

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ENTOMOLOGIA)**

**Sistemática e ecologia de borboletas e mariposas (Insecta, Lepidoptera) do estado do
Paraná**

**EDUARDO CARNEIRO
MIRNA M. CASAGRANDE
OLAF H.H. MIELKE**

**CURITIBA
DEZ/2024**

1. INTRODUÇÃO

Ao longo do extenso histórico de estudos de taxonomia e sistemática, Lepidoptera manteve sua identidade como ordem de insetos, em especial em função da presença de determinadas características morfológicas particulares, por eles compartilhadas (Grimaldi & Engel 2005; Kristensen 1999; Wheeler *et al.* 2001). Além de apresentar uma densa cobertura de escamas por todo o corpo e um aparelho bucal de gáleas usualmente alongadas e unidas para formar um tubo espiral, a ordem pode ser reconhecida hoje por pelo menos 20 autapomorfias distribuídas pelo adulto e sua forma larval (Kristensen *et al.* 2007). Considerada entre os grupos mais diversificados da biota, também representa segunda maior ordem de insetos, reunindo uma estimativa de 165 mil espécies já formalmente descritas, e uma expectativa de se duplicar ou triplicar estes números após um melhor reconhecimento da biodiversidade da Terra (Gaston 1991; Hamond 1992, Lamas 2000).

O conhecimento acumulado sobre os lepidópteros, no entanto, ainda é razão de opiniões controversas. O grupo é constantemente citado na literatura dentre os grupos mais bem conhecidos dos insetos, e tais citações podem referir-se a aspectos tanto taxonômicos e sistemáticos, quanto ecológicos, biogeográficos, genéticos, fisiológicos e comportamentais (Pyle *et al.* 1981; Brown Jr. 1997). Por outro lado, uma perspectiva mais refinada acerca da diversidade taxonômica do grupo revela um grande contraste de desenvolvimento científico associado a diferentes entidades taxonômicas de Lepidoptera, usualmente associada ao seu tamanho corporal, e atratividade de suas asas (Dennis *et al.* 2006; New 2004). A informal divisão da ordem em borboletas e mariposas, por exemplo, demonstra o principal abismo de inventariamento sistemático dentro do grupo. Enquanto para algumas famílias de borboletas e (e.g. Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae) já se reconhece grande parte de sua diversidade e muitos aspectos de sua história natural (Lamas 2000), grande parcela das famílias tradicionalmente reconhecidas como mariposas, e que concentram a maior diversidade de Lepidoptera, são representadas majoritariamente apenas por descrições originais das espécies e por seus tipos espalhados em coleções mundiais (New 1997, 2004; Kristensen *et al.* 2007). Catálogos taxonômicos que seriam aguardados para a fauna Neotropical (Heppner 1981) ainda são obras exclusivas a algumas das superfamílias de Lepidoptera, embora o

crescente número de estudos filogenéticos esteja também contemplando a uma amostragem mais ampla de linhagens (ver Regier *et al.* 2013).

Por outro lado, as investigações biológicas envolvendo grupos de Lepidoptera com significativo conhecimento taxonômico e sistemático têm demonstrado resultados promissores ao desenvolvimento de teorias científicas nas mais diversas áreas de atuação biológica. Papilionidae, Nymphalidae, Pieridae, Arctiinae (Erebidae), Saturniidae e Sphingidae, por exemplo, são frequentemente empregados como modelos para investigação de hipóteses evolutivas, ecológicas, ou ainda utilizados como indicadores na gestão da conservação, devido ao alto grau de conhecimento de sua diversidade biológica (e.g. Brown 1997; Brown & Freitas 2000; Ferro & Teston 2009; Fiedler *et al.* 2008; Muñoz & Amarillo-Suárez 2010; Primo *et al.* 2013). Suas espécies representam organismos sensíveis a diferentes condições ambientais, mesmo ao longo de um curto prazo de tempo, e que por isso, podem oferecer informações precisas sobre a tipologia ambiental atual e histórica de uma determinada região (Brown & Freitas 2000; Gutiérrez 1997; Leivas & Carneiro 2012). Além disso, o carisma que carregam da sociedade devido à atratividade de suas cores e formas de suas formas as tornam importantes espécies-bandeira (New 2013) ou mesmo guarda-chuva (New 1997). Borboletas cuja sistemática fora intensamente explorada, se tornaram modelos de investigação genética (Brower 2011; Jiggins *et al.* 2001; Mallet *et al.* 2007), biogeográfica (Elias *et al.* 2009; Hall 2005; Hall & Harvey 2002), co-evolução (Edger *et al.* 2015; Fordyce *et al.* 2008; Wheat *et al.* 2007) são também recorrentemente levantadas a partir de grupos mais focais de borboletas, embora frequentemente restritas às famílias acima mencionadas. Desta forma, grande parte da diversidade de Lepidoptera ainda permanece com grandes lacunas de conhecimento biológico, mesmo apresentando um grande potencial para desenvolvimento de novas teorias.

