ainda que, com algumas exceções, o número de espécies é menor quanto menor o fragmento (Turner 1996). Laurance & Bierregaard (1997) notaram que a riqueza de espécies de aves, primatas, morcegos e vários grupos de insetos diminui em função da borda, enquanto que a de pequenos mamíferos, anfíbios e borboletas aumenta. Para besouros, a riqueza é influenciada pelo formato do fragmento, enquanto que para aranhas o que importa é o grau de isolamento deste (Usher *et al.* 1993).

De acordo com Vieira & Mendel (2002), muitos estudos têm demonstrado que a diversidade das comunidades de artrópodes está relacionada à complexidade estrutural do habitat, já que em ambientes mais complexos estruturalmente há maior número de espécies devido a uma maior oferta de habitat para esses organismos, mais refúgios contra predadores, maior disponibilidade de sítios para nidificação e recursos alimentares. Por isso é provável a maior riqueza e abundância em sub-bosques densos, alcançados de certa forma em áreas não desmatadas. Longino *et al.* (2002) apontam que comunidades de insetos em florestas úmidas possuem alto número de espécies raras. Ferraz *et al.* (2009) fizeram um estudo na Reserva Biológica do Tinguá (Nova Iguaçu, Rio de Janeiro) e utilizaram diferentes índices faunísticos a fim de analisar a biodiversidade de Diptera: Calliphoridae no local. Os autores observaram que há diferentes riquezas e diversidades em pontos de uma mesma floresta distantes alguns metros, mas que variavam da borda ao interior da mata. Anteriormente, Furusawa & Cassino (2006) já tinham feito uso de índices de diversidade em seu estudo com Diptera: Calliphoridae em um Fragmento de Mata Atlântica Secundária no Município de Engenheiro Paulo de Frontin, RJ, e encontraram maiores diversidades na

borda do que nos pontos no interior da mata. O uso deste tipo de análise faunística com Diptera: Drosophilidae também já foi realizado (Oliveira, 2009) assim como para os Tephritidae (Pereira 2008), sendo neste último estudo encontrado maiores índices de diversidade nas bordas de um fragmento de floresta semidecídua em Dourados, Mato Grosso do Sul, sugerindo o autor que há maiores diversidades em ecótonos.

Locais com fatores limitantes atuando intensamente e competição interespecífica costumam apresentar baixos índices de diversidade, aumentam o número de espécies comuns e diminuem as raras, tornando o local mais específico. Em regiões tropicais, como em florestas, costuma ocorrer o contrário, pois abrigam diversos nichos, aumentando a diversidade, ocorrendo mais espécies com menos indivíduos (Silveira-Neto *et al.* 1976).

Nas florestas tropicais, a grande maioria das espécies é muito susceptível a processos de extinção, uma vez que essas espécies ocorrem em densidades populacionais muito baixas e participam de interações ecológicas às vezes muito estreitas e complexas com outras espécies (Thomazini & Thomazini 2000), como as plantas floríferas e seus polinizadores, os predadores e suas presas. Assim, a extinção de uma espécie, que mantém relações de dependência com outras, pode promover o desaparecimento de várias outras com as quais ela interage (Myers 1987).

Apesar de existirem muitos resultados em diversos estudos como os obtidos para a floresta Amazônica (Laurance *et al.* 2002) e outros em estudos de longa duração (Debinski & Holt 2000, Harper *et al.* 2005), ainda não existem conceitos de maneira satisfatória para suscitar uma teoria consistente sobre efeitos de borda em florestas tropicais (Rodrigues & Nascimento 2006), inclusive sobre como comunidades de insetos reagem. Esposito & Carvalho (2006) acreditam que algumas espécies de moscas estão mais ligadas à ambientes prístinos, enquanto outras a ambientes impactados. Portanto, estudos como este devem ser considerados de grande importância para a busca de protótipos. Estes últimos autores conseguiram coletar em seu trabalho cinco espécies de mesembrinelídeos (Diptera) em área de mata primária com algumas clareiras naturais e artificiais no Amazonas, com preferência na maioria destas espécies por ambientes considerados preservados.