Um cenário similar pode ser levantado mesmo quando os organismos afetam diretamente a qualidade de vida humana. Nas ciências aplicadas, muitas espécies e agrupamentos de lepidópteros são agentes protagonistas de danos e prejuízos sócio-econômicos (e.g. a pragas desfoliadoras, mineradoras, ou de grãos armazenados) nas mais diversas culturas agrícolas e florestais (Brown Jr 1992; Kowalczyk *et al.* 2012). Devido a esta importante interferência, sempre houve uma preocupação por parte da sociedade

científica em prover informações bionômicas na investigação insetos praga (ver Lima & Silva 1968; Kowalczyk *et al.* 2012), mesmo quando a fundamentação taxonômica para identificação e reconhecimento destas espécies era ainda questionável (Dumas *et al.* 2015a; b). Por se trataram usualmente de famílias de hábitos noturnos, a identificação de lepidópteros praga partiu inicialmente de grupos de mariposas cuja taxonomia fora melhor explorada, como no caso de Sphingidae e Saturniidae (Lamas 2000), negligenciando grupos cuja identificação era dificultada pela falta de estudos e de especialistas no Brasil. Consequentemente, mesmo se tratando de pragas muito comuns e bastante prejudiciais, as revisões taxonômicas e guias de identificação de lepidópteros-praga ainda são raras para a região Neotropical (mas ver Pogue 2002; Dumas *et al.* 2015a; San Blas 2015), reforçando assim os recorrentes equívocos de identificação na literatura e dificultando severamente no desenvolvimento de estratégias de controle.

Portanto, mesmo que haja de fato uma grande produção científica vinculada a lepidópteros como organismos modelos, há naturalmente diversas lacunas de conhecimento que envolve desde a produção básica até a aplicação destes conceitos, inerentes a diversas linhagens de Lepidoptera. Por isso, torna-se necessário ampliar os horizontes taxonômicos da ordem de forma a representar o conhecimento de sua diversidade como um todo. Objetivando a realização de estudos de taxonomia e sistemática de Lepidoptera da região Neotropical, faz-se necessário obter e analisar amostras de exemplares das mais diferentes regiões da América do Sul e Central. No estado do Paraná, em especial devido à sua grande diversidade de fitofisionomias, há a possibilidade de registrar e inventariar uma significativa parcela da diversidade de lepidópteros neotropicais, incluindo aqueles típicos de ambientes campestres (campos naturais e de altitude), de floresta de baixada (Floresta Ombrófila densa), florestas com Araucária (Floresta Ombrófila Mista), as florestas estacionais (Floresta Estacional Semidecidual), e até mesmo ambientes típicos de Cerrado.

2.1. OBJETIVO GERAL:

Inventariar a fauna de Lepidoptera do estado do Paraná, focando unidades de conservação estratégicas para a descoberta de novas espécies e para produção de atos taxonômicos.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Listar as espécies de Lepidoptera presentes do estado do Paraná;
2. Descrever espécies novas para a ciência;
3. Identificar espécies de lepidópteros de interesse médico e econômico;
4. Realizar estudos ecológicos em grupos taxonômicos estratégicos;

3. MATERIAL E MÉTODOS:

Atualmente, 18.131 registros, relativos a 1.531 espécies de Hesperioidea e Papilionoidea, já foram cadastrados para o estado do Paraná e encontram-se depositados na Coleta Entomológica Pe. Jesus Santiago Moure, Curitiba, Paraná, Brasil. Tal relação inclui dados de cerca de 300 diferentes localidades, representando uma exaustiva e diversificada amostragem de borboletas na região (Fig. 1). Contudo, esses dados são quase exclusivamente referentes a borboletas, ou seja, a uma pequena fração dos lepidópteros que ocorrem no estado. Portanto, há a necessidade de ampliar os métodos de coleta para incluir a amostragem de mariposas e amostrar unidades de conservação ainda não vistas ou pouco amostradas.

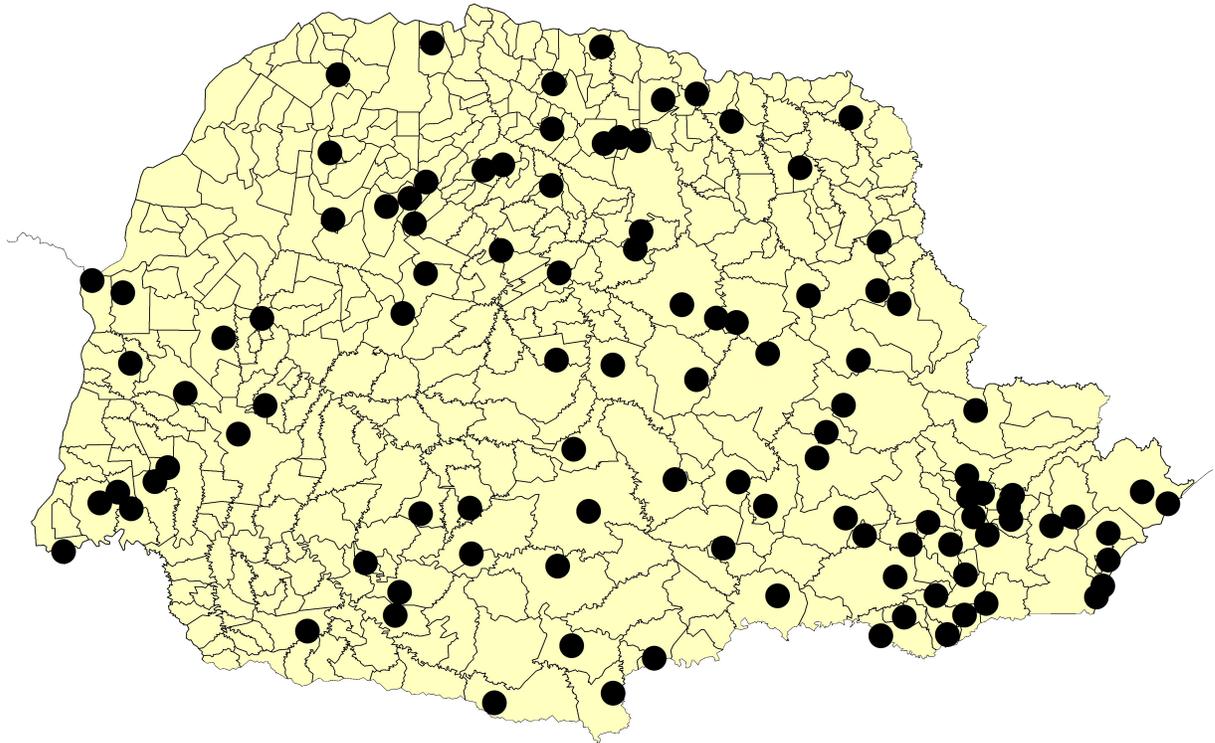


Fig. 1. Mapa de distribuição dos pontos de registro de borboletas no estado do Paraná, realizados entre 1905 a 2024.

Para tal, planeja-se realizar coletas esporádicas em diferentes Unidades de Conservação Estaduais do Paraná, utilizando métodos tradicionais de coleta de lepidópteros, como: rede entomológica, armadilha de Lepidoptera, técnica de Ahrenholz e armadilha luminosa. Pretende-se coletar até 10 exemplares por espécie, considerando a grande diversidade do grupo e os impedimentos intrínsecos à identificação em campo. Os indivíduos serão eutanasiados com aperto no tórax, injeção abdominal com amoníaco, ou em câmaras mortíferas. Todos estes métodos são amplamente empregados na entomologia, e visam melhores condições de fixação e conservação dos espécimes em coleção entomológica.