A biodiversidade é regulada por vários fatores, em várias escalas, sendo estes fatores locais ou regionais (Moreno 2001). Em uma mesma área geográfica, a diversidade reflete a coexistência entre os organismos, que interagem através da competição por utilizarem as mesmas fontes ou o mesmo ambiente (Whittaker 1967). Em ambientes em equilíbrio competitivo, a diversidade total de espécies apresenta-se normalmente baixa e as espécies são suficientemente diferentes para coexistirem, evitando a competição por fontes críticas (Huston 1995). A perda de biodiversidade pela ação humana é um dos maiores motivos para estabelecimento de áreas de proteção ambiental (Moreno 2001) e tem sido objeto de amplos debates (Magurran 1988). Muitos projetos conservacionistas utilizam análises de riqueza e diversidade para demonstrar suas relevâncias (Dias 2004). Modelos matemáticos de estudo proporcionam uma idéia da estrutura e funcionamento da comunidade e a partir deles se realizam métodos mais complexos para aumentar conhecimento de grupos animais (Southwood 1995) e estabelecer as melhores estratégias.

Os insetos podem se tornar indicadores ecológicos em ambientes que estejam sofrendo impacto (Margalef 1951) devido a sua diversidade e capacidade de produzir diversas gerações em curto espaço de tempo (Holloway *et al.* 1987), além de ser o grupo taxonômico que representa maioria da biodiversidade terrestre (Moreno 2001). Alternativas rápidas e confiáveis para medição aproximada da diversidade biológica, sem dados exaustivos se fazem necessárias para respondermos rápido aos processos de perda dessa biodiversidade (Moreno 2001). Em estudos divididos em amostras com grupos de animais que apresentam muitas espécies, como artrópodes, a diversidade pode ser avaliada através dos estimadores de riqueza (Dias 2004). A riqueza de espécies descoberta é tão importante quanto o número de espécies a descobrir em propostas ecológicas conservacionistas (Santos 2003), sendo toda informação de riqueza e diversidade essencial para subsidiar políticas de conservação (Coddington *et al.* 1991).

Após episódios de fragmentação o número de espécies pode aumentar ou diminuir, ou ainda se manter constante, o que não significa que a fauna

não sofreu com a fragmentação (De Souza *et al.* 2001). Os mesembrinelíneos (Diptera: Calliphoridae) são vistos como bons indicadores ecológicos de ambientes florestais preservados pelo seu índice de sinantropia e adaptação em áreas florestais da Região Neotropical, e ainda apresentam elevada abundância e diversidade nestes ambientes, indicando uma maior variabilidade de respostas frente a diferentes tipos de impactos ambientais (Gadelha *et al.* 2009). Já foi demonstrado por D'Almeida & Lopes (1983) que duas espécies *Laneela nigripes* (Guimarães, 1977) e *Mesembrinella bellardiana* (Aldrich, 1922) têm total aversão por locais habitados pelo homem, enquanto que em Ferraz *et al.* (2010) elas foram mais abundantes em um ponto localizado a 1000 metros da borda, mostrando estarem adaptadas em áreas mais interiorizadas e afastadas da influência antrópica.

Os drosofilídeos (Diptera: Drosophilidae) também já foram citados como bons bioindicadores para estudos ecológicos (Brown 1997) e como possuem um gênero *Drosophila* Fallén 1823 que já foi altamente estudado são muito apropriados. Espécies deste gênero vivem em sistemas muito complexos em florestas tropicais cuja existência é dificultada em fragmentos menores (Döge 2006)

É necessário, portanto, maior atenção para o estudo de paisagens modificadas pelo homem, situações cada vez mais comuns atualmente (Moreno & Halffter 2001) que afetam toda a fauna inclusive os dípteros ciclorrafos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos de ecologia de dípteros em ambientes florestais fragmentados apresentam-se ainda em pequeno número, portanto levantamentos da biodiversidade de áreas florestais são fundamentais, principalmente, para conhecer as espécies que ocupam esses habitats, seus padrões de distribuição (biogeografia), identificar as espécies que podem atuar como bioindicadoras ambientais, e conhecer a dispersão e a adaptabilidade de espécies exóticas, fornecendo informações fundamentais para a elaboração de políticas de conservação.

AGRADECIMENTOS: À Valeria Magalhães Aguiar-Coelho (UNIRIO) e Bárbara de Queiroz Gadelha (Mestranda MN-UFRJ) pelas valiosas contribuições na revisão do artigo.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR-COELHO, V.M. & MILWARD-DE-AZEVEDO, E.M.V. 1998. Combined rearing of *Cochliomyia macellaria* (Fabr.) and *Chrysomya albiceps* (Wied.) (Dipt. Calliphoridae) under laboratory conditions. *Journal Applied Entomology*, 122: 551-554.
- AMBIENTEBRASIL, 2000. Corredor Biológico: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./snuc/index.html&conteudo=./snuc/artigos/corredorbio.html>> (Acesso em 23/03/2006).
- BEGON, M.; HARPER, J.L. & TOWSEND, C.R. 1996. *Ecology individuals, populations and communities*. Blackwell Science, Oxford, UK. 1068 p.
- BIERREGAARD, R.O.; LOVEJOY, T.E.; KAPOS, V.; DOS SANTOS, A.A. & HUTCHINGS, R.W. 1992. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. *BioScience*, 42: 859-866.
- BROKAW, N. 1998. Fragments past, present and future. *Tree*, 13: 382-383.
- BROWN, K.S. 1997. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. *Journal of Insect Conservation*, 1: 25-42.
- BROWN, K.S. & HUTCHINGS, R.W. 1997. Disturbance, fragmentation, and the dynamics of diversity in Amazonian forest butterflies. Pp 91-110. In: W.F. Laurance & R.O. Bierregaard (eds). *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. University of Chicago. Chicago, IL. 616 p.
- CAMARGO, J.L.C., KAPOS, V. 1995. Complex edge effects on soil moisture and microclimates in central Amazonia forest. *Journal of Tropical Ecology*, 11: 205-221.
- CANELA, M.B.F., CASTRO, L.S. Distribuição de moscas (Muscidae) num gradiente vertical na Serra do Teimoso do Sul, Bahia: <<http://www.ib.unicamp.br/profs/fsantos/relatorios/ne313-14.pdf>> (Acesso em 22/07/2007).
- CANESIN, A. & UCHOA-FERNANDES, M.A. 2007. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em um fragmento de floresta semidecídua em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 2007, 24: 185-190.