As coletas serão agendadas em comum acordo com o gestor de cada unidade, a depender das condições climáticas favoráveis para amostragem, nas seguintes UCs: AEIT do Marumbi, EE Ilha do Mel, EE do Caiuá, PE da Graciosa, PE das Lauraceas, PE de Campinhos, PE Santa Clara, PE do Cerrado, PE do Guartelá, PE do Palmito, PE Ilha do Mel, PE João Paulo II, PE Mata dos Godoy, PE Pico do Marumbi, PE Pico Paraná, PE Serra da

Baitaca, PE Vila Velha, PE Vila Rica do Espírito Santo. Os procedimentos acima mencionados não são projetados para serem realizados dentro de uma única oportunidade científica ou restrito espaço de tempo, mas através da trajetória acadêmica profissional dos proponentes, dividido em múltiplos projetos com objetivos mais restritos. Por se tratar de um estudo de cunho taxonômico, e não ecológico, não há necessidade de sistematizar as coletas, uma vez que o objetivo central visa a descrição de novas espécies e outros atos taxonômicos. Naturalmente, os dados coligidos podem ser utilizados posteriormente em estudos de ecologia e biogeografia de Lepidoptera.

Os exemplares coletados serão acondicionados à seco em envelopes entomológicos triangulares e transportados ao Laboratório de Estudos de Lepidoptera Neotropical. Todos os espécimes registrados serão identificados quanto à localização geográfica de coleta. Técnicas tradicionais de dissecação e avaliação morfológica de caracteres serão realizadas, sobretudo dos exemplares com especial interesse taxonômico. Da mesma forma, os caracteres moleculares obtidos através de metodologia de DNA Barcode e de sequenciamento de outros genes serão inseridos aos estudos sistemáticos complementarmente aos caracteres morfológicos. A adição deste tipo de informação oferece um benefício adicional aos métodos analíticos, porque as diferenças obtidas pelo código genético podem ser quantificadas objetivamente e datadas conforme a origem e diversificação dos clados. Estudos desta natureza já são conduzidos no laboratório (e.g. Carneiro *et al.* 2014a, 2015a; b; c; Dolibaina *et al.* 2015; Henao *et al.* 2015) e outros encontram-se em processo de publicação. Todos os espécimes são depositados na Coleção Entomológica Pe. Jesus Santiago Moure, localizada no Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.

O auxílio colaborativo de profissionais em formação e/ou pesquisadores vinculados a instituições científicas nacionais e internacionais já teve seu início, e projeta-se a ampliação desta rede de colaborações. Uma importante parcela das colaborações virá através da orientação de alunos de graduação e pós-graduação, em busca também da formação e capacitação de profissionais e do desenvolvimento científico brasileiro, sobretudo no estado do Paraná. As colaborações científicas, cuja associação já produziu contribuições científicas no passado recente, serão mantidas aos estudos futuros, em especial como os Drs. Alexandre Specht (EMBRAPA), Andrew Warren (Gainesville, MGCL), Efrain Henao (Bogotá,

UNAL), Gerardo Lamas (MUSM), John Shuey (Indianapolis, TNC), Ryan StLaurent (USNM) além logicamente, da participação dos pesquisadores vinculados ao departamento de zoologia da UFPR. As análises moleculares serão também realizadas através de parcerias com laboratórios devidamente equipados para sequenciamento genético.

5. CRONOGRAMA

	2025											
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Revisão Bibliográfica	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Expedições de Coleta			x	x					x	x	x	
Redação do Relatório Anual												x

6. LITERATURA CITADA

Baz, A. 1987. Abundancia y riqueza de las comunidades forestales de mariposas (Lepidoptera Rhopalocera) y su relación con la altitud en el Sistema Ibérico meridional. **Graellsia** **43**: 179-192.

Brehm, G. & K. Fiedler 2004. Ordinating tropical moth ensembles from an elevational gradient: a comparison of common methods. **Journal of Tropical Ecology** **20**: 165-172.

Brown Jr., K. S. 1987. Biogeography and evolution of Neotropical butterflies. Biogeography and Quaternary history in tropical America, pp. 66-104. *In* T. C. Whitmore & G. T. Prance (Eds) **Oxford Monographs of Biogeography**, nº3. Oxford, Clarendon Press.

Brown, J. 2001. Mammals on mountainsides: elevational patterns of diversity. **Global Ecology and Biogeography** **10**: 101–109.

Brown Jr., K. S. & A. V. L. Freitas 2000. Atlantic Forest Butterflies: Indicators for Landscape Conservation. **Biotropica** **32**: 934-956.