- CODDINGTON, J.A.; GRISWOLD, C.E.; SILVA DÁVILA, D.; PEÑARANDA, E. & LARCHER, S.F. 1991. Designing and testing sampling protocols to estimate biodiversity in tropical ecosystems. Pp 44-60. *In*: E.C.
- DIAS, S. C. 2004. Planejando estudos de diversidade e riqueza: uma abordagem para estudantes de graduação. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 26: 373-379.
- DÖGE, J.S. 2006. Variação temporal e espacial e influência do desflorestamento e do efeito de borda em assembléias de drosofilídeos de uma área de Mata Atlântica de Santa Catarina, Brasil. *Dissertação de Mestrado em Biologia Animal*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. 191p.
- DUDLEY (ed.). The unity of evolutionary biology: Proceedings of the 4th International Congress of Systematic and Evolutionary Biology. Dioscorides Press, Portland, Oregon. 1048p.
- D'ALMEIDA, J.M. & LOPES, H.S. 1983. Sinantropia de Dípteros Muscóides (Calliphoridae) no Estado do Rio de Janeiro. *Arquivo da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*, 6: 39-48.
- DAJOZ, R. 1983. *Ecologia geral*. 4ª edição. Vozes, Petrópolis, Rio de Janeiro. 472p.
- DARRAULT, O.; WIRTH, R. & LEAL, I.R. 2003. Efeito da fragmentação sobre o controle top-down de rainhas das formigas cortadeiras *Atta sexdens*. *In*: VI Congresso de Ecologia do Brasil, Fortaleza, CE (Meio digital).
- DEAN, W. 1997. *A ferro e fogo*. Companhia das Letras, São Paulo, SP. 484 p.
- DE SOUZA, O.; SCHOEREDER, J. H.; BROWN, V. & BIERREGAARD JR., R. O. 2001. A theoretical overview of the process determining species richness in forest fragments. Pp 13-21. *In*: R. O. Bierregaard Jr.; C. Gascon; T.E. Lovejoy & R.C.G. Mesquita (eds.). *Lessons from Amazonia: the ecology and conservation of a fragmented forest*. Yale University Press, New Haven, USA. 478 p.
- DEBINSKI, D.M. & HOLT, R.D. 2000. A survey and overview of habitat fragmentation experiments. *Conservation Biology*, 14: 342-355.
- DIAS, S.C. 2004. Planejando estudos de diversidade e riqueza: uma abordagem para estudantes de graduação. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 26: 373-379.
- DIDHAM, R.K. 1997. An overview of invertebrate responses to forest fragmentation. Pp. 301-318. *In*: A.D. Watt; N.E. Stork & M.D. Hunter (eds). *Forests and Insects*. Chapman and Hall, Londres, UK. 406p.
- DIDHAM, R.K. & LAWTON, J.H. 1999. Edge structure determines the magnitude of changes in microclimate and vegetation structure in tropical forest fragments. *Biotropica*, 31: 17-30.
- DIDHAM, R.K.; GHAZOUL, J.; STORK, N.E. & DAVIS, A.J. 1996. Insects in fragmented forests: a functional approach. *Tree*, 11: 255-260.
- EHRlich, P.R. 1988. The loss of diversity: causes and consequences. *In*: E.O. Wilson (ed.). *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, USA. p. 29-35.
- ESPOSITO, M.C. & CARVALHO, F.S. 2006. Composição e abundância de califorídeos e mesembrinelídeos (Insecta, Diptera) nas clareiras e matas da base de extração petrolífera, Bacia do Rio Urucu, Coari, Amazonas. *In*: Anais do II Workshop de Avaliação Técnica e Científica. Manaus, AM. <http://projetos.inpa.gov.br/ctpetro/workshop_site/Resumos_PT1/pdf/04CALIFORIDEOS_CRISTINA_REVISAO.pdf> (Acesso em 12/07/2009)
- FERRAZ, A.C.P.; GADELHA, B.Q. & AGUIAR-COELHO, V. M. 2009. Análise faunística de califorídeos (Diptera) da Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Entomologia* 53: 620-628.
- FERRAZ, A.C.P.; GADELHA, B.Q. & AGUIAR-COELHO, V.M. 2010. Effects of forest fragmentation on dipterofauna (Calliphoridae) at the Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, RJ. *Brazilian Journal of Biology*, 70: 55-63.
- Ferreira, M.J.M. & LACERDA, P.V. 1993. Muscóides sinantrópicos associados ao lixo urbano em Goiânia, Goiás. *Revista Brasileira de Zoologia*, 10: 185-195.
- FONSECA, G.A.B. 1997. Biodiversidade e impactos antrópicos. *In*: J.A. de Paula (org.). *Biodiversidade, População e Economia: Uma região de Mata Atlântica*. Rona Editora, Belo Horizonte, MG. 672 p
- FORMAN, R.T.T. & GODRON, M. 1986. *Landscape ecology*. John Wiley, New York, USA. 619p.
- FURLANETTO, S. M. P.; CAMPOS, M. L. C. & HÁRSI, C. M. 1984. Microorganismos enteropatógenicos em moscas africanas pertencentes ao gênero *Chrysomya* (Diptera, Calliphoridae) no Brasil. *Revista Microbiologia*, 15: 170-174.