Carneiro *et al.* em prep. **Padrões de diversidade e distribuição de HesperIIDae (Lepidoptera) na Serra do Mar paranaense, Paraná, Brasil, e as relações macroecológicas das áreas campestres da América do Sul segundo sua composição.** Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 153p.

Ceballos, G. & Brown, J.H. 1995. Global patterns of mammalian diversity, endemism, and endangerment. **Conservation Biology** **9**: 559-568.

Chao, A.; R. L. Chazdon; R. K. Colwell; T. Shen 2005. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. **Ecology Letters** **8**: 148-159.

Clarke, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. **Australian Journal of Ecology** **18**: 117-143.

Clarke, K. R. & M. Ainsworth 1993. A method of linking multivariate community structure to environmental variables. **Marine Ecology Progress Series** **92**: 205-219.

Cleary, D. F. R. 2004. Assessing the use of butterflies as indicators of logging in Borneo at three taxonomic levels. **Forest Entomology** **97**: 429-435.

Crisp, M. D.; S. Laffan; H. P. Linder; A. Monro 2001. Endemism in the Australian flora. **Journal of Biogeography** **28**: 183-198.

Currie, D.J. 1991. Energy and large-scale patterns of animal and plant species richness. **The American Naturalist** **137**: 27-49.

Dennis, R. L. H. 1993. Butterflies and climate change. **Journal of the New York Entomological Society** **103**: 123-125.

Diniz-Filho, J. A. F.; T. F. L. V. B. Rangel; B. A. Hawkins 2004. A test of multiple hypotheses for the species richness gradient of South American owls. **Oecologia** **140**: 633-638.

Dolibaina *et al.* 2010 Registros inéditos de borboletas (Papilionoidea e Hesperioidea) ameaçadas de extinção para o Estado do Paraná, Brasil: novos subsídios para a reavaliação dos critérios de ameaça. **Biota Neotropica** 10: 75-81

Dolibaina, D. R.; O. H. H. Mielke; M. M. Casagrande 2011. Borboletas (Papilionoidea e Hesperioidea) de Guarapuava e arredores, Paraná, Brasil: um inventário com base em 63 anos de registro. **Biota Neotropica** 11: 341-354.

Fleischman, E.; G. T. Austin; A. D. Weiss 1998. An empirical test of Rapoport's rule: elevational gradients in montane butterfly communities. **Ecology** 79: 2482-2493.

Fleishmann, E.; D. D. Murphy; P. F. Brussard 2000. A new method for selection of umbrella species for conservation planning. **Ecological Applications** 10: 569-579.

Gutierrez, D. 1997. Importance of historical factors on species richness and composition of butterflies assemblages (Lepidoptera: Rhopalocera) in a northern Iberian mountain range. **Journal of Biogeography** 24: 77-88.

Hijmans, R. J.; S. E. Cameron; J. L. Parra; P. G. Jones; A. Jarvis 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology** 25: 1965-1978.

Hill, J. K. 1999. Butterfly spatial distribution and habitat requirements in a tropical forest: impacts of selective logging. **Journal of Applied Ecology** 36: 564-572.

Hill, J. K.; C. D. Thomas; R. Fox; M. G. Telfer; S. G. Willis; J. Asher; B. Huntley 2002. **Proceedings of the Royal Society of London B** 269: 2163-2171.

Huston, M.A. 1994. **Biological diversity — the coexistence of species on changing landscapes**. Cambridge University Press, Cambridge, 681p.

IBGE 1992. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, IBGE, 92p.

Illan, J. G.; D. Gutiérrez; R. J. Wilson 2010. Fine-scale determinants of butterfly species richness and composition in a mountain region. **Journal of Biogeography** 37: 1706-1720.

Kerr, J. T. 1997. Species richness, endemism, and the choice areas for conservation. **Conservation Biology** 11: 1094-1100.

Kovincka, M.; M. Maradova; J. Benes; Z. Fric; P. Kepka 2003. Uphill shifts in distribution of butterflies in the Czech Republic: effects of changing climate detected on a regional scale. **Global Ecology and Biogeography** 12: 403-410.

Legendre, L. & P. Legendre 1998. **Numerical Ecology**. 2nd ed., New York, Elsevier. 853 p.

Lepš. J. & K. Spitzer 1990. Ecological determinants of butterfly communities (Lepidoptera. Papilionoidca) in the Tam Dao Mountains. Vietnam. **Acta Entomologica Bohemoslovaca** 87: 182-194.

Lyons, S. K. & M. R. Willig 2002. Species richness, latitude, and scale sensitivity. **Ecology** 83: 47-58.

Maack, R. 1968. **Geografia Física do Estado do Paraná. Universidade Federal do Paraná**. Instituto de Biologia e Pesquisa Tecnológica, Curitiba. 350 p.

Magurran, A. E. 1988. **Ecological Diversity and its Measurement**. Princeton University Press, Princeton. 192p.

Mielke, O. H. H.; E. Carneiro; M. M. Casagrande *no prelo*. HesperIIDae (Lepidoptera, Hesperioidea) from Ponta Grossa, Paraná, Brazil: 70 years of records with special reference to faunal composition of Vila Velha State Park. **Revista Brasileira de Entomologia**.

Minchin, P. R. 1987. An evaluation of the relative robustness of techniques for ecological ordination. **Vegetatio** 69: 89-107.

Morrone, J. J. 2006. Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean Islands based on a panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. **Annual Review of Entomology** 51: 467-494.

NASA 2011. Nasa World Wind. <http://worldwind.arc.nasa.gov/java/>. Acessado em 10 de julho de 2011.

New, T. R. 1997. Are Lepidoptera an effective 'umbrella group' for biodiversity conservation? **Journal of Insect Conservation 1**: 5-12.

PARANÁ. SEMA. (Org.). 1995. **Lista Vermelha de Animais Ameaçados de extinção no Estado do Paraná**. SEMA/GTZ, Curitiba.

Peet, R. K. 1974. The measurement of species diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics 5**: 285-307.

Rangel, T. F. L. V. B.; J. A. F. Diniz-Filho; L. M. Bini 2006. Towards an integrated computational tool for spatial analysis in macroecology and biogeography. **Global Ecology and Biogeography 15**: 321-327.

Ribeiro, D. B.; R. Batista; P. I. Prado; K. S. Brown Jr. 2012. The importance of small scales to the fruit-feeding butterfly assemblages in a fragmented landscape. **Biodiversity Conservation**

Ricklefs, R. E. 2004. A comprehensive framework for global patterns in biodiversity. **Ecology Letters 7**: 1-15.

Sanchez-Rodriguez, J. F. & A. Baz 1995. The effects of elevation on the butterfly communities of a Mediterranean Mountain, Sierra de Javalambre, Central Spain. **Journal of the Lepidopterists' Society 49**: 192-207.

Spitzer, K.; V. Novotny; M. Tonner; J. Leps 1993. Habitat preferences, distribution and seasonality of the butterflies (Lepidoptera, Papilionoidea) in a montane tropical rain forest, Vietnam. **Journal of Biogeography 20**: 109-121.

Spitzer, K. J.; J. Havelka; J. Leps 1997. Effect of small-scale disturbance on butterfly communities of an Indochinese montane rainforest. **Biological Conservation 80**: 9-15.

Summerville, K. S. & T. O. Crist 2001. Effects of Experimental Habitat Fragmentation on Patch Use by Butterflies and Skippers (Lepdoptera). **The Ecological Society of America 82**: 1360-1370.

Summerville, K. S. & T. O. Crist 2002. Effects of timber harvest on forest Lepidoptera: community, guild, and species responses. **Ecological Applications** 12: 820-835,

Uehara-Prado, M.; A. V. L. Freitas 2009. The effect of rainforest fragmentation on species diversity and mimicry ring composition of ithomiine butterflies. **Insect Conservation and Diversity** 2: 23-28.

Vetaas, O. R. & J.A. Grytnes 2002. Distribution of vascular plant species richness and endemic richness along Himalayan elevation gradient in Nepal. **Global Ecology and Biogeography** 11: 291-301.

Whittaker, R. J.; K. J. Willis; R. Field 2001 Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. **Journal of Biogeography** 28: 453-470.

Zhang, D.C.; Y.H. Zhang; D. E. Boufford 2009. Elevational patterns of species richness and endemism for some important taxa in the Hangduan Mountains, southwestern China. **Biodiversity and Distribution** 18: 699-716.