- FURUSAWA, G.P. & CASSINO, P.C.R. 2006. Ocorrência e distribuição de Calliphoridae (Diptera: Oestroidea) em um fragmento de mata secundária no Município de Paulo de Frontin, Médio Paraíba, RJ. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 6: 152-164.
- GADELHA, B.Q.; FERRAZ, A. C. P.; AGUIAR-COELHO, V. M. 2009. A importância dos mesembrinelineos (Diptera: Calliphoridae) e seu potencial como indicadores de preservação ambiental. *Oecologia Brasiliensis* 13: 660-664.
- GREENBERG, B. 1973. *Flies and disease*. VII: Biology and disease transmission. Princeton University, Princeton, New Jersey. 447p.
- HALL, M. J. R. 1995. Trapping the flies that cause myiasis: their responses to host stimuli. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 89: 333-357.
- HARPER, K.A.; MACDONALD, S.E.; BURTON, P.J.; CHEN, J.; BROSOFSKE, K.D.; SAUNDERS, S.C.; EUSKIRCHEN, E.S.; ROBERTS, D.; JAITEH, M.S. & ESSEEN, P. 2005. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology*, 19: 768-782.
- HARRISON, S.P. & BRUNA, E.M. 1999. Habitat fragmentation and large-scale conservation: what do we know for sure? *Ecography*, 22: 222-232.
- HOLLOWAY, J.D.; BRADLEY, J.D. & CARTER, J.D.C.I.E. 1987. *Guides to insects of importance to man. Lepidoptera*, 1. C.A.B. International, Wallingford, CT. 262p.
- HUSTON, A.H. 1995. *Biological diversity: the coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge University, Cambridge, Cambridgeshire. 681p.
- KAPOS, V. 1989. Effects of isolation on the water status of Forest patches in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology*, 5: 173-185.
- KREMEN, C.; COLWELL, R.K.; ERWIN, T.L.; MURPHY, D.D.; NOSS, R.F. & SANJAYAN, M.A. 1993. Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conservation Biology*, 7: 796-808.
- LAURANCE, W.F. 1991. Edge effects in tropical Forest fragments: applications of a model for the design of nature reserves. *Biological Conservation*, 57: 205-219
- LAURANCE, W.F.; FERREIRA, L.V.; RANKIN DE MERONA, J.M. & LAURANCE S.G. 1998. Rain forest fragmentation and the dynamics of amazonian tree communities. *Ecology*, 79: 2032-2040.
- LAURANCE, W.F. 2000. Do edge effects occur over large spatial scales? *Trends in Ecology and Evolution*, 15: 134-135.
- LAURANCE, W.F. & BIERREGAARD, R.O. 1997. *Tropical Forest Remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities*. University of Chicago. Chicago, IL. 616 pp.
- LAURANCE, W.F.; COCHRANE, M.A.; BERGEN, S.; FEARNSIDE, P.M.; DELAMÔNICA, P.; BARBER, C.; D'ANGELO, S. & FERNANDES, T. 2001. The future of the Brazilian Amazon. *Science Magazine*, 291:438.
- LAURANCE, W.F.; LOVEJOY, T.E. VASCONCELOS, H.L.; BRUNA, E.M.; DIDHAM, R.K.; STOUFFER, P.C.; GASCON, C.; BIERREGARD, R.O.; LAURANCE, S.G. & SAMPAIO, E. 2002. Ecosystem decay of amazonian forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation Biology*, 13:605-618.
- LÔMACO, C. 1987. Ecologia comunitária da dipterofauna de Jacarepaguá. *Dissertação de Mestrado*. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 115p.
- LONGINO, J.T.; CODDINGTON, J. & COLWELL, R.K. 2002. The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness in three different ways. *Ecology*, 83: 689-702
- LOVEJOY, T.E. 1980. Foreword. Pp. 5-9. In: M.E.SOULÉ & B.A. WILCOX (eds.). *Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective*. Sinauer Associates, Sunderland, UK. 395p.
- MAGURRAN, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey. 179p.
- MARINHO, C.R.; AZEVEDO, A.C.G.; VALGODE, M.A.; QUEIROZ, M.M.C. & AGUIAR-COELHO, V.M.A. 2006. Diversity of Calliphoridae (Diptera) in Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. *Brazilian Journal of Biology*, 66: 95-100.
- MARINHO, C.R.; AZEVEDO, A.C.G. & AGUIAR-COELHO, V.M. 2003. Diversidade de califorídeos (Diptera: Calliphoridae) em área urbana, Rio de Janeiro. *Entomologia y Vectores*, 10: 185-199.
- MARGALEF, R. 1951. Diversidad de especies en las comunidades naturales. *Publicaciones del Instituto de Biología Aplicada e Barcelona*, 6: 59-72.

- MESQUITA, R.C.G.; DELAMÔNICA, P. & LAURANCE, W.F. 1999. Effect of surrounding vegetation on edge-related tree mortality in Amazonian forest fragments. *Biological Conservation*, 91: 129-134.
- MESQUITA, R.C.G.; ICKES, K.; GANADE, G. & WILLIAMSON, G.B. 2001. Alternative successional pathways in the Amazon basin. *Journal of Ecology*, 89: 528-537.
- MITTERMEIER, R.A.; MYERS, N.; GIL, P.R. & MITTERMEIER, C.G. 1999. *Hotspots: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. CEMEX, Mexico. 431p.
- MORENO, C.E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T - Manuales y Tesis SEA, Zaragoza, 84 p.
- MORENO, C.E. & HALFFTER, G. 2001. Spatial and temporal analysis of a, b and g diversities of bats in a fragmented landscape. *Biodiversity and Conservation*, 10: 367-382.
- MOURA, M.O.; CARVALHO, C.J.B. & MONTEIRO-FILHO, E.L.A. 1997. A preliminary analysis of insects of medico-legal importance in Curitiba, States of Paraná. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 92 (2): 269-274.
- MURCIA, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 10: 58-62.
- MYERS, N. 1987. The extinction spasm impending: synergisms at work. *Conservation Biology*, 1 (1): 14-21.
- NUORTEVA, P. 1963. Synanthropy of blowflies (Dipt. Calliphoridae) in Finland. *Annales Entomologici Fennici*, 29: 1-49.
- ODUM, H.T. 1988. *Ecologia*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. 434p.
- OFFERMAN, H.L.; DALE, V.H.; PEARSON, S.M.; BIERREGAARD, R.O. & O'NEILL, R.V. 1995. Effects of forest fragmentation on neotropical fauna: current research and data availability. *Environmental Reviews*, 3: 191-211.
- OLIVEIRA, L.T.C.; GONÇALVES, M.S.; BLAUTH, M.L.; COSTA, D.A.; GOTTSCHALK, M.S. Efeito da autocorrelação espacial na metodologia de coleta de Drosophilidae (Diptera). Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil, 13 a 17 de Setembro de 2009, São Lourenço, MG. http://www.seb-ecologia.org.br/2009/resumos_ixce/b/1539.pdf (Acesso em 28/07/2010).
- OLIVEIRA-ALVES, A.; PERES, M.C.L.; DIAS, M.A.; CAZAI-FERREIRA, G. DA S. & SOUTO, L.R.A. 2005. Estudo das comunidades de aranhas (Arachnida: Araneae) em ambiente de Mata Atlântica no Parque Metropolitano de Pituáçu, PMP, Salvador, Bahia. *Biota Neotropica*: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v5n1a/pt/abstract?inventory+BN006051a2005>> (Acesso em 30/06/2006).
- PARALUPPI, N.D. 1996. Calliphoridae (Diptera) da Bacia do Alto Rio Urucu, Amazônia Central, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 13: 553-559.
- PARALUPPI, N.D.; VASCONCELOS, J.C.; AQUINO, J.S.; CASTELLÓN, E.G. & SILVA, M.S.B. 1996. Calliphoridae (Diptera) em Manaus: IV. Bacteria isolated from blowflies collected in street markets. *Acta Amazonica*, 26: 93-96.
- PARALUPPI, N.D. & CASTELLON, E.G. 1994. Calliphoridae (Diptera) em Manaus: I. Levantamento taxonômico e sazonalidade. *Revista Brasileira de Entomologia*, 38: 661-668.
- PEREIRA, V.L. 2008. Padrões populacionais de moscas frugívoras (Diptera: Tephritoidea) em um fragmento de floresta semidecídua e em um pomar comercial na Região de Dourados - MS, Brasil. *Dissertação de Mestrado*, Universidade da Grande Dourados, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. 46p
- PIÑERO J.C.; MAU, R.F.L. & VARGAS, R. I. 2009. Managing oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae), with spinosad-based protein bait sprays and sanitation in papaya orchards in Hawaii. *Journal of Economic Entomology*, 102:1123-1132.
- PRADO, A.P. & GUIMARAES, J.H. 1982. Estado atual da distribuição e dispersão das espécies do gênero *Chrysomya* R-D na região neotropical (Diptera: Calliphoridae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 26: 225-231.
- PRIMACK, R.B. & RODRIGUES, E. 2001. *Biologia da Conservação*. Efraim Rodrigues, Londrina, Paraná. 328pp.
- PUTZ, F. E., 1984. The natural history of lianas on Barro Colorado Island, Panama. *Ecology*, 65: 1713-1724.
- RAFAEL, J. A., 2006. Biodiversidade de Arthropoda no Manejo e Conservação - Um Modelo Amazônico: <http://www.canalciencia.ibict.br/pesquisas/pesquisa.php?ref_pesquisa=192> (Acesso em 22/04/2006).
- RODRIGUES, E. 1998. Edge effects on the regeneration of forest fragments in south Brazil. *Tese de Doutorado*. Harvard University, Cambridge, Massachusetts. 172 pp.

- RODRIGUES, P.J.F.P. & NASCIMENTO, M. 2006. Fragmentação florestal: breves considerações teóricas sobre efeitos de borda. *Rodriguesia*, 57: 63-74.
- SANTOS, A. J. 2003. Estimativas de Riqueza em Espécies. In: L. Cullen Jr., R. Rudran & C. Valladares-Pádua (orgs.). Pp.19-41. Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre. Curitiba, Editora da UFPR - Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. 667p.
- SAUNDERS, D.A.; HOBBS, R.J. & MARGULES, C.R. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology*, 5:18-52.
- SILVA, M.S., FONTENELLE, J.C. & MARTINS, R.P. 2001. Por que moscas visitam flores? *Ciência Hoje* 30: 68-71.
- SILVEIRA-NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D. & NOVA, N.A.V. 1976. *Manual de ecologia de insetos*. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres. 419p.
- SOS MATA ATLÂNTICA & INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). 2001. *Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica e ecossistemas associados no período de 1995–2000*. Fundação SOS Mata Atlântica e INPE, São Paulo. 55p.
- SOUTHWOOD, T.R.F. 1995. *Ecological methods*. 2nd ed., Chapman & Hall, London, UK. 524p.
- TABANEZ, A.A.J. & VIANA, V.M. 2000. Patch structure within Brazilian Atlantic forest fragments and implications for conservation. *Biotropica*, 32: 925-933.
- TABANEZ, A.A.J.; VIANA, V.M. & DIAS, A.S. 1997. Conseqüências da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de planalto de Piracicaba, SP. *Revista Brasileira de Biologia*, 57: 47-60.
- TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C.; GASCON, C. 2004. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. *Biodiversity and Conservation*, 13: 1419-1425.
- THOMAZ, W.W.; CARVALHO, A.M.A. ; GARRISON, J. & ARBELAEZ, A.L. 1998. Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 7: 311-322.
- THOMAZINI, M.J. & THOMAZINI, A.P.B.W. 2000. *A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas*. Embrapa Acre, Documentos, Rio Branco, AC. 57p.
- TURNER, I.M. 1996. Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. *Journal of Applied Ecology*, 33: 200-209.
- USHER, M.B.; FIELD, J.P. & BEDFORD, S.E. 1993. Biogeography and diversity of grounddwelling arthropods in farm woodlands. *Biodiversity Letters*, 1: 54-62.
- VIANNA, E.E.S.; COSTA, P.R.P.; FERNANDES, A.L. & RIBEIRO, P.B. 2004. Abundância e flutuação populacional das espécies de *Chrysomya* (Diptera, Calliphoridae) em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Serie Zoologia*, 94: 231-234.
- VIEIRA, L.M. & MENDEL, S.M. 2002. Riqueza de artrópodes relacionada à complexidade estrutural da vegetação: uma comparação entre métodos. In: E. Venticique & M. Hopkins (eds.). *Ecologia de Campo-Curso de Campo 2002*. Campo Grande: <<http://www.unb.br/ib/ecl/posecl/Relatorio%20de%20curso%20de%20campo/Relatorio%20Final%20do%20Curso%20de%20campo%202002.pdf>> (Acesso em 22/04/2009)
- VON ZUBEN, C.J. 1993. Competição larval em *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae): Estimativas de perda de biomassa e na fecundidade e cálculo de conversão de alimento em biomassa. *Revista Brasileira de Entomologia*, 37: 793-802.
- WELLS, J. 1991. *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae) has reached the continental United States: review of its biology, pest status, and spread around the world. *Journal of Medical Entomology*, 28: 471-473.
- WHITTAKER, R.H. 1967. Gradient analysis of vegetation. *Biological Reviews Cambridge*, 42: 207-264.
- WILLIAMS-LINERA, G. 1990. Vegetation Structure and Environmental Conditions of Forest Edges in Panama. *Journal of Ecology*, 78: 356-373.
- WILSON, E.O. 1997. A situação atual da diversidade biológica. Pp. 3-24. In: E.O. Wilson. Ed. *Biodiversidade*. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, RJ. 660p.

Submetido em 04/08/ 2009

Aceito em 15/07/2010